



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE  
INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

MEMORIA

Judith Equiza Arbizu

Felix Arroniz Fdez. de Gaceo

Pamplona, 08/09/2011

# 1. Memoria

1.1 OBJETO DEL PROYECTO.....	1
1.2 ALCANCE.....	1
1.3 PROMOTOR DE LA INSTALACIÓN Y TITULAR.....	1
1.4 EMPLAZAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.....	1
1.5 REGLAMENTACIÓN.....	2
1.6 DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA, SUPERFICIES Y ALTURAS.....	2
1.7 CLASIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD.....	3
1.8 PREVISIÓN DE CARGAS.....	4
1.9 SUMINISTRO DE ENERGÍA.....	4
1.10 DISTRIBUCIÓN DE LOS CUADROS.....	4
1.11 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN.....	5
1.12 ILUMINACION.....	7
1.12.1 Iluminación interior.....	7
1.12.2 Iluminación exterior.....	9
1.12.3 Alumbrado de emergencia y señalización.....	9
1.12.4 Accionamiento de luminarias.....	13
1.13 DISTRIBUCIÓN INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.....	13
1.13.1 Introducción.....	13
1.13.2 Factores para el cálculo de conductores.....	13
1.13.2.1 Calentamiento.....	13
1.13.2.2 Caída de tensión y pérdidas de potencia.....	14
1.13.3 Preinscripciones generales.....	14
1.13.3.1 Naturaleza de los conductores.....	15
1.13.4 Sistemas de canalización.....	15
1.13.4.1 Canalizaciones.....	15
1.13.4.2 Tubos protectores.....	16
1.14 RECEPTORES.....	18
1.14.1 Introducción.....	18
1.14.2 Receptores a motores.....	18
1.14.3 Receptores de alumbrado.....	18
1.15 TOMAS DE CORRIENTE.....	19
1.15.1 Introducción.....	19
1.15.2 Tipos de tomas de corriente.....	19
1.15.3 Situación y número de tomas de corriente.....	19
1.16 INTERRUPTORES Y CONTACTORES.....	20
1.17 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE LÍNEA.....	21
1.18 CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN.....	22
1.18.1 Soluciones adoptadas.....	23
1.18.1.1 Conductores.....	23
1.18.1.2 Canalizaciones.....	24
1.19 PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN.....	24
1.19.1 Introducción.....	24
1.19.2 Conceptos básicos.....	25
1.19.3 Protección de la instalación.....	26
1.19.3.1 Protección contra sobrecargas.....	27
1.19.3.2 Protección contra cortocircuitos.....	27
1.19.3.3 Cálculo de las corrientes de cortocircuito.....	29
1.19.3.4 Cálculo de las impedancias.....	31
1.19.4 Protección de las personas.....	33
1.19.4.1 Protección contra contactos directos.....	34
1.19.4.2 Protección contra contactos indirectos.....	34

1.20 PUESTA A TIERRA .....	35
1.20.1 Introducción .....	35
1.20.2 Objetivo de la puesta a tierra.....	35
1.20.3 Partes de la puesta a tierra .....	36
1.20.3.1 El terreno .....	36
1.20.3.2 Tomas de tierra .....	37
1.20.3.2.1 Electrodo.....	37
1.20.3.2.2 Líneas de enlace con tierra .....	37
1.20.3.2.3 Punto de puesta a tierra .....	38
1.20.3.2.4 Línea principal de tierra .....	38
1.20.3.2.5 Derivaciones de las líneas principales de tierras .....	38
1.20.3.2.6 Conductores de protección.....	38
1.20.4 Elementos a conectar a la toma de tierra .....	39
1.21 POTENCIA A COMPENSAR.....	39
1.22 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	40
1.22.1 Introducción .....	40
1.22.2 Reglamentación y disposiciones oficiales .....	40
1.22.3 Tipos de centros de transformación .....	40
1.22.4 Situación y emplazamiento .....	41
1.22.5 Características generales del CT.....	41
1.22.6 Descripción de la instalación.....	41
1.22.7 Instalación eléctrica.....	44
1.22.7.1 Introducción.....	44
1.22.7.2 Características de la red de distribución .....	44
1.22.7.3 Características de la aparamenta en MT .....	45
1.22.7.4 Características de las celdas y transformadores en MT .....	47
1.22.7.5 Características descriptivas de cuadros de BT.....	50
1.22.8 Instalación de puesta a tierra.....	51
1.22.9 Instancias.....	51
1.22.10 Aparatos de MT.....	51
1.22.11 Aislamiento.....	52
1.22.12 Instalaciones secundarias del CT.....	52
1.23 RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	53



# 1. Memoria

## 1.1. Objeto del proyecto

El objeto del presente proyecto consiste en el diseño de una instalación eléctrica en baja tensión de una nave industrial dedicada a la fabricación de cajas de cartón, así como de su propio Centro de Transformación.

A su vez, se pretende exponer ante los Organismos Competentes que la instalación que nos ocupa reúne las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa y la de Ejecución de la instalación, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicho proyecto.

La ubicación y el espacio disponible para cada uno de los elementos de que está compuesto el estudio y las medidas correctoras pertinentes se designarán en apartados sucesivos de la presente memoria.

## 1.2. Alcance

El ámbito de aplicación del proyecto se centra en la totalidad de la instalación eléctrica de la nave industrial teniendo en consideración la correcta aplicación de las normas vigente en beneficio de la seguridad de las personas que trabajan en estas instalaciones.

En este proyecto nos encargaremos de realizar todos los cálculos necesarios para hacer la instalación eléctrica y haremos un estudio lumínico para elegir y colocar las luminarias en cada una de las estancias.

Los diseños que se realizarán en este proyecto son los siguientes:

- Instalación de alumbrado general tanto interior como exterior y de emergencia.
- Instalación de fuerza y tomas de corriente.
- Centro de transformación propio de media a baja tensión.
- Protección eléctrica de las líneas que alimentan todas las instalaciones.
- Puestas a tierra del centro de transformación y de la instalación eléctrica de la nave.
- Corrección del factor de potencia de la instalación eléctrica mediante batería de condensadores.

## 1.3. Promotor de la instalación y titular

La promotora de la instalación es la empresa Construcciones y Edificaciones ACR y el titular de la misma es CARTONAJES, S.A.

## 1.4. Emplazamiento y descripción del edificio

La nave se sitúa en el término municipal de Zizur Mayor exactamente en el Polígono 3, parcela 438, tal y como se muestra en el plano de situación.



## 1.5. Reglamentación

La realización del presente proyecto, así como la ejecución del mismo, se realizará de acuerdo a lo especificado en las normas y reglamentos vigentes en el momento:

- REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN.  
Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002.
- REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES TÉCNICAS Y GARANTÍAS DE SEGURIDAD EN CENTRALES ELÉCTRICAS, SUBESTACIONES Y CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.  
Real Decreto 3275/82, de 12 de noviembre de 1982.
- NORMAS UNE Y RECOMENDACIONES UNESA QUE SEAN DE APLICACIÓN.
- NORMAS PARTICULARES DE IBERDROLA.
- NORMAS TECNOLÓGICAS DE LA EDIFICACIÓN, así como la NORMA TECNOLÓGICA PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE PUESTA A TIERRA.
- REGLAMENTO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES. Real Decreto 2267/2004 de 3 de diciembre.
- LEY 31/1995, de 8 de noviembre, DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.

## 1.6. Descripción de la parcela, superficies y alturas

La parcela donde se construirá la Nave Industrial dispondrá de una superficie de 8098 m<sup>2</sup>, de los cuales 5488 m<sup>2</sup> serán destinados a la superficie útil de la Nave, distribuidos en dos plantas del siguiente modo:

Planta Baja	Superficie (m <sup>2</sup> )
Comedor	102,93
Sala de Espera	12,10
Hall	28,50
Pasillos	70,98
Vestuarios	71,60
Aseos	73,48
Médico	20,94
Botiquín	11,40
Calidad	22,48

Planta Baja	Superficie (m <sup>2</sup> )
Prensa	106,12
Sala de Impresión	139,23
Almacén de Tintas	33,78
Sala de Climatización	50,15
Sala de Bombas	44,12
Taller de Mantenimiento	107,77
Sala de Calderas	56,2
Sala de Compresores	65,7
Zona de Producción	3524,89

Siendo el total de superficie útil de la planta baja de 4542,37 m<sup>2</sup>

Primera Planta	Superficie (m <sup>2</sup> )
Director Gerente	50,70
Director Técnico	50,83
Hall	28,50
Sala de Espera	11,70
Sala de Informática	58,94
Administración Comercial	46,50
Sala de Juntas	117,54
Director de Personal	92,80
Administración	139,66
Director Comercial	71,92
Sala de Reuniones	106,12
Pasillos	106,57
Aseos	63,80

Siendo el total de superficie útil de la primera planta de 945,58 m<sup>2</sup>

En la zona exterior se dispondrá de:

- Centro de transformación prefabricado tipo PFU4 Ormazabal o similar de 10,615 m<sup>2</sup> de abonado, incluyendo celdas de línea, protección y medida así como transformador.
- 20 plazas de aparcamiento en el interior de la parcela junto con espacio suficiente para la carga, descarga y estacionamiento de camiones.

Distribución de alturas:

Zonas	Altura (m)
Locales con falso techo	2,50
Locales sin falso techo	2,80
Zona producción	6,00
Cumbrera	8,00

## 1.7. Clasificación de la actividad

La empresa que va a ser objeto de estudio es una empresa dedicada a la fabricación de cajas de cartón, el proceso parte de la elaboración del propio cartón hasta la impresión, troquelado y plegado de las mismas.

Según la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE), se clasifica la actividad de este local como:

- Grupo 17 - Industria del papel.
- Subgrupo 17.2 - Fabricación de artículos de papel y cartón.
- Actividad 17.2.1 - Fabricación de papel y cartón ondulados; fabricación de envases y embalajes de papel y cartón.

## 1.8. Previsión de cargas

Elementos de Fuerza	Potencia Nominal (kW)
Compresor	16
Volteador	10
Máquina Impresión	10
Esmeril	1,2
Sierra circular	3
Máquina Contracolado	15
Climatizador	20
Máquina Recortadora	9,5
Extractor Baño	2,1
Caldera	15
Soldador	10
Taladro Columna	1,5
Máquina Onduladora	12
Equipo Secado	15
Prensa	16
Troqueladora	15
Plegadora	3
Cargador Baterías	6,5
Forado	5
Precintadora	3
Fabricación Colas	5
Bombas	15
Cinta Transportadora	1
<b>Potencia Total Fuerza</b>	<b>209,8</b>

Elementos de Alumbrado	Potencia Nominal (kW)
Alumbrado Interior	59,822
Alumbrado Exterior	3
Alumbrado Emergencia	0,947
<b>Potencia Total Alumbrado</b>	<b>63,769</b>

<b>Potencia Total Instalada</b>	<b>273,569</b>
---------------------------------	----------------

## 1.9. Suministro de energía

Iberdrola abastece de energía al polígono industrial en el que está ubicada la nave mediante una red de distribución subterránea de Media Tensión. Ésta red, proporciona una tensión alterna trifásica de 13,2 KV a una frecuencia de 50 ciclos por segundo.

## 1.10. Distribución de los cuadros

La instalación se compone de un cuadro general y 6 cuadros secundarios.

- **Cuadro General.** Situado en una entrada de la planta baja del edificio en la sala de compresores, del cual se protegen las líneas a los cuadros secundarios.
- **Cuadro Secundario I.** Situado en uno de los pasillos de paso de la zona de producción. Contiene los elementos de protección de las líneas de alimentación a la prensa, impresión, climatización, bombas, maquinaria del taller de mantenimiento junto con sus correspondientes alumbrados y tomas de corriente tanto trifásicas como monofásicas.

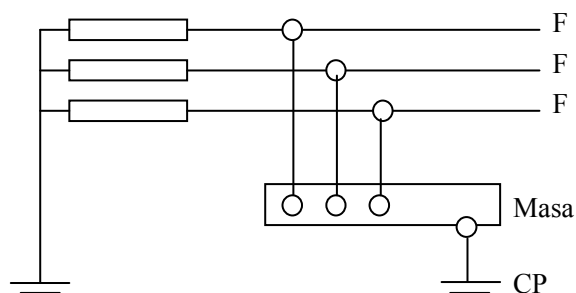
- **Cuadro secundario II.** Situado en la zona de producción de la nave. Contiene los elementos de protección de las líneas que alimentan a la precintadota, forrado, volteadora, equipo de secado, baterías, cinta transportadora, recortadora y tomas de corriente
- **Cuadro secundario III.** Situado en la zona de producción, junto con las baterías. Este alimenta la máquina de contracolado, la onduladota, la troqueladora, la plegadora, fábrica de colas, calderas, compresores y tomas de corriente.
- **Cuadro Oficinas I.** Situado en el recibidor. Alimenta tanto el alumbrado como las tomas de corriente de las oficinas, de los baños y vestuarios y de la zona de producción.
- **Cuadro Oficinas II.** Situado en el recibidor de la segunda planta. De él se enciende todo el alumbrado de la segunda planta, correspondiente a las oficinas y alimentan las diferentes tomas de corriente.
- **Cuadro de alumbrado de la nave.** Situado en la zona de producción. Contiene los elementos de protección de las líneas que alimentan el alumbrado de la nave, dividido en seis zonas. Del mismo, podrán tanto encenderse como apagarse las diferentes zonas de forma independiente. Además éste también alimenta tomas de corriente.

## 1.11. Esquema de distribución

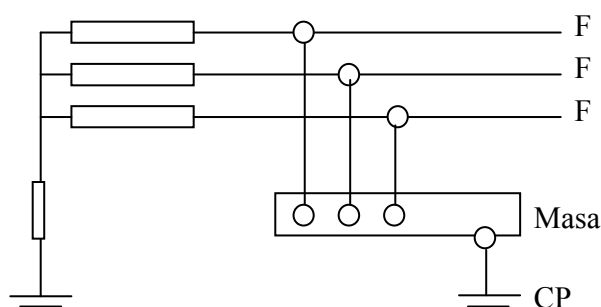
Para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobrecorrientes, así como de las especificaciones de la aparatada encargada de tales funciones, será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado.

Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación, por un lado, y de las masas de la instalación receptora, por otro. Existen 3 tipos de esquemas de distribución, el TT el IT y el TN.

Esquema TT:



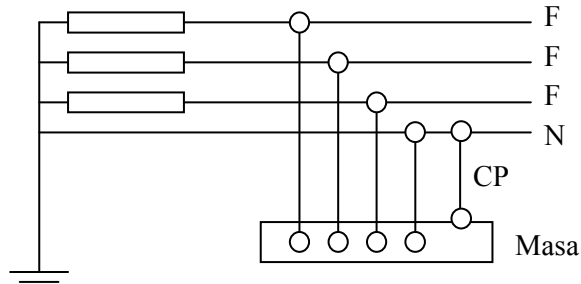
Esquema IT:



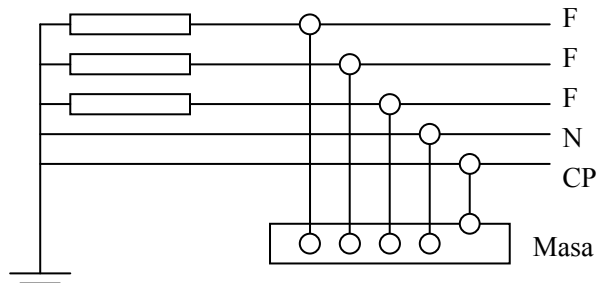


Esquemas TN:

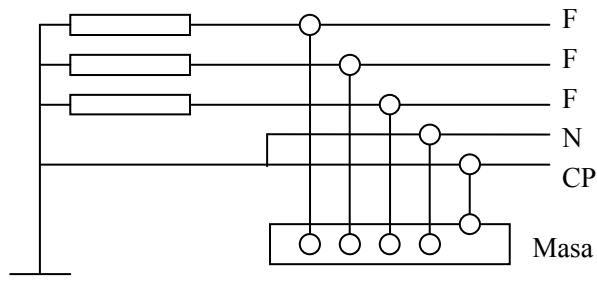
Esquema TNC:



Esquema TNS:



Esquema TNCS:



En este caso, el sistema elegido es el TT (neutro conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación, tal y como se indica en la ITC-08 del RBT 2002.)

Con este tipo de régimen debemos colocar diferenciales para proteger la instalación ante cualquier corriente de defecto a tierra.

Para ver con claridad cual a sido la elección de la distribución, compararemos los diferentes esquemas razonando porqué han sido descartados, y en el caso del TT seleccionado.

Por un lado, la solución más segura sería el esquema IT, pero debido a los problemas que presenta a la hora de realizar un cambio o ampliación a la instalación nos hace desechar esta opción.



Por otro lado, el esquema TN se desecha, ya que es muy parecido al TT y éste último es el más utilizado en este tipo de instalaciones. Las ventajas que éste esquema tiene en lo que respecta a su mantenimiento, ampliaciones futuras y seguridad contra incendios aconseja su empleo en este tipo de instalaciones. También la ventaja del régimen TT es que la seguridad de la instalación está en función de la resistencia de utilización, la del usuario (Ru), es decir, la podemos vigilar y controlar, la seguridad está en nuestras manos, bajo nuestra responsabilidad.

## 1.12. Iluminación

### 1.12.1 Iluminación interior

Para la iluminación de la nave se definen unas zonas diferenciadas según la función de la actividad que se realiza en ella además de las divisiones ya establecidas por tabique, como son; oficinas, vestuarios, salas de espera...

En cada zona se obtendrá un alumbrado general, con el que se procurará que el nivel de iluminación sea lo más uniforme posible en todo el recinto.

La luminancia media (en luxes) requerida por cada zona se establece según el CTE HE 3.

Para la elección de los equipo se adoptan como criterios principales la facilidad de la instalación, el confort, el rendimiento y la economía.

El confort luminoso viene dado por la cantidad y calidad de luz que proporciona el sistema de luminarias. Se tiene en cuenta el flujo lumínico que debe incidir sobre el área a iluminar, la reflexión, temperatura de color e índice de reproducción cromática.

Se entiende por rendimiento luminoso de un aparato de alumbrado, a la relación entre el flujo emitido al exterior del aparato y el de la fuente o de las lámparas en él contenidas.

La eficiencia luminosa de la lámpara es la relación entre el flujo emitido por la lámpara misma y la potencia eléctrica utilizada para generarlo, que determina a su vez la economía del modelo escogido, su coste total y su duración en el tiempo.

Para la elección de las lámparas se tienen en cuenta los siguientes puntos:

- Potencia: La energía eléctrica que consume la lámpara para su funcionamiento.
- Flujo luminoso: Es la cantidad de luz emitida por una fuente en la unidad de tiempo. Su unidad representativa es el Lumen. La relación entre flujo luminoso y potencia determina la eficiencia luminosa en lumen / vatio.
- Rendimiento luminoso: El rendimiento luminoso de un aparato de alumbrado es la relación entre el flujo emitido al exterior del aparato (Fa) y el de la fuente o de las fuentes (lámparas) en él contenidas (FI). Su fórmula de cálculo es  $h = Fa / FI$ , viene dado en unidades adimensionales.
- Posición de funcionamiento: La colocación del foco en la dirección de la perpendicular del plano a iluminar, determina la cantidad de flujo luminoso incidente en cada punto de la superficie iluminada.
- Coste: Se procura el coste más económico posible.

En base a estos argumentos se seleccionan las siguientes lámparas para cada zona.

Zona	Luminaria	Cantidad	Potencia por Luminaria (W)	Potencia Total (W)
Comedor	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1	15	69,50	1.042,50
Sala de Espera	Philips TBS331 3xTL-D18W HFP L1	3	52,50	157,50
Hall	Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1	3	105,00	315,00
Pasillo 2	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1	5	69,50	347,50
Pasillo del Hall	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1	4	69,50	278,00
Acceso personal	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1	6	52,50	315,00
Vestuarios	Philips TBS331 3xTL-D18W HFP L1	12	52,50	630,00
Aseos	Philips LuxSpace BBS481 1xDLED-3000	32	18,40	588,80
Médico	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1	4	69,50	278,00
Botiquín	Philips TBS331 3xTL-D18W HFP L1	2	52,50	105,00
Calidad	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1	4	69,50	278,00
Prensa	Mazda TCS097 2xTL-D58W HFP VP	15	110,00	1.650,00
Sala de Impresión	Mazda TCS097 2xTL- 58W HFP VP	18	110,00	1.980,00
Almacén de Tintas	Mazda TCS097 2xTL-D36W HFP VP	5	72,00	360,00
Sala de Climatización	Mazda TCS097 2xTL-D58W HFP VP	6	110,00	660,00
Sala de Bombas	Mazda TCS097 2xTL-D58W HFP VP	6	110,00	660,00
Taller de mantenimiento	Mazda TCS097 2xTL-D58W HFP VP	15	110,00	1.650,00
Sala de Calderas	Mazda TCS097 2xTL-D58W HFP VP	6	110,00	660,00
Sala de Compresores	Mazda TCS097 2xTL-D58W HFP VP	8	110,00	880,00
Zona 1	ERCO Parabelle Downlight 1xHIT-CE 70W	19	79,00	1.501,00
	Philips HPK080 1xHPI-P400W-BU R GC	30	428,00	12.840,00
Zona 2	ERCO Parabelle Downlight 1xHIT-CE 70W	23	79,00	1.817,00
	Philips HPK080 1xHPI-P400W-BU R GC	42	428,00	17.976,00
Director Gerente	Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1	8	105,00	840,00
Director Técnico	Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1	8	105,00	840,00
Aseos	Philips LuxSpace BBS481 1xDLED-3000	28	18,40	515,20
Hall / Pasillos	Philips TBS331 3xTL-D18W HFP L1	24	52,50	1.260,00
Sala de Espera	Philips TBS331 3xTL-D18W HFP L1	3	52,50	157,50
Adm. Comercial	Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1	8	105,00	840,00
Sala de Juntas	Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1	15	105,00	1.575,00
Director de Personal	Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1	12	105,00	1.260,00
Sala de Informática	Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1	9	105,00	945,00
Administración	Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1	20	105,00	2.100,00
Director Comercial	Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1	9	105,00	945,00
Sala de Reuniones	Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1	15	105,00	1.575,00
			<b>TOTAL</b>	<b>59.822,00</b>

Para la realización de los cálculos lumínicos se utiliza un programa informático de análisis luminotécnico, DIALux 4.9, el cual puede ser descargado gratuitamente de su página web. Además, los fabricantes de luminarias ponen a nuestra disposición bases de datos para realizar los cálculos con sus propias luminarias, siendo compatibles con el software DIALux.

El programa DIALux 4.9 calcula las iluminancias y las luminancias sobre todas las superficies del ambiente, mobiliarios incluidos, considerando también las sombras que dichos muebles crearán, así como las texturas que los constituyen. El sistema procesa los datos de forma matricial en todos los puntos de la superficie.

La base de datos y cálculo del programa informático proporcionan los cálculos necesarios para el estudio lumínico; sólo precisa ingresar los datos de las dimensiones del local, iluminancia media requerida, tipo de luminaria y lámpara escogida. El programa devuelve un esquema con el número de luminarias necesarias, su distribución geométrica y un detallado



informe fotométrico del volumen y la superficie iluminada. Además, permite hacer ajustes sobre éstas cuestiones.

La distribución geométrica de cada luminaria queda completamente definida en el apartado Planos del presente proyecto.

El DIALux 4.9 resulta una herramienta muy precisa y productiva; ahorra mucho tiempo dedicado a cálculos analíticos, y proporciona una información minuciosa de todos los puntos de la superficie objeto de estudio.

Realizamos de forma analítica el estudio lumínico de una superficie ya calculada mediante DIALux para ver las diferencias entre el método de los lúmenes y el cálculo matricial empleado por el software. Dicho estudio lo podemos encontrar dentro de la sección Cálculos en el apartado de iluminación. Se ha de indicar que el método de los lúmenes está un tanto desfasado y los fabricantes han dejado de ofrecer en las hojas de características de sus luminarias el Factor de Utilización, necesario para dicho método.

Los resultados del estudio lumínico los encontraremos en un anexo del presente proyecto.

### 1.12.2. Iluminación exterior

Se han elegido luminarias indicadas para exteriores que serán colocadas a lo largo del perímetro de la nave, proporcionando visibilidad suficiente durante la noche.

Quedarán instaladas a 4 metros de altura sobre el suelo y se colocarán en la fachada principal y en cada una de las puertas de salida de la nave, así como en los accesos para camiones.

La luminaria elegida es un proyector SNF300-MASTER HPI-T Plus-250W

Luminaria	Número	P. Total
SNF300 - MASTER HPI-T Plus - 250 W	12	3.000

### 1.12.3. Alumbrado de Emergencia y Señalización

Según la ITC-28 del RBT, los alumbrados especiales tienen por objeto corregir los riesgos que pueden derivarse de un fallo imprevisto de los alumbrados normales, restableciendo inmediatamente un nivel de iluminación adecuado, ya sea en centros de trabajo o en establecimientos con público.

Las líneas que alimentan directamente a los circuitos individuales de las lámparas de los alumbrados especiales, estarán protegidas por interruptores automáticos, con una intensidad nominal de 10 amperios como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz, o si en la misma dependencia existiesen varios puntos de luz de alumbrado especial, éstos deben ser repartidos al menos entre dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a 12.

Se distinguen dos tipos de alumbrado especial: de emergencia y de señalización.

#### Alumbrado de señalización

El alumbrado de señalización se instala para funcionar de un modo continuo durante determinados periodos de tiempo. Debe señalar de modo permanente la situación de puertas,



pasillos, escaleras y salidas de los locales durante todo el periodo que permanezca con personas. Deberá estar alimentado, al menos por dos suministros, sean ellos normales, complementarios o procedentes de fuentes propias de energía eléctrica admitida.

Deberá proporcionar una iluminación mínima de un lux en el eje de los pasos principales. Si el suministro habitual del alumbrado de señalización falla, o su tensión baja a menos del 70% de su valor nominal, la alimentación del mismo debe pasar automáticamente al segundo suministro.

Si los locales, dependencias o indicaciones que deben iluminarse con este alumbrado coinciden con los que precisan el de emergencia, los puntos de luz de ambos pueden ser los mismos.

### Alumbrado de emergencia

El alumbrado de emergencia debe permitir, en caso de fallo del alumbrado general, la evacuación segura y fácil de las personas hacia el exterior. Solamente puede ser alimentado por fuentes propias de energía, sean o no exclusivas para dicho alumbrado, pero no por fuentes de suministro exterior. Si esta fuente propia está constituida por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos automáticos, se puede utilizar un suministro exterior para proceder a su carga.

Debe poder funcionar durante un mínimo de una hora, proporcionando en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de un lux. Además, en los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminación de emergencia será como mínimo de 5 lux. Entrará en funcionamiento automáticamente al producirse el fallo de los alumbrados generales o cuando la tensión de éstos baje a menos del 70% de su valor nominal.

Se situará en las salidas de los locales y de las dependencias indicadas en cada caso y en las señales indicadoras de la dirección de los mismos. Cuando existe un cuadro principal de distribución, tanto el local donde está ubicado como sus accesos estarán provistos de este tipo de alumbrado.

Contarán con una instalación de alumbrado de emergencia las zonas siguientes:

- Todos los recintos cuya ocupación sea mayor que 100 personas.
- Los recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a uso residencial o uso hospitalario, y los de zonas destinadas a cualquier uso que estén previstos para la evacuación de más de 100 personas.
- Todas las escaleras y pasillos protegidos, los vestíbulos previos y las escaleras de incendios.
- Los aparcamientos de más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- Los locales de riesgo especial y los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
- Los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- Los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas.

Para calcular el nivel de iluminación se considera nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos. Hay que considerar un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso por suciedad y envejecimiento de las lámparas.



Como regla práctica para distribución de las luminarias de emergencia, se determina que:

- La iluminancia mínima será de 5 lux.
- El flujo luminoso mínimo será de 30 lúmenes.

Criterio de ubicación de las luminarias de emergencia:

- En todas las puertas de las salidas de emergencia.
- Cerca de las escaleras para que todos los escalones queden iluminados.
- Para iluminar todas las salidas obligatorias y señales de seguridad.
- Cerca de todos los cambios de dirección.
- Cerca de los equipos de extinción de fuego así como de puntos de alarma.
- Cerca de los puestos de socorro.
- En todos los aseos y servicios.
- Salas de generadores de motores y salas de control.

El alumbrado de emergencia se puede clasificar en función de la fuente de alimentación de las luminarias, de la siguiente manera:

- *Luminarias autónomas:* Se caracterizan porque el suministro de energía eléctrica se efectúa en la propia luminaria o a un metro de distancia de la misma como máximo.
- *Luminarias centralizadas:* Se caracterizan porque la fuente de suministro de energía eléctrica se emplaza a más de un metro de distancia de las luminarias.

También se pueden clasificar en función del tipo de luminaria utilizada, como:

- *Luminarias permanentes:* Son luminarias alimentadas con energía eléctrica permanentemente. De manera que se efectúa al unísono un doble alumbramiento, normal y de emergencia.
- *Luminarias no permanentes:* son luminarias que solo se activan cuando falla la alimentación del alumbrado normal, es decir, cuando se interrumpe o disminuye por debajo del 70% de su valor nominal.
- *Luminarias combinadas:* son luminarias que disponen de dos o más lámparas que permiten alimentar parte de ellas con energía eléctrica para el alumbrado de emergencia y la otra parte conectadas al suministro del alumbrado normal, de manera que parte de las lámparas permanecen encendidas en todo momento mientras hay suministro de energía eléctrica al alumbrado normal, y la otra parte solo se encienden cuando falla dicho suministro eléctrico del alumbrado normal.

#### Justificación de los tipos de lámparas y luminarias empleadas:

La solución adoptada para el alumbrado de emergencia será la de luminarias autónomas y no permanentes incluyendo la señalización en la misma luminaria. En concreto, se utilizarán luminarias de la marca LEGRAND.

Estas luminarias disponen de varias referencias las cuales varían en cuanto a lúmenes proporcionados, autonomía, potencia de las lámparas, índices de protección y tipo de acumuladores de carga. Las características principales de estas lámparas se pueden consultar en el catálogo del fabricante.



Las lámparas se colocarán a diferentes alturas dependiendo del local donde se vayan a instalar. Así en zonas con falso techo como son, el área de oficinas, vestuarios, recibidor... se colocarán a una altura de 2,30 metros. En los locales con maquinaria como es el taller de mantenimiento, sala de bombas, compresores... se colocarán a una altura de 2,50 metros.

En los locales con grandes alturas como es el caso de la zona de producción y los almacenes, se colocarán a una altura superior a 3,5 metros del suelo, y además, si se requiere se contará con luminarias de emergencia suspendidas del techo para las zonas de paso de la nave.

A continuación se detalla el número de luminarias de emergencia, así como la marca y el modelo escogido:

Zona	Superficie (m <sup>2</sup> )	Ilumin. (lm/m <sup>2</sup> )	Flujo Nece. (lm)	Luminaria	Cant.	Flujo (lm)	Flujo Tot. (lm)
Comedor	102,93	5	514,65	Legrand G5 061776	2	310	620
Sala de Espera	12,10	5	60,50	Legrand L31 661019	1	100	100
Hall	28,50	5	142,50	Legrand G5 061761	1	155	155
Escaleras	5,00	5	25,00	Legrand L31 661019	1	100	100
Pasillos	70,98	5	354,90	Legrand L31 661019	4	100	400
Vestuarios	71,60	5	358,00	Legrand G5 061764	2	200	400
Aseos	73,48	5	367,40	Legrand L31 661019	4	100	400
Médico	20,94	5	104,70	Legrand G5 061761	1	155	155
Botiquín	11,40	5	57,00	Legrand L31 661019	1	100	100
Calidad	22,48	5	112,40	Legrand G5 061761	1	155	155
Prensa	106,12	5	530,60	Legrand G5 061776	2	310	620
Sala de Impresión	139,23	5	696,15	Legrand G5 061776	3	310	930
Almacén de Tintas	33,78	5	168,90	Legrand G5 061764	1	200	200
Sala de Climatización	50,15	5	250,75	Legrand G5 061776	1	310	310
Sala de Bombas	44,12	5	220,60	Legrand G5 061776	1	310	310
Talles de mantenimiento	107,77	5	538,85	Legrand G5 061776	2	310	620
Sala de Calderas	56,20	5	281,00	Legrand G5 061776	1	310	310
Sala de Compresores	60,65	5	303,25	Legrand G5 061761	2	155	310
Sala de Condensadores	4,50	5	22,50	Legrand L31 661019	1	100	100
Producción Zona 1	1696,99	5	8484,95	Legrand NT 061835	8	715	5.720
				Legrand NFL 061849	4	770	3.080
Producción Zona 2	1812,33	5	9061,65	Legrand NT 061835	8	715	5.720
				Legrand NFL 061849	5	770	3.850
Director Gerente	50,70	5	253,50	Legrand G5 061776	1	310	310
Director Técnico	50,83	5	254,15	Legrand G5 061776	1	310	310
Aseos	63,80	5	319,00	Legrand L31 661019	4	100	400
Hall / Pasillos	135,07	5	675,35	Legrand L31 661019	7	100	700
Sala de Espera	11,70	5	58,50	Legrand L31 661019	1	100	100
Administración Comercial	46,50	5	232,50	Legrand G5 061776	1	310	310
Sala de Juntas	117,54	5	587,70	Legrand G5 061776	2	310	620
Director de Personal	92,80	5	464,00	Legrand G5 061776	2	310	620
Sala de Informática	58,94	5	294,70	Legrand G5 061776	1	310	310
Administración	139,66	5	698,30	Legrand G5 061776	2	310	620
				Legrand L31 661019	1	100	100
Director Comercial	71,92	5	359,60	Legrand G5 061764	2	200	400
Sala de Reuniones	106,12	5	530,60	Legrand G5 061776	2	310	620
<b>TOTALES</b>			<b>27.384,15</b>		<b>84</b>		<b>30.085</b>



## 1.12.4. Accionamiento de las luminarias

El accionamiento de las luminarias situadas en la zona de producción y almacenes, así como las situadas en los pasillos de paso, se realizará directamente maniobrando en el Cuadro de Alumbrado diseñado para tal fin, situado junto al acceso de personal.

Para los demás espacios, el accionamiento se realiza mediante interruptores convencionales, conmutadores y conmutadores de cruzamiento. Además podrán activar todas o parte de las luminarias del local a iluminar para mejorar la eficiencia energética.

En el plano de alumbrado interior se especifica la situación de los mecanismos.

## 1.13. Distribución interior de la instalación

### 1.13.1 Introducción

Se llaman líneas interiores a las instalaciones llevadas a cabo en el interior de los edificios. Comprenden en este caso, las líneas que van desde el Cuadro General de Distribución hasta los aparatos receptores.

La instalación eléctrica objeto del presente proyecto se realizará en baja tensión, alterna y trifásica de 400V de línea y 230V de fase, siendo éstas tensiones normalizadas como indica el RBT.

Se han de calcular los conductores utilizados para alimentar las distintas máquinas y alumbrado de la nave, de modo que tengan la resistencia mecánica suficiente para las conducciones de la línea, no sufran calentamientos excesivos, y además, la caída de tensión en el propio conductor esté dentro de los límites establecidos en el RBT.

### 1.13.2 Factores para el cálculo de conductores

Para el cálculo de las líneas de distribución se tendrán en cuenta los siguientes factores.

#### 1.13.2.1 Criterio térmico

Teniendo en cuenta el efecto descubierto por Joule, si por un conductor cuya resistencia  $R$  circula una corriente  $I$  se elevará su temperatura de forma directamente proporcional al cuadrado de la corriente, por lo que, si la corriente es elevada, la temperatura del conductor aumentará llegando a deteriorar los aislantes y/o cubierta de los conductores pudiendo de este modo llegar a provocar cortocircuitos y destruir la propia instalación, poniendo en riesgo la seguridad de las personas.

Para cada sección de los conductores, existe un límite de carga en amperios que no debe sobrepasarse, que se corresponde con la temperatura máxima admisible que puede soportar esa sección del conductor sin que se produzcan los efectos antes señalados.

Las intensidades de las corrientes eléctricas admisibles en los conductores se regularán en función de las condiciones técnicas de las líneas de distribución y de los sistemas de protección empleados en los mismos.





Los cálculos y condiciones a las que deben ajustarse los proyectos y la ejecución de estas redes están fijados en las instrucciones complementarias correspondientes al RBT.

En estas tablas se dan las intensidades máximas admisibles según unas determinadas condiciones (condiciones normales), para cada sección de cable.

Complementado a esas tablas existen otras, que dan unos factores de corrección a esa intensidad admisible, que dependen de la temperatura ambiente, del tipo de canalización y número de conductores que se alojan en la misma. Por tanto, cuando las condiciones reales de la instalación sean distintas de las condiciones tipo, la intensidad admisible se deberá corregir aplicando los factores de corrección que vienen recogidos en las ITC-06 e ITC-07 del RBT.

### 1.13.2.2 Caída de tensión y pérdida de potencia

Una vez calculada la sección de acuerdo con la corriente que ha de circular, hay que calcular también la caída de tensión al final de la línea, para asegurarnos que ésta sea menor del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para fuerza. Se utilizarán las siguientes fórmulas, dependiendo del tipo de distribución que tengamos:

- Monofásica:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{C \cdot U} = \frac{2 \cdot L \cdot P}{C \cdot U \cdot V}$$

- Trifásica:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{C \cdot U} = \frac{L \cdot P}{C \cdot U \cdot V}$$

Siendo:

U: caída de tensión en voltios.

L: longitud de la línea en metros.

I: corriente nominal de la línea en Amperios

Cosφ: factor de potencia.

C: conductividad del material del conductor (56 para el Cobre).

V: Tensión nominal.

S: sección del cable en mm<sup>2</sup> .

Una vez obtenida la sección por ambos métodos (criterio térmico y criterio de caída de tensión), se elegirá la mayor sección de las dos.

### 1.13.3 Preinscripciones generales

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

### 1.13.3.1 Naturaleza de los conductores

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados excepto cuando vayan montados sobre aisladores, tal como se indica en la ITC-20 del RBT.

Secciones de los conductores de fases (mm <sup>2</sup> )	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2
<ul style="list-style-type: none"><li>• Con un mínimo de 2.5 mm<sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica.</li><li>• Con un mínimo de 4 mm<sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica.</li></ul>	

Cuando la sección de los conductores de fase o polares sea superior a 25 mm<sup>2</sup>, se puede admitir para los conductores de protección, unas secciones menores que las que resulten de la aplicación de las tablas pero por lo menos iguales a 16 mm<sup>2</sup>.

Los conductores de protección irán bajo los mismos tubos que los conductores de fase y las conexiones se realizarán por medio de empalmes, por piezas de conexión de apriete por rosca.

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación.

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de al menos 3 cm.

Las canalizaciones eléctricas se dispondrán de manera que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y, llegando el caso, reemplazar fácilmente los conductores deteriorados.

## 1.13.4 Sistemas de canalización

### 1.13.4.1 Canalizaciones

Hay muchos sistemas de instalación de los conductores para una canalización fija. Algunas de estas variantes son: conductores desnudos colocados sobre aisladores, conductores aislados sobre aisladores, conductores aislados bajo molduras, conductores aislados fijados directamente sobre las paredes, etc.

La solución más empelada hoy en día es la de conductores aislados sobre bandejas o a través de tubos.



Cuando las canalizaciones pasen a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techo, se realizará de acuerdo con prescripciones tales como: las canalizaciones estarán protegidas contra deterioros mecánicos, en toda la longitud de los pasos no habrá empalmes o derivaciones, se utilizarán tubos no obturados etc.

### 1.13.4.2 Tubos protectores

Hay muchas clases de tubos, dependiendo de las necesidades que se tengan, tales como; tubos metálicos rígidos blindados, tubos metálicos rígidos blindados con aislamiento interior, tubos aislantes rígidos normales curvos, tubos aislantes flexibles normales, tubo de PVC rígido, etc.

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

- 60 °C para los tubos aislantes constituidos por PVC.
- 70 °C para los tubos metálicos aislantes.

Tanto el diámetro de los tubos como el número de conductores que deben pasar por cada uno están largamente especificados en las tablas de la ITC-21 del RBT

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

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y haber sido fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinadas únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Las dimensiones de éstas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener.
- En ningún caso se permitirá la unión de conductores como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta las posibilidades de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación.



- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

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

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 centímetros.

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

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra.

Además de lo expuesto anteriormente para el cálculo del conductor, se harán las siguientes consideraciones a la hora de elegir el cable:

- El aislamiento del cable ha de ser tal que asegure en su parte conductora una continuidad eléctrica duradera. Normalmente el aislamiento del cable se determina con los picos de tensión que éste tiene que soportar en cualquier momento.
- La sección del cable a colocar en el alumbrado normalmente la determina la caída de tensión (si la longitud no es pequeña). La sección de los conductores de fuerza la determina la corriente a transportar y el calentamiento que esta puede producir, de tal forma que nunca se superen temperaturas determinadas por encima de las cuales el cable se deteriora.
- El cable elegido, teniendo en cuanto todo lo anteriormente expuesto, será capaz de soportar los cortocircuitos que puedan producirse, mejor que cualquier otra parte de la instalación. Se preverá que la temperatura y los esfuerzos electrodinámicos producidos por el cortocircuito, no deterioren en ningún momento el cable.



Para el cálculo del diámetro y distribución de los tubos protectores utilizados para distribuir las líneas a lo largo de la nave, tendremos en cuenta todo lo expuesto anteriormente, así como, todo lo expuesto en la ITC-21 del RBT.

## 1.14. Receptores (ITC-43 del RBT)

### 1.14.1 Introducción

Los aparatos receptores satisfarán los requisitos concernientes a una correcta instalación, utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberán producir perturbaciones en las redes de distribución pública ni en las comunicaciones.

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase de local, emplazamiento, utilización, etc.), con los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación necesarias para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos, pueda producirse en funcionamiento.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por intermedio de un conductor movable. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento y controlar esa conexión.

### 1.14.2 Receptores a motores (ITC- 47 del RBT)

Según indica el RBT, en la ITC-47, las secciones mínimas que deben tener los conductores de conexión de los motores, con objeto de que no se produzca en ellos un calentamiento excesivo serán las siguientes:

- Un solo motor: Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la intensidad a plena carga del motor en cuestión.
- Varios motores: Los conductores de conexión que alimentan a varios motores deberán estar dimensionados para una intensidad no menor a la suma de 125% de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia más la intensidad a plena carga de todos los demás.

### 1.14.3 Receptores para alumbrado (ITC- 44 del RBT)

Según la ITC-BT-44, las lámparas de descarga deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Los circuitos de alimentación de lámparas o tubos de descarga estarán provistos para transportar la carga debida a los propios receptores y a sus elementos asociados. La carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de los receptores. El conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.
- Será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0.90



## 1.15. Tomas de corriente

### 1.15.1 Introducción

Las bases de toma de corriente utilizadas en las instalaciones interiores o receptoras serán de acuerdo a la norma UNE 20315. Sin embargo, las bases de toma de corriente para uso industrial seguirán lo acordado en la norma UNE 60309.

El cálculo de la potencia a instalar en las tomas de corriente se encuentra en el documento: Cálculos del presente proyecto.

### 1.15.2 Tipos de tomas de corriente

Las tomas de corriente que se van a colocar en este proyecto serán tanto monofásicas como trifásicas, definiéndolas de la siguiente manera:

- Tomas de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T)
- Tomas de corriente monofásica para equipos informáticos de 16 A y 230 V (2P+T)
- Tomas de corriente trifásicas de 32 A y 400 V (4P+T)

### 1.15.3 Situación y número de tomas de corriente

Las tomas irán fijadas a las paredes por sus medios convencionales y a una altura de 20 cm en todas las zonas de la Nave Industrial exceptuando el caso de la zona de producción, que las tomas de corriente irán a una altura de 1,6 metros, agrupadas en una caja especial para su fijación, cumpliendo así lo establecido en la ITC-BT-27.

#### **PLANTA BAJA:**

- Recibidor:
  - 1 toma de corriente monofásica para equipos informáticos de 16 A y 230 V (2P+T)
- Comedor:
  - 2 tomas de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T)
- Aseos:
  - 8 tomas de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T)
- Sala de Espera:
  - 1 toma de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T)
- Médico:
  - 1 toma de corriente monofásica para equipos informáticos de 16 A y 230 V (2P+T)
- Calidad:
  - 1 toma de corriente monofásica para equipos informáticos de 16 A y 230 V (2P+T)
- Prensa:
  - 2 tomas de corriente trifásicas de 32 A y 400 V (4P+T)
- Sala de Impresión:
  - 2 tomas de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T)
- Sala de Climatización:
  - 1 toma de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T)
  - 1 toma de corriente trifásicas de 32 A y 400 V (4P+T)
- Sala de Bombas:
  - 1 toma de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T)
  - 1 toma de corriente trifásicas de 32 A y 400 V (4P+T)



- Taller de Mantenimiento:
  - 2 tomas de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T)
  - 2 tomas de corriente trifásicas de 32 A y 400 V (4P+T)
- Sala de Calderas:
  - 2 tomas de corriente trifásicas de 32 A y 400 V (4P+T)
- Sala de Compresores:
  - 2 tomas de corriente trifásicas de 32 A y 400 V (4P+T)
- Zona de Producción:
  - 6 tomas de corriente trifásicas de 16 A y 400 V (4P+T)

#### PRIMERA PLANTA:

- Director Gerente:
  - 1 toma de corriente monofásica para los ordenadores de 16 A y 230 V (2P+T)
  - 1 toma de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T)
- Director Técnico:
  - 1 toma de corriente monofásica para los ordenadores de 16 A y 230 V (2P+T)
  - 1 toma de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T)
- S. Espera:
  - 1 toma de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T)
- Aseos:
  - 8 tomas de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T)
- Administración Comercial:
  - 2 tomas de corriente monofásica para los ordenadores de 16 A y 230 V (2P+T)
- Sala de Informática:
  - 4 tomas de corriente monofásica para los ordenadores de 16 A y 230 V (2P+T)
- Sala de Juntas:
  - 1 toma de corriente monofásica para los ordenadores de 16 A y 230 V (2P+T)
  - 1 toma de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T)
- Administración:
  - 2 tomas de corriente monofásica para los ordenadores de 16 A y 230 V (2P+T)
  - 2 tomas de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T)
- Director de Personal:
  - 1 toma de corriente monofásica para los ordenadores de 16 A y 230 V (2P+T)
  - 1 toma de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T)
- Director Comercial:
  - 1 toma de corriente monofásica para los ordenadores de 16 A y 230 V (2P+T)
  - 1 toma de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T)
- Sala de Reuniones:
  - 1 toma de corriente monofásica para los ordenadores de 16 A y 230 V (2P+T)
  - 1 toma de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T)

## 1.16. Interruptores y contactores

Los interruptores escogidos en el presente proyecto y los cuales se utilizan para el encendido y apagado del alumbrado de la “zona de oficinas”, son de la marca LEGRAND. La situación de estos viene detallada en el plano correspondiente.

Tipo de interruptor	Cantidad
Interruptor	21
Conmutadores	30
De cruzamiento	9

## 1.17. Cálculo de las intensidades de línea

Los cálculos son básicamente iguales para todas las líneas, por lo tanto se indica el proceso y posteriormente se especifica los cables seleccionados. Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Se necesitan los siguientes datos de partida:

- Previsión de potencia de los receptores
- Tipo de receptor (monofásico o trifásico)
- Factor de potencia de los receptores
- Longitud de las líneas
- Tensión de las líneas

2. En primer lugar se calcula la intensidad de cada receptor:

- Monofásico:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi}$$

- Trifásico:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi}$$

Donde:

I: intensidad en A.

P: previsión de potencia del receptor en W.

V: tensión de la línea que le suministra en V. En este caso 230/400V.

Cos $\varphi$ : factor de potencia del receptor.

Cuando los receptores sean motores la potencia se multiplicará por 1,25. Y en el caso de que una línea alimente a varios motores, la línea se dimensionará para una intensidad no inferior a la suma del 125% de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

En los conductores que suministran corriente a lámparas de descarga, se calculará para una carga total de 1,8 veces la potencia nominal considerando un cos $\varphi$  = 0,9

Otro elemento a tener en cuenta será el factor de corrección, que depende de la temperatura ambiente, tipo de canalización y número de conductores que se alojan en la misma. Por tanto, cuando las condiciones reales de la instalación sean distintas a las condiciones tipo, la intensidad admisible se deberá corregir aplicando los factores de corrección recogidos en la ITC-07 del RBT.

Por tanto, para calcular la intensidad definitiva, ésta se multiplicará por 1,25 o por 1,8 dependiendo si los receptores son motores o lámparas de descarga, y además, se dividirá por el factor de corrección correspondiente.





## 1.18. Cálculo de los conductores de baja tensión

Una vez conocida la intensidad de cada receptor hay que seleccionar la línea que va a alimentar a cada uno de ellos.

Se distribuirán de forma que la potencia suministrada por cada uno de los receptores quede repartida equitativamente en todas las líneas, los receptores alimentados por la misma línea estén cercanos entre sí, y agrupando receptores del mismo tipo. No es conveniente alimentar por ejemplo la iluminación de la zona de oficinas con la misma línea que alimenta algún tipo de maquinaria, ya que puede provocar picos de corriente y/o huecos de tensión que pueden llegar a causar problemas en los sistemas informáticos.

La distribución de las líneas y de los cuadros aparece reflejada en los planos.

Elegimos el tipo de conductor a utilizar y por donde lo vamos a llevar, es decir, los siguientes condicionantes:

- Material del conductor (Aluminio o cobre)
- Tipo de instalación (bajo tubo, al aire, canaleta, bandeja, empotrados...)
- Material aislante (PVC, XLPE)
- Tipo de cable (unipolar, multiconductor)

Tras haber tomado las pertinentes decisiones se calculan las secciones de los conductores aplicando los siguientes criterios, ya mencionados en este mismo apartado de la memoria.

- Criterio térmico:

Se basa en el calentamiento del conductor. Consiste en limitar la densidad de corriente de tal manera que éste no adquiera una temperatura excesiva y acabe quemándose. A través de este criterio obtenemos la  $I_{max}$  admisible del conductor.

En función de las opciones escogidas anteriormente, se halla la sección necesaria a partir de las tablas recogidas por el RBT; ITC-07, líneas subterráneas e ITC-19, instalaciones interiores.

En este proyecto todas las líneas escogidas son cables unipolares de cobre con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE).

En el apartado de cálculo viene detallada la canalización de cada línea.

- Criterio de caída de tensión:

Se basa en la caída de tensión que se produce desde el punto de suministro de la línea hasta el último punto de carga. Teniendo en cuenta las condiciones que viene recogidas en el RBT, según la ITC-19, las máximas caídas de tensión admisibles serán del 4,5% para alumbrado y del 6,5% para los demás usos.

Por tanto, habrá que ver que sección es la adecuada para que la caída de tensión en las líneas no supere esos valores. Según sea la línea trifásica o monofásica tendremos distintas expresiones para calcular las secciones en función de las caídas de tensión, tal y como se ha explicado anteriormente.

- Monofásica:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{C \cdot U}$$

- Trifásica:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{C \cdot U}$$

Siendo:

U: caída de tensión en voltios.

L: longitud de la línea en metros.

I: intensidad nominal de la línea en Amperios

$\cos \varphi$ : factor de potencia.

C: conductividad del material del conductor (56 para el Cobre).

S: sección del cable en  $\text{mm}^2$ .

Una vez calculada la sección de la línea por ambos métodos, se escogerá como resultado la mayor.

Se obtiene la sección del neutro y del cable de protección siguiendo las tablas recogidas en el RBT, ITC-19 u otras ITC's correspondientes.

El tipo de instalación y los conductores se detallan, así como la tabla completa de cómo quedan los cables, en el documento cálculos.

## 1.18.1 Soluciones adoptadas

### 1.18.1.1 Conductores

- RZ1-K 0.6/1 kV PRYSMIAN AFUMEX [AS]  
Conductor: cobre recocido clase 5 flexible  
Aislamiento: polietileno reticulado (XLPE)  
Cubierta: Mezcla especial cero halógenos con poliolefinas  
Tª de servicio  
    Servicio permanente: 90 °C  
    Cortocircuito: 250 °C

Tendrá sección suficiente para las caídas de tensión determinadas por el RBT y las intensidades admisibles por los conductores en todos los casos, siempre serán superiores a las máximas previsibles para el circuito de la instalación.

## 1.18.1.2 Canalizaciones

La canalización por donde se llevarán los conductores se dividirá en las siguientes partes desarrolladas a continuación:

- **Línea general de alimentación:**

La línea general de alimentación partirá desde el centro de transformación (cuadro de baja tensión) hasta el cuadro general de distribución en el interior de la nave, situado a 25 metros. Irá enterrado a 0,7 m de profundidad. Se realizará una zanja de 40x70cm. Con arena lavada debajo del tubo y relleno de tierra excavada. Se llevarán tres fases y neutro, constituida cada una de las fases por dos conductores unipolares de 240 mm<sup>2</sup> y el neutro por un único conductor de 240 mm<sup>2</sup>. El diámetro del tubo de la acometida será de 225 mm, de 2,2 mm de espesor, liso por el interior y corrugado por el exterior, color rojo, de resistencia de aplastamiento 450 N.

- **Canalización general:**

La canalización general de la nave se realizará a través de bandeja portacables de malla de acero galvanizado de 200 mm de ancho y 35 mm de alto. Se llevará canalizado desde el CGMP a los diferentes cuadros secundarios. Cuando las líneas lleguen a donde están situados los cuadros secundarios, se bajarán mediante tubos metálicos. Esta bandeja irá rodeando las diferentes zonas, a una altura de 4 metros.

- **Derivaciones:**

En la zona de producción y en las salas de máquinas con una altura superior a los 2,5 metros, la derivación se realizará a través de tubo de acero galvanizado en canalización enterrada a 20 cm de profundidad o adosado sobre la pared. La derivación del alumbrado de la zona de producción irá suspendida del techo mayormente, y en algún caso adosada sobre pared. Para el alumbrado exterior se realizarán derivaciones adosadas sobre la pared.

La canalización de las dos plantas de la zona de oficinas de altura menor o igual a 2,5 metros se realizará a través de tubos de PVC corrugados que pasarán a través de falso techo, por catas y/o empotrado en la pared.

Además, se realizará la instalación de todo el alumbrado de emergencia y señalización por medio de tubo grapado sobre pared.

## 1.19. Protecciones en baja tensión

### 1.19.1 Introducción

Toda instalación eléctrica tiene que estar dotada de una serie de protecciones que la hagan segura, tanto desde el punto de vista de los conductores y los aparatos a ellos conectados, como de las personas que han de trabajar con ella.

Existen muchos tipos de protecciones que pueden hacer a una instalación eléctrica completamente segura ante cualquier contingencia. En las instalaciones de baja tensión, y de acuerdo con las ITC-22, ITC-23 e ITC-24 del RBT, debemos considerar las siguientes protecciones:



- Protección de la instalación:
  - Contra sobrecargas.
  - Contra cortocircuitos.
- Protección de las personas:
  - Contra contactos directos.
  - Contra contactos indirectos.

## 1.19.2 Conceptos básicos

Para la realización de la protección de la nave se han de tener en cuenta una serie de conceptos básicos:

■ **Interruptor diferencial:** dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones eléctricas con el fin de proteger a las personas de las derivaciones causadas por la falta de aislamiento entre los conductores y tierra o masa de los aparatos. Consta de dos bobinas, colocadas en serie con los conductores de alimentación de corriente y que producen campos magnéticos opuestos y un núcleo o armadura que mediante un dispositivo mecánico adecuado puede accionar unos contactos. Dicho interruptor provocará la apertura automática de la instalación cuando la suma vectorial de las intensidades que atraviesan los polos del aparato alcanza un valor determinado.

■ **Conductor eléctrico:** se dice que un cuerpo es conductor eléctrico cuando puesto en contacto con un cuerpo cargado de electricidad transmite ésta a todos los puntos de su superficie. Generalmente suelen ser hilos de cobre.

■ **Interruptor automático:** es un aparato mecánico de conexión capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes en condiciones normales, así como de establecer y soportar durante un tiempo corrientes de cortocircuito.

El interruptor automático consta de:

1. Cámara de extinción: absorbe el arco que se produce al abrir y cerrar los contactos.
2. Mecanismo de apertura y cierre: lo que hace es abrir y cerrar el contacto.
3. Disparadores: mandan abrir este mecanismo de apertura: Hay de dos tipos

a) Disparadores primarios:

- Térmicos: Verifica si se produce una sobrecarga.
- Electromagnéticos: para verificar cortocircuitos. A partir de 125 A el disparador es regulable.

b) Disparador secundario:

Siempre está conectado a un contacto auxiliar que está alimentado a una fuente de alimentación. Este disparador también se puede utilizar para el rearme de automático, además de una determinada condición que nosotros hayamos impuesto.

■ **Interruptor magnetotérmico:** Es un pequeño interruptor automático. Tiene las mismas partes que un interruptor automático excepto que no tienen disparadores secundarios. Además tampoco son regulables. Es el elemento responsable del corte de la corriente con el fin de protegernos. Es un dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones eléctricas con el



fin de proteger frente a las intensidades excesivas, producidas como consecuencia de cortocircuitos o por el excesivo número de elementos de consumo conectados a ellas. Para su funcionamiento, los interruptores magnetotérmicos aprovechan dos de los efectos producidos por la circulación de corriente eléctrica por un circuito, el magnético y el térmico. El dispositivo consta, por tanto, de dos partes, un electroimán y una lámina bimetálica, conectadas en serie y por las que circula la corriente que va a hacia la carga.

■ **Fusibles:** Es un aparato de conexión que provoca la apertura del circuito por fusión debido al calentamiento de uno o varios elementos destinados a ese fin.

1. Portafusibles es la parte fija donde se coloca el fusible
2. Fusible: está formado por un cartucho aislante donde en su interior está el conductor, la parte metálica donde se va a fundir. Luego también tiene dentro aire en vacío.

La característica del fusible es que tiene un alto poder de corte (hasta 100 KA) y tiene el inconveniente de que no se puede rearmar.

### 1.19.3 Protección de la Instalación

Los dispositivos de protección tienen por finalidad registrar de forma selectiva las averías y separar las partes de la instalación defectuosas, así como limitar las sobreintensidades y los defectos de los arcos.

Cuando se disponen varios interruptores en serie, generalmente se requiere que estos sean selectivos. La selectividad es la coordinación de dispositivos de corte automático para que un defecto, producido en un punto cualquiera de la red, sea eliminado por el interruptor colocado inmediatamente aguas arriba del defecto, y solo por él. La selectividad de las protecciones es un elemento esencial que debe ser tomado desde el momento de la concepción de una instalación en baja tensión, con el fin de garantizar a los usuarios la mejor disponibilidad de la energía. La selectividad es importante en todas las instalaciones para el confort de los usuarios, pero fundamentalmente solo se encuentra en las instalaciones que alimentan los procesos industriales de fabricación. Un dispositivo de protección se considera selectivo cuando solamente dispara el interruptor inmediatamente anterior al punto defectuoso, tomando como base el sentido de flujo de la energía. En caso de fallar el interruptor, tiene que actuar otro de orden superior.

Una instalación no selectiva está expuesta a riesgos de diversa gravedad:

- Imperativos de producción no respetados.
- Obligación de volver a realizar los procesos de arranque para cada una de las máquinas herramientas, como consecuencia de una pérdida de alimentación general.
- Paros de motores de seguridad tales como bombas de lubricación, extractores de
- humos, etc.
- Roturas de fabricación con:
  - Pérdida de producción o de producto terminado
  - Riesgo de avería en los útiles de producción dentro de procesos continuos.

Se entiende por tiempo de escalonamiento al intervalo de tiempo necesario para que dispare con seguridad sólo el elemento de protección anterior al punto de defecto. Las características de disparo de los diversos elementos de protección no deben entrecruzarse.



### 1.19.3.1 Protección contra sobrecargas

Se denomina sobrecarga al paso de una intensidad superior a la nominal de la instalación. Esta intensidad superior a la nominal, no producirá daños en la instalación si su duración es breve. Se comprende que producirá grandes daños si su duración es larga, pues los aparatos receptores y conductores no están preparados para soportar este incremento de temperatura a la que se verán sometidos como consecuencia del incremento de la intensidad. La consecuencia más directa de la sobrecarga es una elevación de la temperatura, que por otra parte, es la causa directa de los desperfectos que pueda ocasionar la sobrecarga en la instalación.

Los dispositivos de protección, deben estar previstos para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que ésta pueda provocar calentamiento que afecte al aislamiento, las conexiones, los terminales, o el medio ambiente. Las protecciones que se utilizan para sobrecargas, se tratan esencialmente de una protección térmica, es decir, basada en la medición directa o indirecta de la temperatura del objeto que se va a proteger, permitiendo además la utilización racional de la capacidad de sobrecarga de este mismo objeto.

Debe instalarse un dispositivo que asegura la protección contra las sobrecargas en los lugares en que un cambio trae consigo una reducción del valor de la corriente admisible de los conductores, por ejemplo, un cambio de sección, de naturaleza, de modo de instalación...

Según la ITC-22 del RBT, los dispositivos de protección contra sobrecargas serán fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o interruptores automáticos de corte omnipolar con curva térmica de corte.

### 1.19.3.2 Protección contra cortocircuitos

Se produce un cortocircuito en un sistema de potencia cuando entran en contacto entre sí o con tierra conductores correspondientes a distintas fases. Normalmente las corrientes de cortocircuito son muy elevadas, entre 5 y 20 veces al valor máximo de la corriente de carga en el punto de falta.

La corriente de cortocircuito es la corriente que fluye por el punto en que se ha producido el cortocircuito y mientras tenga duración éste. Dicha corriente transcurre, generalmente, en un principio de forma asimétrica con respecto a la línea cero y contiene una componente alterna y otra continua. La componente de corriente alterna se amortigua hasta alcanzar el valor de la intensidad permanente de cortocircuito. La componente de corriente continua se atenúa hasta anularse completamente.

Un cortocircuito tiene las siguientes características:

- Duración: auto extinguido, transitorio y permanente.
- Origen: originados por factores mecánicos (rotura de conductores, conexión eléctrica accidental entre dos conductores producida por un objeto conductor extraño, como herramientas o animales), debidos a sobretensiones eléctricas de origen interno o atmosférico, causados por la degradación del aislamiento provocada por el calor, la humedad o un ambiente corrosivo.
- Su localización: dentro o fuera de una máquina o un cuadro eléctrico.



Desde otro punto de vista, los cortocircuitos pueden ser: monofásicos (el 80% de los casos), bifásicos (el 15% de los casos, que suelen degenerar en trifásicos) y trifásicos de origen (el 5% de los casos).

El RBT admite como dispositivo de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos, cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación. Se admite, no obstante que, cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecarga, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

Los dispositivos de protección deben ser previstos para interrumpir toda la corriente del cortocircuito en los conductores, antes que ésta pueda causar daños como consecuencia de los efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones. Todo dispositivo que asegure la protección contra cortocircuito debe responder a las dos siguientes condiciones:

1. Su poder de ruptura debe ser por lo menos, igual a la corriente de cortocircuito presunta en el punto en el que se encuentra instalado. Puede admitirse un dispositivo de poder de ruptura inferior al previsto, a condición de que por el lado de la alimentación se instale otro dispositivo con el poder de ruptura necesario.
2. El tiempo de ruptura de toda corriente resultante de un cortocircuito producido en un punto cualquiera del circuito no debe ser superior al tiempo que se requiera para llevar la temperatura de los conductores al límite admisible.

Un cortocircuito puede tener diferentes consecuencias dependiendo de la naturaleza y duración de los defectos, del punto de la instalación afectado y de la magnitud de la intensidad.

Según el lugar del defecto, la presencia de un arco puede:

- Degradar los aislantes.
- Fundir los conductores.
- Provocar un incendio o representar un peligro para las personas.

Según el circuito afectado, pueden presentarse:

- Sobreesfuerzos electrodinámicos con deformación de los juegos de barras y arrancado o desprendimiento de los cables.

Puede haber un sobrecalentamiento debido al aumento de pérdidas por efecto Joule, con riesgo de deterioro de los aislantes.

Para la correcta aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20.460 se deberá aplicar lo indicado en la tabla 1 de la ITC-BT-22, del RBT.

### 1.19.3.3 Cálculo de las corrientes de cortocircuito

Para el diseño de una instalación y poder elegir adecuadamente los dispositivos de protección debemos conocer las corrientes de cortocircuito máximas y mínimas en los distintos niveles.

■ **Corrientes de cortocircuito máximas:** Estas corrientes corresponden a un cortocircuito en los bornes de salida del dispositivo de protección, considerando la configuración de la red y al tipo de cortocircuito de mayor aporte. En general, en las instalaciones de baja tensión el tipo de cortocircuito de mayor aporte es el trifásico.

Estas corrientes se utilizan para determinar:

- El poder de corte y de cierre de los interruptores.
- Los esfuerzos térmicos y electrodinámicos en los componentes.

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito máxima tendremos en cuenta todo lo que haya aguas arriba del interruptor automático a calcular.

Dicha corriente se calculará mediante las siguientes expresiones, en función de si es un cortocircuito tetrapolar o bipolar:

- Tetrapolar:

$$I_{cc \max} = \frac{U_N \cdot C}{\sqrt{3} \cdot Z_d}$$

- Bipolar:

$$I_{cc \max} = \frac{U_N \cdot C}{2 \cdot Z_d}$$

Donde:

I<sub>cc</sub>: corriente de cortocircuito eficaz en Amperios.

C: variación de tensión. Su valor para instalaciones de baja tensión a 230/400 V es de 1.

U<sub>N</sub>: tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.

Z<sub>d</sub>: impedancia total por fase de la red aguas arriba del defecto en Ω.

Una vez se ha calculado la corriente de cortocircuito máxima, se obtiene el poder de corte, que deberá cumplir la siguiente condición:

$$PdC \geq I_{cc \max}$$

Siendo el PdC, el poder de corte de los interruptores magnetotérmicos que escogeremos.

■ **Corriente de cortocircuito mínima:** Estas corrientes corresponden a un cortocircuito en el extremo del circuito protegido, considerando la configuración de la red y al tipo de cortocircuito de menor aporte. En las instalaciones de baja tensión los tipos de cortocircuito de menor aporte son el fase-neutro (circuito con neutro) o entre dos fases (circuitos sin neutro).



Estas corrientes se utilizan para determinar:

- El ajuste de los dispositivos de protección para la protección de los conductores frente a cortocircuitos.
- Tipo de curva del interruptor magnetotérmico.

Esta corriente se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc \min} = \frac{C \cdot U_N \cdot \sqrt{3}}{|2 \cdot Z_d + Z_0|}$$

Donde:

Icc: corriente de cortocircuito eficaz en A.

C: variación de tensión. Valor para instalaciones de baja tensión a 230/400V de 0,95.

$U_N$ : tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.

$Z_d$ : impedancia directa en  $\Omega$ , teniendo en cuenta que la temperatura de cortocircuito es de 250°C.

$Z_0$ : impedancia homopolar en  $\Omega$ .

Una vez calculada la corriente de cortocircuito mínima, antes de elegir el tipo de curva del interruptor magnetotérmico, es necesario calcular su calibre (intensidad nominal). Se acotará del siguiente modo:

$$I_{cal} < I_{nom} < I_{adm}$$

Donde:

- $I_{cal}$ : es la intensidad prevista partiendo de la previsión de cargas que va a ser alimentada por la línea en la que está la protección, su tensión y el factor de potencia. Por tanto se puede determinar de la siguiente manera:

$$I_{cal} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi}$$

- $I_{adm}$ : es la máxima intensidad que puede circular por el cable sin que sufra daños irreversibles. Se obtiene de la tabla 1 de la ITC-19 del RBT.

Dentro del intervalo que nos ofrecen estos dos valores se escoge el que más convenga teniendo en cuenta los valores normalizados.

Finalmente ya se puede conocer el tipo de curva del interruptor magnetotérmico, de forma que la  $I_{cc \min}$  sea mayor o igual que la corriente de magnetización, siendo esta corriente para cada curva:

$$\text{Curva B} \Rightarrow I_{mag} = 5 \cdot I_N$$

$$\text{Curva C} \Rightarrow I_{mag} = 10 \cdot I_N$$

$$\text{Curva D} \Rightarrow I_{mag} = 20 \cdot I_N$$

### 1.19.3.4 Cálculo de las impedancias

■ **Impedancia Directa (Zd):** Cada constituyente de una red de baja tensión se caracteriza por una impedancia Z compuesta de:

- Un elemento resistivo puro R.
- Un elemento inductivo puro X, llamado reactancia.

El método consiste en descomponer la red en trozos y en calcular para cada uno de ellos los valores de R y de X. Después se suman aritméticamente por separado.

$$Z_d = Z_a + Z_T + Z_L + Z_{aut}$$

■ **Impedancia de la Línea MT/AT (Za):** La potencia de cortocircuito de la red es un dato de la compañía distribuidora de energía (500MVA). Despreciando la resistencia frente a la reactancia se puede calcular la impedancia de la red aguas arriba llevada al secundario del transformador:

$$Z_a = X = \frac{U_s^2}{S_{cc}}$$

Donde:

Us: tensión en vacío del secundario del transformador en voltios.

Scc: potencia de cortocircuito en VA.

Za: impedancia aguas arriba del defecto en  $j\Omega$ . Es totalmente inductiva.

■ **Impedancia del Transformador de distribución (Z<sub>T</sub>):**

Para el cálculo aproximado, se puede igualmente despreciar la resistencia debida a las pérdidas en el cobre según la relación:

$$Z_T = X = \frac{U_s^2 \cdot U_{cc}}{S}$$

Donde:

Us: tensión en vacío entre fases en voltios.

Ucc: tensión de cortocircuito en % (4.5%).

S: potencia aparente en VA del transformador (800 KVA).

ZT: impedancia o reactancia al secundario en  $j\Omega$ .

La resistencia y la reactancia, tanto del transformador como del aparellaje de alta tensión lo podemos considerar despreciable, con el motivo de ahorrar cálculos prácticamente innecesarios.

### ■ Impedancia de los Conductores ( $Z_L$ ):

La resistencia de los conductores se calculará según la fórmula:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S}$$

Donde:

R: resistencia del conductor en  $\Omega$ .

$\rho$ : resistividad del material, la resistividad de un conductor de cobre a 20°C es de 0,011724  $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ .

L: longitud del conductor.

S: sección por fase del conductor.

Para secciones iguales o inferiores a 150  $\text{mm}^2$  se desprecia la reactancia de la línea.

### ■ Impedancia de los Automatismos ( $Z_{AUT}$ ):

Esta impedancia representa los automatismos (protecciones, relés, bobinas...) colocados aguas arriba. El valor de la impedancia de cada automatismo es de 0,15  $\text{jm}\Omega$ .

$$Z_{aut} = X_{aut} = n^{\circ} \text{ automatismos} \cdot 0,15 \text{ jm}\Omega$$

En el nº de automatismos se incluye el que se está calculando, así como otros de otra índole como diferenciales, relés, fusibles...

### ■ Impedancia Directa Nueva ( $Z_{dNueva}$ ):

Con el objetivo de determinar la curva del interruptor magnetotérmico, se procede a calcular la nueva impedancia directa. Para ello se debe tener en cuenta la  $Z_d$  de la línea más desfavorable, es decir, también hay que tener en cuenta las impedancias aguas abajo.

Otra novedad es que para calcular la nueva  $Z_L$ , hay que calcularlo a temperatura de cortocircuito (250°C). Para ello, se hace la siguiente transposición:

$$Z_{L,250^{\circ}\text{C}} = Z_{L,20^{\circ}\text{C}} \cdot (1 + \alpha T)$$

Donde:

$$\alpha: 4 \cdot 10^{-3}$$

$$T: 250^{\circ}\text{C} (160^{\circ}\text{C si es PVC}) - 20^{\circ}\text{C} = 230^{\circ}\text{C}$$

Por tanto:

$$Z_{d,Nueva} = Z_a + Z_T + Z_{L,250^{\circ}\text{C}} + Z_{AUT}$$

### ■ Impedancia Homopolar ( $Z_h$ ):

En este caso también se calcula la impedancia al final de la línea:

$$Z_O = Z_{aO} + Z_{TO} + Z_{LO} + Z_{AUTO}$$

Donde:

$$Z_{aO} = 0$$

$$Z_{TO} = Z_T$$

$$Z_{LO} = 3 \cdot Z_{L,250^\circ C}$$

$$Z_{AUTO} = 3 \cdot Z_{AUT}$$

## 1.19.4 Protección de las personas

Siempre que existan entre dos puntos una diferencia de potencial y un elemento conductor que los une entre sí, se establecerá una corriente eléctrica entre ellos. La circulación de la corriente por las personas se puede producir:

- Cuando las personas se pongan en contacto directo con una parte eléctrica que normalmente estará en tensión (contacto directo) debido a que un conductor descubierto se ha hecho accesible por ruptura, defecto en el aislamiento...
- Cuando la persona se pone en contacto con una parte metálica que accidentalmente se encuentra bajo tensión (contacto indirecto), como puede ser la carcasa conductora de un motor o máquina..., que puedan quedar bajo tensión por un defecto en el aislamiento, por confusión en la conexión del conductor de protección con el de fase activa.

Se han realizado diversos estudios para determinar con exactitud los valores peligrosos de intensidad y tiempo, trazándose de esta forma curvas límites de tiempo-corriente para diferentes grados de peligrosidad. En general, valores inferiores a 30mA se ha comprobado que no son peligrosos para el hombre, así como tiempos inferiores a 30ms.

Como es lógico, los valores de esta intensidad dependerán de los de la tensión existente y de la resistencia eléctrica del cuerpo humano. Las distintas precauciones que se emplean tenderán a limitar la tensión de contacto.

El RBT fija según la ITC-24 estos valores:

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

El grado de peligrosidad de la corriente eléctrica para la persona que pueda establecer contacto directo o indirecto dependerá de factores fisiológicos, e incluso de su estado concreto en el momento del contacto; sin embargo, al margen de ello, a nivel general, se puede decir que depende del valor de la corriente que pasa por él y de la duración de la misma.



### 1.19.4.1 Protecciones contra contactos directos

Para asegurar una protección eficaz ante los contactos directos que se puedan producir es conveniente tomar las siguientes medidas:

- Alejamiento de las partes activas de la instalación, de este modo se hace imposible un contacto fortuito con las manos.
- Interposición de obstáculos (ej. Armarios eléctricos aislantes o barreras de protección), con ellos se impide cualquier contacto accidental con las partes activas de la instalación. Si los obstáculos son metálicos, se deben tomar también las medidas de protección previstas contra contactos indirectos.
- Recubrimiento con material aislante (ej. Aislamiento de cables, Portalámparas...). No se consideran materiales aislantes apropiados la pintura, los barnices, las lacas o productos similares.

En esta instalación se adoptará principalmente el indicado en el último apartado, es decir, todos los conductores activos estarán recubiertos por aislamientos apropiados.

### 1.19.4.2 Protecciones contra contactos indirectos

Los sistemas de protección contra estos contactos están fundamentados en estos tres principios:

- Impedir la aparición de defectos mediante aislamientos complementarios.
- Hacer que el contacto eléctrico no sea peligroso mediante el uso de tensiones no peligrosas.
- Limitar la duración del contacto a la corriente mediante dispositivos de corte.

Las medidas de protección contra contactos indirectos dependen del esquema de distribución, siendo en este caso un esquema TT las características y prescripciones serán las siguientes:

- Todas las masas de los equipos eléctricos y protegidos por un mismo dispositivo de protección deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.
- El punto neutro de cada generador o transformador, o, si no existe, un conductor de fase de cada generador o transformador, debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_A \cdot I_A < U$$

Siendo:

$R_A$  = suma de las resistencias de toma de tierra y de los conductores de protección de las masas.

$I_A$  = corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección.

$U$  = tensión de contacto límite convencional.



Los dispositivos de protección utilizados en el esquema TT son los siguientes:

- Dispositivos de protección de corriente diferencial residual.
- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles e interruptores automáticos.

El valor mínimo de la corriente de defecto, a partir de la cual el interruptor diferencial debe abrir automáticamente, en un tiempo conveniente, la instalación a proteger, determina la sensibilidad de funcionamiento del aparato.

La elección de la sensibilidad del diferencial que debe utilizarse en cada caso viene determinada por la resistencia de tierra de las masas, medida en cada punto de conexión de las mismas. Debe cumplir la relación:

- En locales secos:  $R \leq (50/I_s)$
- En locales húmedos o mojados:  $R \leq (24/I_s)$

Siendo  $I_s$  la sensibilidad en mA.

## 1.20. Puesta a tierra

### 1.20.1 Introducción

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

La puesta a tierra se plantea como una instalación paralela a la instalación eléctrica, como un circuito de protección, que tiene que proteger a las personas, a las instalaciones eléctricas y a los receptores conectados a ellas.

El límite de tensión admisible entre una masa cualquiera y la relación a tierra, o entre masas distintas, nos viene definido en la ITC-BT 18.

- Locales húmedos 24 Voltios.
- Locales secos 50 Voltios.

Las tomas de tierra limitan las sobreintensidades que por diferentes causas aparecen en las instalaciones, siendo esta limitación tanto mayor en cuanto a las tomas de tierra presenten menor impedancia al paso de esta corriente.

Durante el transcurso de las perturbaciones, los equipos de una misma instalación deben quedar al mismo potencial; siendo muy importante la necesidad de corregir pequeños valores de puesta a tierra, con el fin de obtener la equipotencialidad.

### 1.20.2 Objetivo de la puesta a tierra

La puesta a tierra, es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de sección suficiente, entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo, con el objeto de conseguir que en el conjunto de



instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de falta o las de descarga de origen atmosférico.

La instalación a tierra manda a tierra toda corriente eléctrica que se salga de su recorrido normal y también enviará a tierra corrientes o descargas de origen atmosférico procedentes de otras fuentes.

El paso de estas diferentes corrientes por el terreno conductor, con unas características eléctricas variables por sus características geológicas, producen unas distribuciones de potencial en toda su masa y en particular en su superficie, con las consiguientes diferencias de potencial entre puntos del terreno que inciden directamente sobre la seguridad de las personas. Por ello, los estudios de las puestas a tierra deberían considerar:

- La seguridad de las personas.
- La protección de las instalaciones.
- La protección de equipos sensibles.
- Un potencial de referencia.

Para ellos es necesario conocer:

- Los elementos que forman las instalaciones.
- Las diferentes fuentes de corriente que las solicitan.
- Las respuestas de los diferentes elementos a estas diferentes fuentes.
- El terreno, teniendo en cuenta su heterogeneidad (rocas que lo forman, estratos, textura...) y los factores que sobre él actúan (humedad y temperatura).

## 1.20.3 Partes de la puesta a tierra

### 1.20.3.1 El terreno

El terreno, desde el punto de vista eléctrico, se considera como el elemento encargado de disipar corrientes de defecto o descargas de origen atmosférico. Este comportamiento viene determinado por la resistividad, que es una característica de todos los materiales y que nos da una idea de la resistencia que ofrece un material al ser atravesado por una corriente eléctrica.

Los cuerpos que tiene una resistividad muy baja, dejan pasar fácilmente la corriente eléctrica y los que la tienen muy alta, se oponen al paso de corriente. La resistividad del terreno se mide en ohmios por metro.

Como los terrenos no suelen ser uniformes en cuanto a su composición, un determinado terreno tendrá una resistividad aparente que promedia los efectos de las diferentes capas que componen el terreno. La investigación de las características eléctricas del terreno es un requerimiento de la instrucción MIE-RAT-13, para realizar el proyecto de una instalación de puesta a tierra.

El terreno, como conductor de la corriente eléctrica, se puede considerar como un agregado formado por una parte sólida mineral y sendas partes líquida y gaseosa. La resistividad del terreno depende de los siguientes conceptos:



- Humedad.
- Resistividad de los minerales que forman la fracción sólida.
- Resistividad de los líquidos y gases que rellenan los poros de la fracción sólida.
- Porosidad.
- Salinidad.
- Superficie de separación de la fase líquida con la fase sólida.
- Temperatura.
- Textura.

### 1.20.3.2 Tomas de tierra

La toma de tierra es el elemento de unión entre el terreno y el circuito instalado en el interior del edificio.

La toma de tierra consta de tres partes fundamentales.

#### 1.20.3.2.1 Electrúdo

Es una masa metálica, permanentemente en buen contacto con el terreno, para facilitar el paso a éste, de la corriente de defecto que pueda presentarse a la carga eléctrica que tenga o pueda tener.

Los electrodos estarán contruidos con materiales inalterables a la humedad y a la acción química del terreno. Por ello, se suelen usar materiales tales como el cobre, el acero galvanizado y el hierro zincado.

Según su estructura, los electrodos pueden ser:

- Placas: Serán de cobre o hierro zincado. En caso de ser necesarias varias placas, estas se colocarán separadas una distancia de 3 metros.
- Picas: Pueden estar formadas por tubos de acero zincado de 60 mm de diámetro mínimo, o de cobre de 14 mm de diámetro, y con unas longitudes nunca inferiores a 2 metros. En el caso de ser necesarias varias picas, la distancia entre ellas será, al menos, igual a la longitud.
- Conductores enterrados: Se usarán cables de cobre desnudo de al menos 35 mm<sup>2</sup> de sección, o cables de acero galvanizado de un mínimo de 2,5mm de diámetro. Estos electrodos deberán enterrarse horizontalmente a una profundidad no inferior a 50 cm.
- Mallas metálicas: Formadas por electrodos simples del mismo tipo unidos entre sí y situados bajo tierra.

En todos los casos, la sección del electrodo debe ser tal que ofrezca menor resistencia que la del conductor de las líneas principales de tierra. La resistencia del electrodo depende de su forma, de sus dimensiones y de la resistividad del terreno. Las fórmulas que se deben utilizar para calcular dicha resistencia vienen recogidas en la ITC-18 del RBT.

#### 1.20.3.2.2 Líneas de enlace con tierra

La línea de enlace con la tierra está formada por los conductores que unen el electrodo, conjunto de electrodos o anillo, con el punto de puesta a tierra. Los conductores de enlace con tierra, desnudos en el suelo, se consideran que forman parte del electrodo y deberán ser de cobre



u otro metal de alto punto de fusión con un mínimo de 35 mm<sup>2</sup> de sección en caso de ser de cobre o su equivalente de otros metales.

### 1.20.3.2.3 Punto de puesta a tierra

Es una parte situada fuera del suelo, que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra. La instalación que lo precise, dispondrá de un número suficiente de puntos de puesta a tierra convenientemente distribuidos, que estarán conectados al mismo electrodo o conjunto de electrodos. El punto de puesta a tierra estará constituido por un dispositivo de conexión (regleta, placa, borne, etc.), que permita la unión entre los conductores de las líneas de enlace y principal de tierra, de forma que pueda, mediante útiles apropiados, separarse éstas, con el fin de poder realizar la medida de la resistencia de tierra.

### 1.20.3.2.4 Línea principal de tierra

Es la parte del circuito de puesta a tierra del edificio, que está formado por conductores de cobre, que partiendo de los puntos de puesta a tierra, conecta con las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de todas las masas o elementos necesarios.

Serán de cobre y se dimensionarán con la máxima corriente de falta que se prevé, siendo como mínimo de 16 mm<sup>2</sup> de sección.

Su tendido se hará buscando los caminos más cortos y evitando los cambios bruscos de dirección. Se evitará someterlos a desgastes mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y los desgastes mecánicos. La línea principal de tierra termina en el punto de puesta a tierra, teniendo especial cuidado en la conexión, asegurando una conexión efectiva.

### 1.20.3.2.5 Derivaciones de las líneas principales de tierras

Son los conductores que unen la línea principal de tierra con los conductores de protección o bien directamente las masas significativas que existen en el edificio. Serán de cobre o de otro metal de elevado punto de fusión. El dimensionamiento viene en la ITC-BT-18.

Secciones de los conductores de fases (mm <sup>2</sup> )	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2
<ul style="list-style-type: none"><li>• Con un mínimo de 2.5 mm<sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica.</li><li>• Con un mínimo de 4 mm<sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica.</li></ul>	

### 1.20.3.2.6 Conductores de protección

Son los conductores de cobre, encargados de unir eléctricamente las masas de una instalación y de los aparatos eléctricos, con las derivaciones de la línea principal de tierra, con el fin de asegurar la protección contra los contactos indirectos.

El dimensionamiento de estos conductores, viene dado en función de la sección del conductor de fase de la instalación que protege, según la ITC-19 del RBT

## 1.20.4 Elementos a conectar a la toma de tierra

Una vez realizada la toma de tierra del edificio, se deberá conectar en los puntos de puesta a tierra todos los elementos metálicos o elementos susceptibles de ponerse en tensión, con el fin de conseguir una gran red equipotencial dentro del edificio y en contacto íntimo con tierra.

Según la norma tecnológica de la edificación, deberá conectarse a tierra:

- Las instalaciones de fontanería, gas y calefacción, depósitos, calderas, etc.
- Guías metálicas de los aparatos elevadores.
- Caja General de Protección (No obligatorio según R.E.B.T.).
- Instalación de pararrayos.
- Instalación de antenas colectivas de TV y FM.
- Redes equipotenciales de cuarto de baño, que unan enchufes eléctricos y masas metálicas.
- Toda masa o elemento metálico significativo.
- Estructuras metálicas y armaduras de muros de hormigón.

## 1.21. Potencia a compensar

Según los datos calculados en el apartado cálculos y expuestos en las tablas, determinaremos el  $\cos\varphi$  medio:

$$\cos\varphi = \frac{\sum P}{\sum S} = \frac{325.611,50}{375.602,09} = 0,867$$

Por lo tanto, la potencia reactiva consumida será:

$$Q = P \cdot \tan\varphi = 325.611,50 \cdot \tan 29,88 = 187.083,7 \text{ VAr}$$

Nos interesa conseguir un FP superior a 0,98 lo que implica una potencia reactiva de:

$$Q' = P \cdot \tan\varphi' = 325.611,50 \cdot \tan 11,478 = 66.118,24 \text{ VAr}$$

Entonces necesitamos compensar:

$$Q_{\text{compensar}} = Q - Q' = 121.109 \text{ VAr}$$

La idea es colocar una batería de condensadores en la acometida que compense toda la potencia reactiva generada por las máquinas, puesto que la compañía suministradora de energía eléctrica (en este caso Iberdrola), nos penalizaría mediante la aplicación de un recargo en la factura eléctrica si el FP es menor del 0,95



Aparte del ahorro económico que supone en la factura eléctrica, la compensación de energía reactiva reporta mejoras en las prestaciones y funcionamiento de la instalación, disminuyendo las caídas de tensión y las pérdidas por efecto Joule.

El equipo seleccionado para mantener el factor de potencia por encima de 0,98 es una batería automática de condensadores de 124 kVAr de potencia reactiva, 5 escalones con una relación de potencia entre condensadores de 1:1:1:1:1, alimentación trifásica a 400 V de tensión y 50 Hz de frecuencia, que se colocará en un local destinado a tal uso al lado del Cuadro General de BT.

## 1.22. Centro de Transformación

### 1.22.1 Introducción

La alimentación de todos los circuitos de la instalación se realizará a partir del centro de transformación propiedad de la empresa, ubicado en un local de uso exclusivo y de fácil acceso. En él se encuentran los elementos de unión entre la red de distribución y el transformador de potencia.

Al centro de transformación llegará la acometida de alta tensión a 13.2 KV subterránea, y en él se dispondrán los elementos necesarios y exigidos por la reglamentación vigente. Las necesidades de la instalación serán cubiertas mediante un transformador de 630KVA.

### 1.22.2 Reglamentación y disposiciones oficiales

Para la elaboración del proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento electrónico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de Iberdrola.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.

### 1.22.3 Tipos de centros de transformación

#### ■ De Red Pública:

Cuando se trata de alimentar a diversos abonados en baja tensión, la empresa distribuidora, instala un CT de potencia adecuada al consumo previsto del conjunto de abonados. Por tanto, el CT es propiedad de la empresa suministradora de electricidad, la cual efectúa su explotación y mantenimiento, y se responsabiliza de su funcionamiento. Por tanto, este CT forma parte de la red de distribución también denominada red pública.



#### ■ De Abonado:

A partir de determinada potencia y/o consumo, existe la opción de contratar el suministro de energía directamente en media tensión. En este caso, el abonado debe instalar su propio CT y realizar su explotación y mantenimiento. Se habla pues de un CT de abonado. Como el precio de la energía en media tensión es mas bajo que en baja, a partir de ciertas potencias (KVA) y/o consumos (KWh), resulta mas favorable contratar el suministro en media tensión, aún teniendo en cuenta el coste del CT y su mantenimiento (ambos a cargo del abonado). Esta opción de CT propio presenta otras ventajas adicionales:

- Independencia respecto de otros abonados de baja tensión.
- Poder elegir el régimen del neutro de baja tensión más conveniente, aspecto importante para ciertas industrias, en las que la continuidad de servicios puede ser prioritaria.
- Poder construir el CT, ya previsto para futuras ampliaciones.

### 1.22.4 Situación y emplazamiento

El centro de transformación está ubicado en un edificio prefabricado situado en la parte trasera-lateral de la nave industrial, destinado exclusivamente a su uso. El acceso al CT se hará mediante dos puertas frontales que se han construido en dicho edificio prefabricado.

### 1.22.5 Características generales del CT

El centro de transformación objeto del presente proyecto será de tipo exterior, y dadas las características de ubicación de la parcela en la que se emplaza la nave, la empresa suministradora, clasifica el centro de transformación objeto de estudio como centro de transformación de abonado. Será necesaria una caseta o edificio prefabricado de obra civil.

El centro de transformación seleccionado será del tipo prefabricado, fabricante ORMAZABAL, modelo PFU-4/20. Empleando para su aparillaje celdas bajo envolvente metálica según la norma UNE-20.099-90 de la misma marca ORMAZABAL.

La acometida del mismo será subterránea, alimentando al centro mediante una red de MT, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 13.2 KV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora IBERDROLA.

Los tipos generales de equipos de Media Tensión empleados en este proyecto son:

- **CGMCOSMOS:** Celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

### 1.22.6 Descripción de la Instalación

El Centro de Transformación objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

Para el diseño de este Centro de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.



## Características de los Materiales

### Edificio de Transformación: **PFU-4/20**

- Descripción

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

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

- Envolvente

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

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

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

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

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

- Placa piso

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



- Accesos

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

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

- Ventilación

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

- Acabado

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

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

- Calidad

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad UNESA de acuerdo a la RU 1303A.

- Alumbrado

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

- Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

- Cimentación

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



### Características detalladas

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

#### Dimensiones exteriores

Longitud:	4480 mm
Fondo:	2380 mm
Altura:	3045 mm
Altura vista:	2585 mm
Peso:	12000 kg

#### Dimensiones interiores

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

#### Dimensiones de la excavación

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

**Nota:** Estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

## 1.22.7 Instalación eléctrica

### 1.22.7.1 Introducción

El centro de transformación se compone de una serie de celdas unidas eléctricamente entre sí, de un transformador y de un cuadro de baja tensión.

En primer lugar habrá una celda de línea, que se utiliza para la maniobra de entrada de los cables que forman el circuito de alimentación del centro de transformación. Después se conectará una celda de protección, que se utiliza para la ejecución de maniobras para la conexión y desconexión del transformador o para su protección, realizándose esta última mediante fusibles.

Seguidamente se conectará la celda de medida, justo antes del transformador de MT/BT. Para finalizar se conectará el transformador a un cuadro de baja tensión, en el que se ubicarán las distintas protecciones del alumbrado y de las tomas de corriente del centro.

### 1.22.7.2 Características de la red de alimentación

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 13,2 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.



La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 365,8 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 16 kA eficaces.

### 1.22.7.3 Características de la aparamenta en MT

Celdas: **CGMcosmos**

Las celdas CGMcosmos forman un sistema de equipos modulares de reducidas dimensiones para MT, con aislamiento y corte en gas, cuyos embarrados se conectan utilizando unos elementos de unión patentados por ORMAZABAL y denominados ORMALINK, consiguiendo una conexión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.).

Las partes que componen estas celdas son:

- Base y frente

La base soporta todos los elementos que integran la celda. La rigidez mecánica de la chapa y su galvanizado garantizan la indeformabilidad y resistencia a la corrosión de esta base. La altura y diseño de esta base permite el paso de cables entre celdas sin necesidad de foso (para la altura de 1740 mm), y facilita la conexión de los cables frontales de acometida.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda, los accesos a los accionamientos del mando y el sistema de alarma sonora de puesta a tierra. En la parte inferior se encuentra el dispositivo de señalización de presencia de tensión y el panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

Lleva además un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Cuba

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,15 bar (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante más de 30 años, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, cables o la aparamenta del Centro de Transformación.

En su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puesta a tierra, tubos portafusible).





- Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra

El interruptor disponible en el sistema CGMcosmos tiene tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra).

- Mando

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual.

- Conexión de cables

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

- Enclavamientos

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

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

- Características eléctricas

Las características generales de las celdas CGMcosmos son las siguientes:

Tensión nominal	24 kV
Nivel de aislamiento	
Frecuencia industrial (1 min)	
a tierra y entre fases	50 kV
a la distancia de seccionamiento	60 kV
Impulso tipo rayo	
a tierra y entre fases	125 kV
a la distancia de seccionamiento	145 kV

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

## 1.22.7.4 Características descriptivas de las celdas y transformadores en MT

### Interruptor-seccionador

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

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

#### - Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada: 400 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
- Nivel de aislamiento
  - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 28 kV
  - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 75 kV
- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
- Capacidad de corte
  - Corriente principalmente activa: 400 A

#### - Características físicas:

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

#### - Otras características constructivas :

- Mando interruptor: manual tipo B



### **Protección fusibles**

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

La celda CGMcosmos-P de protección con fusibles, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor.

Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

#### - Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada en el embarrado: 400 A
- Intensidad asignada en la derivación: 200 A
- Intensidad fusibles: 3x63 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
- Nivel de aislamiento  
Frecuencia industrial (1 min)  
a tierra y entre fases: 50 kV
- Impulso tipo rayo  
a tierra y entre fases (cresta): 125 kV
- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
- Capacidad de corte  
Corriente principalmente activa: 400 A

#### - Características físicas:

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



- Otras características constructivas:

- Mando posición con fusibles: manual tipo BR
- Combinación interruptor-fusibles: combinados
- Relé de protección: ekorRPT-201A

**Medida**

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

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

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

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

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV

- Características físicas:

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

- Otras características constructivas:

- Transformadores de medida: 3 TT y 3 TI

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

\* Transformadores de tensión

- Relación de transformación: 13200/V3-110/V3 V
- Sobretensión admisible en permanencia: 1,2 Un en permanencia y 1,9 Un durante 8 horas



Medida

Potencia: 15 VA

Clase de precisión: 0,2

\* Transformadores de intensidad

Relación de transformación: 15 - 30/5 A

Intensidad térmica: 200 In

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

Medida

Potencia: 15 VA

Clase de precisión: 0,2 s

**Transformador aceite 24 kV**

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca COTRADIS, con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 13,2 - 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:

- Regulación en el primario: + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %
- Tensión de cortocircuito (Ecc): 4%
- Grupo de conexión: Dyn11
- Protección incorporada al transformador: Sin protección propia

1.22.7.5 Características descriptivas de cuadros de BT

**Interruptor automático BT**

El Cuadro de Baja Tensión (CBT), es un conjunto de aparamenta de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

El cuadro tiene las siguientes características:

- Interruptor automático de 1000 A.
- 4 Salidas formadas por bases portafusibles.
- Interruptor diferencial bipolar de 25 A, 30 mA.



- Base portafusible de 32 A y cartucho portafusible de 20 A.
- Base enchufe bipolar con toma de tierra de 16 A/ 250 V.
- Bornas(alimentación a alumbrado) y pequeño material.

- Características eléctricas

- Tensión asignada: 440 V
  - Nivel de aislamiento
- Frecuencia industrial (1 min)
- |                         |        |
|-------------------------|--------|
| a tierra y entre fases: | 10 kV  |
| entre fases:            | 2,5 kV |
- Impulso tipo rayo:
- |                         |       |
|-------------------------|-------|
| a tierra y entre fases: | 20 kV |
|-------------------------|-------|
- Dimensiones: Altura: 580 mm  
Anchura: 300 mm  
Fondo: 1820 mm

## 1.22.8 Instalación de puesta a tierra

### Tierra de protección

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc. , así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior

### Tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

## 1.22.9 Instancias

Las celdas de media tensión en este proyecto, están constituidas por aparatos de fabricación en serie, y cumplen con lo indicado por el Ministerio de Industria, de acuerdo con la orden 11-1971.

## 1.22.10 Aparatos de MT

Todos los aparatos que se proyectan colocar están previstos para una tensión nominal de 20 kV, con lo que cumplen las prescripciones del Reglamento.



## 1.22.11 Aislamiento

Todos los elementos que se utilizan en el montaje de la instalación de alta tensión, estarán diseñados según la técnica de aislamiento pleno. Siendo 20 KV, el valor eficaz de la tensión nominal de servicio y de 24 KV, el valor eficaz de la tensión mas elevada de la red entre fases, deberán soportar sin fallo alguno los siguientes ensayos:

- 125 KV (cresta) tensión de ensayo soportada al choque con onda 1,2/50  $\mu$ seg
- 50 KV (valor eficaz) tensión soportada durante un minuto a 50 Hz.

## 1.22.12 Instalaciones secundarias del CT

### **Alumbrado:**

En el interior del centro de transformación se instalará el alumbrado necesario capaz de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo.

La luminaria estará dispuesta de tal forma que mantenga la misma uniformidad posible en la iluminación. Además se deberá poder efectuar la sustitución de las lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

Se instalará también un punto de luz de alumbrado de emergencia de carácter autónomo, el cual señalará el acceso peatonal al centro de transformación.

### **Tomas de corriente:**

Se colocará una toma de corriente monofásica.

### **Ventilación:**

La ventilación del centro de transformación se realizará de modo natural por convención mediante las rejillas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto. Se dispondrá de una rejilla lateral inferior para entrada de aire y una rejilla situada en la parte superior para la salida de aire.

Estas rejillas estarán protegidas mediante una tela metálica con el fin de impedir el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentados con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

### **Elementos y medidas de seguridad:**

Como requerimiento de seguridad para trabajos en el interior de celdas, los interruptores instalados cumplen por si solos en cuanto a distancias de seccionamiento, ya que su tensión de cebado entre polos abiertos se halla conforme la exigencia de la norma UNE 20.099

Las celdas estarán separadas eléctricamente y mecánicamente por medio de placas metálicas y por el propio carácter aislante del interruptor seccionador, lo que asegura la independencia entre ellas y evitan la posible propagación de defecto entre celdas contiguas.



## 1.23. Resumen del presupuesto

El total del Presupuesto de Ejecución Material asciende a la cantidad de DOS MILLONES TREINTA Y NUEVE MIL NOVECIENTOS NOVENTA CON UN CÉNTIMO DE EURO. **(2.039.990,01)**

PAMPLONA, SEPTIEMBRE 2011-09-02

Judith Equiza Arbizu





# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE  
INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

## CÁLCULOS

Judith Equiza Arbizu

Felix Arroniz Fdez. de Gaceo

Pamplona, 08/09/2011

## 2. CÁLCULOS

2.1 CALCULOS LUMINOTECNICOS.....	1
2.1.1 Cálculos de iluminación interior.....	1
2.1.2 Cálculos de iluminación exterior.....	2
2.1.3 Cálculos de iluminación de emergencia.....	2
2.2 CALCULO DE LAS INTENSIDADES DE LÍNEAS .....	3
2.2.1 Método del cálculo.....	3
2.2.2 Tablas resumen de las intensidades de los cuadros .....	3
2.2.3 Cálculo de la potencia del transformador.....	6
2.3 CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES DE BT .....	6
2.3.1 Introducción .....	6
2.3.2 Acometida, Transformador-CGD.....	7
2.3.3 Cuadro General de Distribución y cuadros auxiliares .....	8
2.4 CALCULO DE LA INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO.....	8
2.4.1 Introducción .....	8
2.4.2 Procedimiento del cálculo.....	8
2.4.3 Cálculo de la Icc en el secundario del transformador .....	8
2.4.4 Calculo de la Icc en el cuadro general de distribución.....	9
2.4.5 Calculo de la Icc en los cuadros auxiliares.....	10
2.5 CALCULO DE LOS CONDESADORES PARA LA CORRECCIÓN DEL FP.....	10
2.5.1 Batería de condensadores para la instalación .....	10
2.5.2 Calculo del conductor de unión de la batería .....	13
2.5.3 Calculo de la protección de batería.....	13
2.6 INSTALACIÓN DE LA PUESTA A TIERRA .....	14
2.6.1 Investigación del terreno .....	14
2.6.2 Cálculo de la resistencia de tierra .....	14
2.6.3 Sección del conductor de tierra y del cable de protección.....	15
2.6.4 Punto de puesta a tierra .....	15
2.7 CALCULOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	15
2.7.1 Intensidad en alta tensión.....	15
2.7.2 Intensidad en baja tensión.....	16
2.7.3 Cortocircuitos.....	16
2.7.3.1 Introducción .....	16
2.7.3.2 Corrientes de cortocircuito .....	16
2.7.3.3 Conexión celdas transformador .....	17
2.7.3.4 Conexión del secundario del transformador al cuadro de BT.....	17
2.7.3.5 Cuadro de baja tensión del centro de transformación .....	18
2.7.4 Ventilación del centro .....	18
2.7.5 Dimensionado del pozo apagafuegos .....	19
2.7.4 Cálculo de la instalación de puesta a tierra .....	19
2.7.4.1 Introducción .....	19
2.7.4.2 Tierra de protección .....	20
2.7.4.3 Tierra de servicio .....	20
2.7.4.4 Resistencia de la tierra de protección.....	21
2.7.4.5 Resistencia de la tierra de servicio.....	22
2.7.4.6 Tensiones en el exterior de la instalación .....	22
2.7.4.7 Tensiones en el interior de la instalación.....	22
2.7.4.8 Tensiones aplicadas.....	22

2.7.4.9 Tensiones transferidas al exterior de la instalación .....	23
2.7.4.10 Separación entre las tomas de tierra y las masas .....	24
2.7.4.10 Corrección y ajuste si procede .....	24

ANEXO DIALUX  
ANEXO CYPELEC

## 2. Cálculos

### 2.1. Cálculos Luminotécnicos

#### 2.1.1 Cálculo de iluminación interior

Para el cálculo de la iluminación interior se ha usado el programa Dialux. Introduciendo en el programa las dimensiones de cada dependencia, el nivel de iluminancia (en luxes) y el tipo de luminarias y lámparas adecuadas para cada una, éste nos dará el número de luminarias y lámparas que se deben poner, así como su distribución y su consumo. Todo esto ha sido explicado detalladamente en la memoria del presente proyecto. Las hojas de cálculo que resultan del programa se encuentran en el anexo.

Tabla resumen del alumbrado interior de la nave:

Zona	Luminaria
Comedor	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1
Sala de Espera	Philips TBS331 3xTL-D18W HFP L1
Hall	Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1
Pasillo 2	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1
Pasillo del Hall	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1
Acceso personal	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1
Vestuarios	Philips TBS331 3xTL-D18W HFP L1
Aseos	Philips LuxSpace BBS481 1xDLED-3000
Médico	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1
Botiquín	Philips TBS331 3xTL-D18W HFP L1
Calidad	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1
Prensa	Mazda TCS097 2xTL-D58W HFP VP
Sala de Impresión	Mazda TCS097 2xTL- 58W HFP VP
Almacén de Tintas	Mazda TCS097 2xTL-D36W HFP VP
Sala de Climatización	Mazda TCS097 2xTL-D58W HFP VP
Sala de Bombas	Mazda TCS097 2xTL-D58W HFP VP
Taller de mantenimiento	Mazda TCS097 2xTL-D58W HFP VP
Sala de Calderas	Mazda TCS097 2xTL-D58W HFP VP
Sala de Compresores	Mazda TCS097 2xTL-D58W HFP VP
Zona 1	ERCO Parabelle Downlight 1xHIT-CE 70W Philips HPK080 1xHPI-P400W-BU R GC
Zona 2	ERCO Parabelle Downlight 1xHIT-CE 70W Philips HPK080 1xHPI-P400W-BU R GC
Director Gerente	Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1
Director Técnico	Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1
Aseos	Philips LuxSpace BBS481 1xDLED-3000
Hall / Pasillos	Philips TBS331 3xTL-D18W HFP L1
Sala de Espera	Philips TBS331 3xTL-D18W HFP L1
Adm. Comercial	Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1
Sala de Juntas	Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1
Director de Personal	Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1
Sala de Informática	Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1
Administración	Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1
Director Comercial	Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1
Sala de Reuniones	Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1

## 2.1.2 Cálculo de iluminación exterior

Para la iluminación exterior se han elegido luminarias indicadas para exteriores que serán colocadas a lo largo del perímetro de la nave, proporcionando visibilidad suficiente durante la noche.

Quedarán instaladas a 4 metros de altura sobre el suelo y se colocarán en la fachada principal y en cada una de las puertas de salida de la nave, así como accesos para camiones.

La luminaria elegida es un proyector SNF300-MASTER HPI-T Plus-250W

Luminaria	Número	P. Total
SNF300 - MASTER HPI-T Plus - 250 W	12	3.000

## 2.1.3 Cálculo de iluminación de emergencia

El cálculo del alumbrado de emergencia se realiza para obtener una iluminación media de 5 lm/m<sup>2</sup> en toda la nave, de manera que en caso de que el alumbrado general falle, se mantenga un nivel de iluminación que permita evacuar la nave por las rutas marcadas.

La colocación del alumbrado de emergencia se situará justo encima de los marcos de las puertas o similar, a una altura de 2,3 m respecto del suelo en el área de oficinas, vestuarios, recibidor y baños.

En los locales con grandes alturas, se colocarán a una altura de 3,5 metros respecto del suelo, además de colocar luminarias suspendidas del techo en las zonas de paso de la nave.

Las luminarias de emergencia elegidas se consideran luminarias autónomas, no permanentes con señalización y son de la marca LEGRAND.

Zona	Superficie (m <sup>2</sup> )	Ilumin. (lm/m <sup>2</sup> )	Flujo Nece. (lm)	Luminaria	Cant.	Flujo (lm)	Flujo Tot. (lm)
Comedor	102,93	5	514,65	Legrand G5 061776	2	310	620
Sala de Espera	12,10	5	60,50	Legrand L31 661019	1	100	100
Hall	28,50	5	142,50	Legrand G5 061761	1	155	155
Escaleras	5,00	5	25,00	Legrand L31 661019	1	100	100
Pasillos	70,98	5	354,90	Legrand L31 661019	4	100	400
Vestuarios	71,60	5	358,00	Legrand G5 061764	2	200	400
Aseos	73,48	5	367,40	Legrand L31 661019	4	100	400
Médico	20,94	5	104,70	Legrand G5 061761	1	155	155
Botiquín	11,40	5	57,00	Legrand L31 661019	1	100	100
Calidad	22,48	5	112,40	Legrand G5 061761	1	155	155
Prensa	106,12	5	530,60	Legrand G5 061776	2	310	620
Sala de Impresión	139,23	5	696,15	Legrand G5 061776	3	310	930
Almacén de Tintas	33,78	5	168,90	Legrand G5 061764	1	200	200
Sala de Climatización	50,15	5	250,75	Legrand G5 061776	1	310	310
Sala de Bombas	44,12	5	220,60	Legrand G5 061776	1	310	310
Talles de mantenimiento	107,77	5	538,85	Legrand G5 061776	2	310	620
Sala de Calderas	56,20	5	281,00	Legrand G5 061776	1	310	310
Sala de Compresores	60,65	5	303,25	Legrand G5 061761	2	155	310
Sala de Condensadores	4,50	5	22,50	Legrand L31 661019	1	100	100
Producción Zona 1	1696,99	5	8484,95	Legrand NT 061835	8	715	5.720
				Legrand NFL 061849	4	770	3.080

Zona	Superficie (m <sup>2</sup> )	Ilumin. (lm/m <sup>2</sup> )	Flujo Nece. (lm)	Luminaria	Cant.	Flujo (lm)	Flujo Tot. (lm)
Producción Zona 2	1812,33	5	9061,65	Legrand NT 061835	8	715	5.720
				Legrand NFL 061849	5	770	3.850
Director Gerente	50,70	5	253,50	Legrand G5 061776	1	310	310
Director Técnico	50,83	5	254,15	Legrand G5 061776	1	310	310
Aseos	63,80	5	319,00	Legrand L31 661019	4	100	400
Hall / Pasillos	135,07	5	675,35	Legrand L31 661019	7	100	700
Sala de Espera	11,70	5	58,50	Legrand L31 661019	1	100	100
Administración Comercial	46,50	5	232,50	Legrand G5 061776	1	310	310
Sala de Juntas	117,54	5	587,70	Legrand G5 061776	2	310	620
Director de Personal	92,80	5	464,00	Legrand G5 061776	2	310	620
Sala de Informática	58,94	5	294,70	Legrand G5 061776	1	310	310
Administración	139,66	5	698,30	Legrand G5 061776	2	310	620
				Legrand L31 661019	1	100	100
Director Comercial	71,92	5	359,60	Legrand G5 061764	2	200	400
Sala de Reuniones	106,12	5	530,60	Legrand G5 061776	2	310	620
<b>TOTALES</b>			<b>27.384,15</b>		<b>84</b>		<b>30.085</b>

Ejemplo: cálculo alumbrado de comedor: 102,93 m<sup>2</sup>, hacen falta 5 lm/m<sup>2</sup>, se necesitan 514,65lm, por tanto se eligen 2 luminarias LEGRAND Legrand G5 061776. Para las otras zonas se sigue el mismo procedimiento.

## 2.2. Cálculo de las intensidades de línea

### 2.2.1 Método de cálculo

El proceso a seguir será el método citado y explicado en el apartado de memoria.

### 2.2.2 Tablas resumen de las intensidades de los cuadros

**Cuadro Secundario I**

Línea	Descripción	Pot. (W)	Tensión (V)	Cos(φ)	In (A)	Fc	Ical (A)	Fase
L1.C1.A	Prensa 1	8000	400	0,8	14,43	1,25	18,04	Trifásica
L1.C1.B	Prensa 2	8000	400	0,8	14,43	1,25	18,04	Trifásica
L1.C2.A	Impresión	10000	400	0,85	16,98	1,25	21,23	Trifásica
L1.C2.B	Clima 1	10000	400	0,85	16,98	1,25	21,23	Trifásica
L1.C3.A	Clima 2	10000	400	0,85	16,98	1,25	21,23	Trifásica
L1.C3.B	Bombas	15000	400	0,8	27,06	1,25	33,83	Trifásica
L1.C4.A	Esmeril/Sierra Circular/Taladro	5700	400	0,8	10,28	1,25	12,85	Trifásica
L1.C4.B	Soldadores	10000	400	0,9	16,03	1,25	20,04	Trifásica
L1.C5	T.C. Generales	1035	230	0,95	4,50	1	4,50	T-N
L1.C6.A	T.C. Trifásicas	4050	400	0,95	5,84	1	5,84	Trifásica
L1.C6.B	T.C. Trifásicas	4050	400	0,95	5,84	1	5,84	Trifásica
L1.C6.C	T.C. Trifásicas	4050	400	0,95	5,84	1	5,84	Trifásica
L1.C7.A	Al. Prensa/Impresión/Tintas/Clima	4650	230	0,95	21,28	1,8	38,31	R-N
L1.C7.B	Al. Bombas/Comp/Calderas/T. mant.	3850	230	0,95	17,62	1,8	31,72	S-N
L1.C7.C	Al. Emergencia	192	230	0,95	0,88	1,8	1,58	T-N
<b>Total</b>		<b>98577,00</b>			<b>194,97</b>		<b>260,09</b>	
<b>Factor de simultaneidad = 0,9</b>		<b>88719,30</b>			<b>175,47</b>		<b>234,08</b>	



Cuadro Secundario II								
Línea	Descripción	Pot. (W)	Tensión (V)	Cos( $\phi$ )	In (A)	Fc	Ical (A)	Fase
L2.C1.A	Precintadora	3000	400	0,8	5,41	1,25	6,77	Trifásica
L2.C1.B	Forrado	5000	400	0,85	8,49	1,25	10,61	Trifásica
L2.C2.A	Volteado 1	5000	400	0,8	9,02	1,25	11,28	Trifásica
L2.C2.B	Volteado 2	5000	400	0,8	9,02	1,25	11,28	Trifásica
L2.C3.A	C.Baterías 1	6500	400	0,85	11,04	1,25	13,80	Trifásica
L2.C3.B	C.Baterías 2	6500	400	0,85	11,04	1,25	13,80	Trifásica
L2.C4.A	C. Transportadora 1	5000	400	0,8	9,02	1,25	11,28	Trifásica
L2.C4.B	C.Transportadora 2	5000	400	0,8	9,02	1,25	11,28	Trifásica
L2.C5.A	Secado	15000	400	0,95	22,79	1,25	28,49	Trifásica
L2.C5.B	Recortadora	9500	400	0,8	17,14	1,25	21,43	Trifásica
L2.C6.A	T.C. Trifásica	4050	400	0,95	6,15	1	6,15	Trifásica
L2.C6.B	T.C. Trifásica	4050	400	0,95	6,15	1	6,15	Trifásica
L2.C6.C	T.C. Trifásica	4050	400	0,95	6,15	1	6,15	Trifásica
<b>Total</b>		<b>77650,00</b>			<b>130,44</b>		<b>158,44</b>	
<b>Factor de simultaneidad = 0,9</b>		<b>69885,00</b>			<b>117,40</b>		<b>142,59</b>	

Cuadro Secundario III								
Línea	Descripción	Pot. (W)	Tensión (V)	Cos( $\phi$ )	In (A)	Fc	Ical (A)	Fase
L3.C1	Contracolado	15000	400	0,75	28,87	1,25	36,0875	Trifásica
L3.C2	Onduladora	12000	400	0,85	20,38	1,25	25,475	Trifásica
L3.C3	Troqueladora	15000	400	0,8	27,06	1,25	33,825	Trifásica
L3.C4	Plegadora	3000	400	0,8	5,41	1,25	6,7625	Trifásica
L3.C5	F.Colas	5000	400	0,9	8,02	1,25	10,025	Trifásica
L3.C6	Caldera	15000	400	0,95	22,79	1,25	28,4875	Trifásica
L3.C7	Compresor 1	8000	400	0,8	14,43	1,25	18,0375	Trifásica
L3.C8	Compresor 2	8000	400	0,8	14,43	1,25	18,0375	Trifásica
L3.C9.A	T.C. Trifásica	4050	400	0,95	6,15	1	6,15	Trifásica
L3.C9.B	T.C. Trifásica	4050	400	0,95	6,15	1	6,15	Trifásica
<b>Total</b>		<b>89100,00</b>			<b>153,69</b>		<b>189,04</b>	
<b>Factor de simultaneidad = 0,9</b>		<b>80190,00</b>			<b>138,32</b>		<b>170,13</b>	

Cuadro de Oficinas I								
Línea	Descripción	Pot. (W)	Tensión (V)	Cos( $\phi$ )	In (A)	Fc	Ical (A)	Fase
L4.C1.A	Al. Aseos/Vest./Bot./Med./Cal.	1879,8	230	0,95	8,60	1,8	15,49	R-N
L4.C1.B	Al. Pas./S.Esp./Hall/Comedor	2140,5	230	0,95	9,80	1,8	17,63	S-N
L4.C1.C	Al. Emergencia	148	230	0,95	0,68	1,8	1,22	T-N
L4.C2.A	T.C. Generales	517,5	230	0,95	2,37	1	2,37	S-N
L4.C2.B	T.C. Aseos	1380	230	0,95	6,32	1	6,32	T-N
L4.C2.C	T.C. Informática	517,5	230	0,95	2,37	1	2,37	R-N
<b>Total</b>		<b>6583,30</b>			<b>30,13</b>		<b>45,39</b>	
<b>Factor de simultaneidad = 0,9</b>		<b>5924,97</b>			<b>27,12</b>		<b>40,85</b>	



Cuadro de Oficinas II								
Línea	Descripción	Pot. (W)	Tensión (V)	Cos(φ)	In (A)	Fc	Ical (A)	Fase
L5.C1.A	Al. Administración	2100	230	0,95	9,61	1,8	17,30	R-N
L5.C1.B	Al. D. Técnico/Gerente/Hall/Pas./Aseos	3455,2	230	0,95	15,81	1,8	28,46	S-N
L5.C1.C	Al. D. Personal /Comercial/S.Reuniones/S.Info	3150	230	0,95	14,42	1,8	25,95	T-N
L5.C2.A	Al. Admin. Com. /S.Esp./S.Juntas	3780	230	0,95	17,30	1,8	31,14	R-N
L5.C2.B	Al. Emergencia	302	230	0,95	1,38	1,8	2,49	S-N
L5.C3.A	T.C. Generales	1552,5	230	0,95	7,11	1	7,11	S-N
L5.C3.B	T.C. Aseos	1380	230	0,95	6,32	1	6,32	S-N
L5.C3.C	T.C. Informática	2415	230	0,95	11,05	1	11,05	T-N
<b>Total</b>		<b>18134,70</b>			<b>83,00</b>		<b>129,81</b>	
<b>Factor de simultaneidad = 0,9</b>		<b>16321,23</b>			<b>74,70</b>		<b>116,83</b>	

Cuadro Alumbrado Nave								
Línea	Descripción	Pot. (W)	Tensión (V)	Cos(φ)	In (A)	Fc	Ical (A)	Fase
L6.C1.A	Al. Zona I	2820	230	0,95	12,91	1,8	23,23	R-N
L6.C1.B	Al. Zona II	5080	230	0,95	23,25	1,8	41,85	S-N
L6.C1.C	Al. Zona III	5430	230	0,95	24,85	1,8	44,73	T-N
L6.C2.A	Al. Zona IV	6700	230	0,95	30,66	1,8	55,19	R-N
L6.C2.B	Al. Zona V	6140	230	0,95	28,10	1,8	50,58	S-N
L6.C2.C	Al. Zona VI	5570	230	0,95	25,49	1,8	45,89	T-N
L6.C3.A	Al. Emergencia	193	230	0,95	0,88	1,8	1,59	S-N
L6.C3.B	Al. Exterior	3000	230	0,95	13,73	1,8	24,71	R-N
<b>Total</b>		<b>34933,00</b>			<b>159,88</b>		<b>287,78</b>	
<b>Factor de simultaneidad = 0,9</b>		<b>31439,70</b>			<b>143,89</b>		<b>259,00</b>	

Cuadro General de Distribución						
Línea	Descripción	Pot. (W)	Tensión (V)	In (A)	Ical (A)	Fase
L1	Cuadro Sec. I	88719,30	400,00	175,47	234,08	Trifásica
L2	Cuadro Sec. II	69885,00	400,00	117,40	142,59	Trifásica
L3	Cuadro Sec. III	80190,00	400,00	138,32	170,13	Trifásica
L4	Cuadro de Oficinas I	5924,97	400,00	27,12	40,85	Trifásica
L5	Cuadro de Oficinas II	16321,23	400,00	74,70	116,83	Trifásica
L6	Cuadro Al. Nave	31439,70	400,00	143,89	259,00	Trifásica
<b>Total</b>		<b>292480,20</b>	<b>400,00</b>	<b>676,90</b>	<b>963,48</b>	

NOTA: POTENCIA PREVISTA PARA LAS TOMAS DE CORRIENTE.

Para tomas de corriente monofásica, se considera una potencia prevista por toma de 3450W, con un factor de simultaneidad de 0,2 y factor de utilización de 0,25.  
Así la potencia total será de:  $3450 \cdot 0,2 \cdot 0,25 = 172,5W$

Para tomas de corriente trifásica, se considera una potencia prevista por toma de 5400W, con un factor de simultaneidad de 0,5 y factor de utilización de 0,75.  
Así, la potencia total será de:  $5400 \cdot 0,5 \cdot 0,75 = 2025W$



## 2.2.3 Cálculo de la potencia del transformador

Tras el cálculo de la potencia e intensidades, que demandará la empresa, se ha visto que para estas necesidades de consumo y de utilización el transformador más adecuado es uno de 630 KVA ya que proporciona una intensidad de:

$$I = \frac{Sn}{\sqrt{3} \cdot 400} = \frac{630 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} = 909.32 A$$

De esta forma la instalación de la nave queda abastecida, ya que la demanda es de 676,9A. En un principio no se prevé ampliar la potencia de la nave, aunque si fuese necesario, con dicho transformador se podrían cubrir dichas necesidades.

## 2.3. Cálculo de los conductores de BT

### 2.3.1 Introducción

Siguiendo el proceso de cálculo descrito en la memoria, y una vez conocida la intensidad nominal, se calculará:

- Fc: factor de corrección, que depende de la temperatura del tipo de canalización y del número de conductores que se alojan en la misma.
- I<sub>adm</sub>: es la intensidad resultante del cociente de I<sub>cal</sub> entre Fc.

Una vez hecho esto, hay que ir al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y en la tabla correspondiente se elige la sección que corresponda a la Intensidad máxima admisible.

Además se calculará la sección por el método de caída de tensión, con el fin de elegir un conductor que cumpla con la normativa (la cdt debe ser menor del 4,5% para el alumbrado y del 6,5% para los demás usos), según la ITC-BT-19.

La sección por caída de tensión se calculará del siguiente modo, dependiendo del tipo de red que tengamos:

- Monofásica:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I_n \cdot \cos \varphi}{U \cdot C}$$

- Trifásica:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I_n \cdot \cos \varphi}{U \cdot C}$$

Donde:

U: caída de tensión en voltios.

L: longitud de la línea en metros.

In: intensidad nominal de la línea en amperios.



$\cos\phi$ : factor de potencia.  
C: conductividad del material del conductor (56 para el cobre).  
S: sección del cable en  $\text{mm}^2$

### 2.3.2 Acometida, Transformador-CGD

Es la línea que une el CT con el cuadro general de distribución. Transporta toda la corriente de la instalación.

Esta línea se dimensionará para una corriente de 800 A, bastante superior a la demandada por la instalación. No llegaremos al 100% del transformador ya que no se prevén ampliaciones en la instalación, aunque de todos modos podemos cubrir un 15% por encima de lo demandado. La longitud desde el centro de transformación hasta el cuadro general es de 25m.

Se designan 2 conductores por fase, por lo que la corriente que lleve cada conductor será la mitad de la total.

La línea será subterránea a una profundidad de 0.7 metros. Así mismo, también se debe aplicar un factor de corrección de 0.8 ya que la instalación se realiza bajo tubo.

$I_n = 800 \text{ A}$   
 $I = 800/2 = 400 \text{ A}$   
 $I' = 400/0.8 = 500 \text{ A}$

Atendiendo a lo establecido en la tabla 7.5 de la ITC-07, en la columna de cable tripolar con aislamiento de XLPE de cobre, la intensidad admisible es 550 A y la sección  $240 \text{ mm}^2$ .

La caída de tensión por cada fase será, con esa sección:

$$cdt = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I_n \cdot \cos\phi}{S \cdot C} = \frac{\sqrt{3} \cdot 25 \cdot 800 \cdot 0,9}{240 \cdot 2 \cdot 56} = 1.2V$$

$$cdt(\%) = \frac{cdt \cdot 100}{400} = \frac{1.2 \cdot 100}{400} = 0,3\%$$

$L=25\text{m}$   
 $I_n=800 \text{ A}$   
 $S= 240 \times 2 \text{ mm}^2$  (fase)  
 $C=56$  (Cobre)  
 $\cos\phi = 0.9$  (según Iberdrola)

La distribución de la corriente del centro de transformación al cuadro general de distribución se hará mediante seis conductores unipolares de cobre de  $240 \text{ mm}^2$  de sección. Siendo para cada una de las fases dos de ellos. Para el neutro se utilizará un único conductor de  $240 \text{ mm}^2$  de sección, con aislamiento de Polietileno Reticulado (XLPE), según dicta la tabla 7.1 de la ITC-BT-07. El diámetro del tubo de la acometida será de 225 mm, de 2,2 mm de espesor, liso por el interior y corrugado por el exterior con resistencia al aplastamiento de 450 N.



## 2.3.3 Cuadro general de distribución y cuadros auxiliares

Para el caso del cuadro general de distribución y sus respectivos cuadros auxiliares se realizará a través de bandeja portacables de malla de acero galvanizado, de 200 mm de ancho y 35 mm de alto. Se llevará canalizado desde el CGD hasta los diferentes cuadros secundarios de la empresa. Cuando las líneas lleguen a donde están los cuadros auxiliares, se bajarán mediante tubos metálicos. Esta bandeja irá rodeando las diferentes zonas de la empresa, a una altura de 4 metros.

Para el caso de la instalación interior, como dicta la instrucción ITC-BT-19, la intensidad máxima admisible será la correspondiente a la de la tabla 19.2 en función del tipo de conductor y de la disposición de su instalación, bien empotrado, adosado o en montaje superficial.

Para la realización de los cálculos utilizamos el programa informático **Cypelec** obteniendo un completo informe que forma parte de este proyecto.

## 2.4. Cálculo de las intensidades de cortocircuito

### 2.4.1 Introducción

El cálculo de las corrientes de cortocircuito tiene como objeto determinar el poder de corte de la apartada de protección en los puntos considerados. Estos puntos serán las entradas a los cuadros de distribución y en los diferentes aparatos de protección de los que consta la instalación.

El poder de corte deberá ser igual o superior a la corriente de cortocircuito ( $I_{cc}$ ).

### 2.4.2 Procedimiento de cálculo

En el proceso de cálculo de las intensidades de cortocircuito se seguirá el método de las impedancias descrito en la memoria del presente proyecto.

### 2.4.3 Cálculo de la $I_{cc}$ en el secundario del Transformador

Primeramente se calculará la impedancia aguas arriba del transformador. La potencia de cortocircuito proporcionada por la red según la compañía suministradora (IBERDROLA), es  $P_{cc} = 500$  MVA.

Si despreciamos la resistencia  $R$  frente a la reactancia  $X$ , se puede calcular la impedancia de la red aguas arriba del transformador.

$$Z_{MT} = X = \frac{U_s^2}{P_{cc}} = \frac{13200^2}{500 \cdot 10^6} = 0.35 j\Omega$$

Donde:

Us: tensión en vacío del secundario en voltios.  
Pcc: potencia de cortocircuito en KVA.  
Z,X: impedancia o reactancia aguas arriba en mΩ.

Este valor está referido a MT, para pasarlo a BT, hacemos lo siguiente:

$$Z_{BT} = Z_{MT} \cdot \left( \frac{400}{13200} \right)^2 = 0,35 \cdot \left( \frac{400}{13200} \right)^2 = 0,32 m\Omega j$$

En segundo lugar, se calcula la impedancia del transformador, para ello se considera despreciable la aparamenta de alta tensión. Además se desprecia la resistencia del transformador frente a la impedancia.

$$Z = X = U_{cc} \cdot \left( \frac{U^2}{S_n} \right) = 0.04 \cdot \left( \frac{400^2}{630 \cdot 10^3} \right) = 10,16 m\Omega j$$

Donde:

U: tensión en vacío entre fases en voltios.  
Ucc: tensión de cortocircuito en % (4%).  
Sn: potencia aparente en KVA (630KVA).  
Z,X: impedancia o reactancia al secundario en mΩ.

Así pues, ya se puede calcular la intensidad de cortocircuito en el secundario del transformador:

Zd= 10,48mΩj

$$I_{cc} = \frac{U_s}{\sqrt{3} \cdot Z_d} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 10,48 \cdot 10^{-3}} = 22 kA$$

Donde:

Icc: corriente de cortocircuito eficaz en KA.  
Us: tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.  
ZT: impedancia total por fase de la red aguas arriba del defecto en mΩ.

## 2.4.4 Cálculo de la Icc en el cuadro general de distribución

Se parte de los datos obtenidos en el secundario del transformador en los que tenemos una impedancia ZT= 10,16 mΩ inductiva.

Una vez hecho esto, se calculan los valores de la resistencia, la reactancia y la impedancia, desde la acometida hasta el Cuadro General de Distribución de la empresa:

25 metros de acometida, formada por 3 fases de 2x240 mm<sup>2</sup>

$$R_L = \frac{\rho \cdot L}{S} = \frac{0,01724 \cdot 25}{450} = 0,95m\Omega$$

$$X_{BT} = 10,16m\Omega$$

$$X_T = 0,32 m\Omega$$

$$X_{aut} = (0,15m\Omega \cdot 3) = 0,45m\Omega j$$

$$Z_d = R_L + (X_{BT} + X_T + X_{aut})j$$

$$|Z_d| = 10,97m\Omega$$

$$I_{cc} = \frac{U_s}{\sqrt{3} \cdot Z_d} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 10,97 \cdot 10^{-3}} = 21kA$$

## 2.4.5 Cálculo de la Icc en los cuadros auxiliares.

Como ya se ha mencionado antes, se introduce un anexo de Cypelec

## 2.5. Cálculo de condensadores para corrección del FP

### 2.5.1 Batería de condensadores para la Instalación

Calculo la potencia aparente de cada circuito y la total para hallar el cos  $\phi$  medio.

Cuadro Secundario I				
Línea	Descripción	Pot. (W)	Cos( $\phi$ )	S(VA)
L1.C1	Prensa 1	8000	0,8	10000,00
L1.C2	Prensa 2	8000	0,8	10000,00
L1.C3	Impresión	10000	0,85	11764,71
L1.C4	Climatizador 1	10000	0,85	11764,71
L1.C5	Climatizador 2	10000	0,85	11764,71
L1.C6	Bombas	15000	0,8	18750,00
	Esmeril/Sierra Circular/Taladro			
L1.C7		5700	0,8	7125,00
L1.C8	Soldadores	10000	0,9	11111,11
	Al. Prensa/Impresión/Tintas/Clima	4650	0,95	
L1.C9.A				4894,74
	Al. Bombas/Comp/Calderas/T. mant.	3850	0,95	
L1.C9.B				4052,63
L1.C9.C	Al. Emergencia	192	0,95	202,11
L1.C10	T.C. Generales	1035	0,95	1089,47
L1.C11.A	T.C. Trifásicas	4050	0,95	4263,16
L1.C11.B	T.C. Trifásicas	4050	0,95	4263,16
L1.C11.C	T.C. Trifásicas	4050	0,95	4263,16
<b>Total</b>		<b>98577,00</b>		<b>115308,65</b>

<b>Cuadro Secundario II</b>				
<b>Línea</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pot. (W)</b>	<b>Cos(□)</b>	<b>S (VA)</b>
L2.C1	Precintadora	3000	0,8	3750,00
L2.C2	Forrado	5000	0,85	5882,35
L2.C3	Volteado 1	5000	0,8	6250,00
L2.C4	Volteado 2	5000	0,8	6250,00
L2.C5	Secado 1	15000	0,95	15789,47
L2.C6	C.Baterías 1	6500	0,85	7647,06
L2.C7	C.Baterías 2	6500	0,85	7647,06
L2.C8	C. Transportadora 1	5000	0,8	6250,00
L2.C9	C.Transportadora 2	5000	0,8	6250,00
L2.C10	Recortadora	9500	0,8	11875,00
L2.C11.A	T.C. Trifásica	4050	0,95	4263,16
L2.C11.B	T.C. Trifásica	4050	0,95	4263,16
L2.C11.C	T.C. Trifásica	4050	0,95	4263,16
<b>Total</b>		<b>77650,00</b>		<b>90380,42</b>

<b>Cuadro Secundario III</b>				
<b>Línea</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pot. (W)</b>	<b>Cos(□)</b>	<b>S(VA)</b>
L3.C1	Contracolado	15000	0,75	20000,00
L3.C2	Onduladora	12000	0,85	14117,65
L3.C3	Troqueladora	15000	0,8	18750,00
L3.C4	Plegadora	3000	0,8	3750,00
L3.C5	F.Colas	5000	0,9	5555,56
L3.C6	Caldera	15000	0,95	15789,47
L3.C7	Compresor 1	8000	0,8	10000,00
L3.C8	Compresor 2	8000	0,8	10000,00
L3.C9.A	T.C. Trifásica	4050	0,95	4263,16
L3.C9.B	T.C. Trifásica	4050	0,95	4263,16
<b>Total</b>		<b>89100,00</b>		<b>106488,99</b>

<b>Cuadro de Oficinas I</b>				
<b>Línea</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pot. (W)</b>	<b>Cos(□)</b>	<b>S(VA)</b>
L4.C1.A	Al. Aseos/Vest./Bot./Med./Cal.	1879,8	0,95	1978,74
L4.C1.B	Al. Pas./S.Esp./Hall/Comedor	2140,5	0,95	2253,16
L4.C1.C	Al. Emergencia	148	0,95	155,79
L4.C2.A	T.C. Aseos	1380	0,95	1452,63
L4.C2.B	T.C. Generales	517,5	0,95	544,74
L4.C2.C	T.C. Informática	517,5	0,95	544,74
<b>Total</b>		<b>6583,30</b>		<b>6929,79</b>



<b>Cuadro de Oficinas II</b>				
<b>Línea</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pot. (W)</b>	<b>Cos(φ)</b>	<b>S(VA)</b>
L5.C1.a	Al. Administración	2100	0,95	2210,53
L5.C1.B	Al. D. Técnico/Gerente/Hall/Pas./Aseos	3455,2	0,95	3637,05
L5.C1.C	Al. D.Personal /Comercial/S.Reuniones/S.Info	3150	0,95	3315,79
L5.C2.A	Al. Admin. Com. /S.Esp./S.Juntas	3780	0,95	3978,95
L5.C2.B	Al. Emergencia	302	0,95	317,89
L5.C3.A	T.C. Aseos	1380	0,95	1452,63
L5.C3.B	T.C. Generales	1552,5	0,95	1634,21
L5.C3.C	T.C. Informática	2415	0,95	2542,11
<b>Total</b>		<b>18134,70</b>		<b>19089,16</b>

<b>Cuadro Alumbrado Nave</b>				
<b>Línea</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pot. (W)</b>	<b>Cos(φ)</b>	<b>S(VA)</b>
L6.C1.A	Al. Zona I	2820	0,95	2968,42
L6.C1.B	Al. Zona II	5080	0,95	5347,37
L6.C1.C	Al. Zona III	5430	0,95	5715,79
L6.C2.A	Al. Zona IV	6700	0,95	7052,63
L6.C2.B	Al. Zona V	6140	0,95	6463,16
L6.C2.C	Al. Zona VI	5570	0,95	5863,16
L6.C3.A	Al. Emergencia	193	0,95	203,16
L6.C3.B	Al. Exterior	3000	0,95	3157,89
<b>Total</b>		<b>34933,00</b>		<b>36771,58</b>

<b>Cuadro Auxiliar del CT</b>				
<b>Línea</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pot. (W)</b>	<b>Cos(φ)</b>	<b>S(VA)</b>
L.CT	Protección cuadro auxiliar del CT	633,5	0,95	633,50

La potencia total activa es de:

$$P = 325611,50 \text{ W}$$

La potencia total aparente es de:

$$S = 375602,09 \text{ VA}$$

Por lo tanto, la potencia total reactiva consumida será:

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = 187227 \text{ VAr}$$

Se quiere conseguir un  $\cos\phi$  cercano a 1, con  $\cos\phi' = 0,98$ .

$$Q' = P \cdot \text{tg } \phi' = 66118,24 \text{ VAr}$$

Por lo que la potencia a compensar sería de:

$$Q_b = Q - Q' = 121109 \text{ VAr}$$

Esta potencia será la que tenga que suministrar la batería de condensadores, puesto que se ha elegido compensación automática. El equipo seleccionado para mantener el factor de potencia por encima de 0,98 es una batería automática de condensadores de 124 kVAr de potencia reactiva, 5 escalones con una relación de potencia entre condensadores de 1:1:1:1:1, alimentación trifásica a 400 V de tensión y 50 Hz de frecuencia, que se colocará en un local destinado a tal uso al lado del Cuadro General de BT.

## 2.5.2 Cálculo del conductor de unión de la batería

Aplicando la fórmula de la potencia, se halla la intensidad:

$$Q = \sqrt{3} \cdot V \cdot I_n \cdot \text{sen } \phi$$

Siendo:

$\text{sen } \phi = 1$  (el de la batería de condensadores)

$V = 400 \text{ V}$

$Q =$  potencia de la batería de condensadores (124 KVAR)

Sustituyendo y despejando la  $I_n = 179 \text{ A}$ .

## 2.5.3 Cálculo de la protección de la batería

El cálculo del interruptor automático se basa en la intensidad consumida por la batería de condensadores.

$I_n = 179 \text{ A}$

La intensidad de cortocircuito será la de la entrada al CGD.

Por lo que se elige un interruptor magnetotérmico con poder de corte 36 KA,  $I_n = 250 \text{ A}$ .



## 2.6. Instalación de la puesta a tierra

### 2.6.1 Investigación del terreno

Dependiendo de la naturaleza y de la profundidad del terreno variará la resistencia de tierra, para lograr la resistividad del terreno se acudirá a la tabla 3 de la ITC-BT-18.

Dada la naturaleza del terreno (margas y arcilla compactada) se obtiene un valor orientativo de la resistividad de terreno, que será de 100 a 200  $\Omega \cdot m$  (valor medio 150  $\Omega \cdot m$ ).

### 2.6.2 Cálculo de la resistencia de tierra

Según se explica en la memoria, la diferencia de tensión entre masa y tierra no debe ser nunca superior a 24 voltios en lugares húmedos o de 50 voltios en lugares secos. De los dos valores se coge el de 50 Voltios, ya que se trata de una nave con ambiente seco.

#### Resistencia de las picas:

Según la tabla 5 de la ITC-BT-18 tenemos que:

$$R_{pica} = \rho / L = 150/2 = 75\Omega$$

L= longitud de la pica = 2m

D= diámetro de la pica = 14 mm

$\rho$ = Resistividad del terreno.

Se sabe que la resistencia equivalente a un grupo de picas es inversamente proporcional al número de estas, aunque esto en la práctica no sea rigurosamente cierto, se considerara así.

$$R_{equivalente} = R_{pica} / N$$

N = número de picas

Es nuestro caso se colocarán 6 picas situadas conforme la ITC-18 del RBT en los vértices del perímetro formado por el conductor enterrado en los cimientos del edificio, como puede observarse en los planos adjuntos al proyecto.

$$R_{equivalente} = R_{pica} / N = 75/6 = 12.5 \Omega$$

#### Resistencia de tierra del conductor de cobre enterrado:

El conductor irá enterrado a una profundidad mínima de 0.5 m ( ITC-18 del RBT). Se colocará a 0.8 m. Por la tabla 5 de dicha ITC, se tiene que:

$$R_{conductor} = \frac{2 \cdot \rho}{L} = \frac{2 \cdot 150}{296} = 1.01\Omega$$

L= longitud del conductor en metros 296m.

Resistencia a tierra total de la instalación:

$$R_{TOTAL} = \frac{R_{equivalente} \cdot R_{conductor}}{R_{equivalente} + R_{conductor}} = 0.93\Omega$$

Se comprueba, sabiendo que la intensidad de defecto máxima sería 300 mA, si la tensión es menor que la máxima permitida:

$$V = I \cdot R_{TOTAL} = 0.28V < 50V$$

Se tomaría la instalación por buena.

### 2.6.3 Sección del conductor de tierra y del cable de protección

El conductor de tierra será de cobre de 50 mm<sup>2</sup> de sección, mientras que el conductor de protección tendrá una sección como máximo de 50 mm<sup>2</sup>.

### 2.6.4 Punto de puesta a tierra

El dispositivo que mide la puesta a tierra se colocará sobre el conductor de puesta a tierra y en un lugar accesible, tal y como dice la ITC-18 del RBT. Se ha elegido para ello la zona de producción, al lado del cuadro general.

## 2.7. Cálculo del centro de transformación

### 2.7.1 Intensidad en alta tensión

En un sistema trifásico, la intensidad primaria  $I_p$  viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Siendo:

S= Potencia del transformador en KVA. (630 KVA)

U<sub>p</sub>= Tensión compuesta primaria en KV (13,2 KV)

I<sub>p</sub>= Intensidad primaria en amperios.

Sustituyendo valores, obtendremos:

$$I_p = 27,55^a$$

## 2.7.2 Intensidad en baja tensión

En un sistema trifásico la intensidad secundaria  $I_s$  viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S - W_{FE} - W_{CU}}{\sqrt{3} \cdot U_s}$$

Siendo:

S= Potencia del transformador en KVA.(630KVA)

W<sub>Cu</sub> = Pérdidas en el cobre (arrollamientos) del transformador.

W<sub>Fe</sub>= Pérdidas en el hierro del transformador.

U<sub>s</sub>= Tensión compuesta en carga del secundario en KV (0,4 KV)

I<sub>s</sub>= Intensidad secundaria en Amperios.

Despreciando las pérdidas en el hierro y en los arrollamientos (en el cobre), se tiene:

$$I_s = 909,3 \text{ A}$$

## 2.7.3 Cortocircuitos

### 2.7.3.1 Introducción

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 500 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la compañía suministradora (Iberdrola).

### 2.7.3.2 Corrientes de cortocircuito

Para la realización del cálculo de las corrientes de cortocircuito se utilizarán las expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de baja tensión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

S<sub>cc</sub>= potencia de cortocircuito de la red en MVA (500 MVA).

U= tensión primaria el KV (13,2 KV).

I<sub>ccp</sub>= intensidad de cortocircuito primaria en KA.

Sustituyendo valores se tendrá una intensidad primaria máxima para un cortocircuito en el lado de alta tensión de:

$$I_{ccp} = 21,87 \text{ KA (intensidad de cortocircuito en el primario).}$$



- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión (despreciando la impedancia de la red de alta tensión):

$$I_{ccs} = \frac{I_s \cdot 100}{U_{cc}(\%)}$$

Siendo:

$I_s$  = Intensidad secundaria.

$U_{cc}$  = tensión porcentual de cortocircuito del transformador (4%).

$I_{ccs}$  = intensidad secundaria máxima para un cortocircuito en el lado de baja tensión en KA.

Sustituyendo valores se tendrá:

$I_{ccs} = 5,68$  KA (intensidad de cortocircuito en el secundario)

### 2.7.3.3 Conexión celdas transformador

La intensidad nominal que ha de soportar el cable es:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} = 27,55A$$

Se ha decidido colocar conductores unipolares de cobre de 35 mm<sup>2</sup> de sección, que en condiciones de instalación soporta 154A, y provoca una caída de tensión despreciable, cumpliendo así con los criterios de calentamiento y de caída de tensión. El aislamiento del conductor será de XLPE (Polietileno Reticulado).

### 2.7.3.4 Conexión del secundario del transformador al cuadro de BT

La intensidad nominal que tienen que soportar los cables que unen el secundario del transformador con el cuadro de Baja Tensión del CT es:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} = 902,32^a$$

Se ha decidido poner dos conductores por fase de cobre de 95 mm<sup>2</sup> de sección, que en condiciones normales soporta 296 A (2\* 296 A = 592 A > 577.35 A) y provoca una caída de tensión despreciable, cumpliendo así con los criterios de calentamiento y de caída de tensión. El aislamiento del conductor será de XLPE (Polietileno Reticulado).

### 2.7.3.5 Cuadro de BT del centro de transformación

Cuadro Auxiliar del CT				
Línea	Descripción	Pot. (W)	Cos(φ)	S(VA)
L1.CT	Ilum. Del CT	110	0,95	115,79
L2.CT	Ilum. De Emergencia	6	0,95	6,32
L3.CT	TC. Monof.	517,5	0,95	544,74
<b>Total</b>		<b>633,50</b>		<b>666,84</b>

### 2.7.4 Ventilación del centro de transformación

El objeto de la ventilación en los centros de transformación es evacuar el calor producido en el transformador o transformadores debido a las pérdidas magnéticas (pérdidas en vacío) y las de los arrollamientos por efecto Joule (pérdidas en carga).

Datos del transformador para el cálculo de la superficie de la rejilla:

$W_{cu} = 2,3$ , KW

$h = 2$  m

$K = 0,5$

$W_{Fe} = 8.6$  KW

$\Delta T = 15$  °C

Fórmula:

$$S = \frac{W_{FE} + W_{CU}}{0,24 \cdot K \cdot \sqrt{(h \cdot \Delta T)^3}}$$

Siendo:

S= Superficie en m<sup>2</sup> de la rejilla.

$W_{cu}$ = Pérdidas de Cobre.

$W_{fe}$ = Pérdidas de hierro.

$h$  = diferencia de altura entre la rejilla de entrada y la de salida.

$K$ = coeficiente en función del tipo de rejilla

$\Delta T$  = Diferencia de temperatura entre el aire de entrada y el de salida.

Cálculos:

1,1 m<sup>2</sup>

La superficie total de la rejilla será superior a la superficie neta debido a que las láminas de la rejilla, para no permitir el paso de agua, pequeños animales o de objetos metálicos según la MIE RAT 13, disminuyen el paso de aire; por lo que la superficie total mínima de la rejilla se aumentará como mínimo un 40%.

$$S_{entrada} = 1,1 + (1,1 \cdot 40\%) = 1.54 \text{ m}^2$$



La superficie de la rejilla para la salida del aire caliente debe ser mayor que la rejilla para la entrada de aire, admitiéndose la siguiente relación:

$$S_{entrada} = 0.92 \cdot S_{salida}$$

Por tanto, la superficie mínima de la rejilla de salida es:  $S_{salida} = 1.68 \text{ m}^2$

El edificio dispondrá de una rejilla de ventilación para la entrada de aire situada en la parte lateral izquierda inferior, detrás del transformador, que es igual a la necesaria. Para la salida de aire se dispone de una rejilla en la parte superior lateral derecha, 2 m por encima de la anterior de dimensiones 2200/780 mm, con superficie de 1.71 m<sup>2</sup>, que es ligeramente superior a la necesaria. Las rejillas de entrada y salida de aire irán situadas en las paredes a diferente altura, siendo la distancia media vertical de separación entre los puntos medios de dichas rejillas de 2 m.

Por otra parte, decir que el precio de dichas rejillas, así como su colocación y suministro, viene incluido en el precio del prefabricado.

## 2.7.5 Dimensionado del pozo apagafuegos

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

## 2.7.4 Cálculo de la instalación de puesta a tierra

### 2.7.4.1 Introducción

Hay que distinguir entre la tierra de protección y la de servicio. Deberán estar separadas para evitar que se transfieran tensiones peligrosas, tal y como se calcula posteriormente.

#### Datos de partida:

- Según la investigación previa del terreno donde se instalará el centro de transformación, se determina una resistividad superficial de  $150 \Omega \cdot \text{m}$ .
- Tensión de red: 13,2 KV
- Nivel de aislamiento en las instalaciones de baja tensión del centro de transformación = 24KV
- Intensidad de defecto máxima permitida de acuerdo con las normas dadas por las Empresas suministradoras de energía:  $I_d = 400 \text{ A}$

#### Características del Centro de Transformación:

- La caseta tiene 4,46m de largo y 2,38 de ancho.
- La resistividad del terreno:  $\rho = 150 \Omega \cdot \text{m}$
- La resistividad del hormigón:  $\rho_H = 3000 \Omega \cdot \text{m}$

El neutro de la red de distribución en media tensión está conectado rígidamente a tierra. Por ellos, la intensidad máxima de defecto dependerá de la resistencia de puesta a tierra de protección del centro, así como de las características de la red de media tensión.



La intensidad máxima de defecto a tierra es 400 A y el tiempo de eliminación del defecto es inferior a 0,45 segundos, según datos proporcionados por la compañía suministradora (Iberdrola).

#### 2.7.4.2 Tierra de protección

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

Para los cálculos a realizar se emplearán las expresiones y procedimientos según el “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría”, editado por UNESA, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo entre otras, las siguientes:

Kr, Kp y Kc poner

Para la tierra de protección se ha adoptado la configuración **50-30/8/84** cuyos datos son los siguientes:

$$\begin{aligned}K_r &= 0.062 \Omega/\Omega \cdot m \\K_p &= 0.0096 V/\Omega \cdot mA \\K_c &= 0.0232 V/\Omega \cdot mA\end{aligned}$$

Siendo:

Kr: resistencia.  
Kp: tensión de paso.  
Kc: tensión de contacto exterior.

Descripción:

Estará constituida por 8 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 4 metros. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,8 metros. Estas picas formarán un rectángulo de dimensiones 5x3 metros.

NOTA: Se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando se cumplan las comprobaciones realizadas anteriormente.

La conexión desde el centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0,6/1KV protegido contra daños mecánicos.

#### 2.7.4.3 Tierra de servicio

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Para la tierra de servicio se ha adoptado la configuración **8/84** cuyos datos son los

siguientes:

$$K_r = 0.051 \Omega / \Omega \cdot m$$

Descripción:

Estará constituida por 8 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 4 metros. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,8 metros, y la separación entre cada pica será de 3 metros. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 21 metros, dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

NOTA: Se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando se cumplan las comprobaciones anteriormente realizadas.

La conexión desde el centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0,6/1KV protegido contra daños mecánicos.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37Ω. Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 300mA no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 V (=37 x 300).

Existirá una separación mínima entre las picas de tierra de protección y las picas de tierra de servicio, a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de baja tensión.

#### 2.7.4.4 Resistencia de la tierra de protección

La compañía suministradora proporciona los datos de la puesta a tierra del neutro, cuyos valores son los siguientes:  $R_n=0 \Omega$ ;  $X_n=25 \Omega$ .

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del centro y tensión de defecto correspondiente, se utilizarán las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra:

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0.062 \cdot 150 = 9.3 \Omega$$

- Intensidad de defecto:

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{((R_n + R_r)^2 + X_n^2)}} = 285,71 A$$

- Tensión de defecto:

$$U_d = R_t \cdot I_d = 9.3 \cdot 285.71 = 2657.103 V$$





El aislamiento de las instalaciones de Baja Tensión del Centro de Transformación deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada ( $U_d$ ), por lo que deberá ser como mínimo 3000V.

De esta manera se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de Alta Tensión deterioren los elementos de Baja Tensión del Centro. Comprobamos además que la intensidad de defecto calculada es superior a 100A, lo que permitirá que pueda ser detectada por las protecciones normales.

#### 2.7.4.5 Resistencia de la tierra de servicio

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0.051 \cdot 150 = 7,65 < 37 \Omega$$

#### 2.7.4.6 Tensiones en el exterior de la instalación

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas de ventilación metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que estas serán prácticamente nulas.

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

$$V_p = K_p \cdot I_d \cdot \rho = 0.0096 \cdot 150 \cdot 400 = 576 \text{ V}$$

#### 2.7.4.7 Tensiones en el interior de la instalación

El piso del centro estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0.30x0.30m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del centro. Con esta disposición se consigue proteger a la persona que deba acceder a una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm de espesor como mínimo.

De esta forma no será necesario el cálculo de las tensiones de contacto y de paso en el interior, ya que su valor será prácticamente cero.

No obstante, la existencia de una superficie equipotencial conectada al electrodo de tierra, hace que la tensión de paso en el acceso sea equivalente al valor de la tensión de contacto exterior:

$$V_p(\text{acc}) = K_c \cdot \rho \cdot I_d = 0.0232 \cdot 150 \cdot 285.71 = 994.27 \text{ V}$$

#### 2.7.4.8 Tensiones aplicadas

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al Centro de Transformación, se emplearán las siguientes expresiones:

$$Vp(\text{exterior}) = \frac{10K}{tn \cdot \left(1 + \left(\frac{6\rho}{1000}\right)\right)}$$

$$Vp(\text{exterior}) = \frac{10K}{tn \cdot \left(1 + \left(\frac{3\rho + 3\rho H}{1000}\right)\right)}$$

Siendo:

Up: tensiones de paso en Voltios.

K= 72

n = 1

K y n se obtienen en el MIE RAT 13, en función del tiempo de desconexión t.

t : tiempo de desconexión en segundos (0,45s)

$\rho$ : resistividad del terreno

$\rho H$ : resistividad del hormigón (3000  $\Omega \cdot m$ )

Obteniendo los siguientes resultados:

Up (exterior) = 3040 V

Up(acceso) = 16720 V

Así pues, se comprobará que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles:

- En el exterior:

Up' = Kp· $\rho$ ·Id = 411.42 < 3040 V

- En el acceso al centro de transformación:

Up'(acc) = Kc· $\rho$ ·Id = 994.27 V < 16720 V

#### 2.7.4.9 Tensiones transferidas al exterior

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

No obstante, con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas que puedan afectar a las instalaciones de los usuarios, cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima D<sub>min</sub>, entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{\min} \geq \frac{\rho \cdot Id}{2 \cdot \pi \cdot 1000} = 6,82m$$



### 2.7.4.10 Separación entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas del centro de transformación.

Se verificará que las masas de puesta a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas, no están unidas a las tomas a tierra de las masas del centro de transformación, para evitar que durante la evacuación de un defecto a tierra en el centro de transformación, se transfieran tensiones de contacto peligrosas a las masas de las instalaciones de utilización.

Se considerará que las tierras son independientes cuando se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

- No exista canalización metálica conductora que una la zona de tierra del CT con la zona donde se encuentran los aparatos de utilización.
- La distancia entre la toma de tierra del CT y la de las masas de la instalación debe ser como mínimo de 15 m para una  $\rho < 100 \Omega \cdot m$

Cuando el terreno no sea tan bueno, se utilizará esta ecuación:

$$D = \frac{\rho \cdot Id}{2 \cdot \pi \cdot 1200}$$

Siendo:

D: distancia entre electrodos, en metros.

$\rho$  : resistividad media del terreno en  $\Omega \cdot m$

Id: Intensidad de defecto a tierra en A.

V= 1200 V para sistemas de distribución TT siempre que el tiempo de eliminación del defecto en la instalación de alta tensión sea menor o igual a 5 segundos y 250V.

- El centro de transformación debe estar situado en un recinto aislado de locales de utilización.

Cálculos:

$$D = \frac{\rho \cdot Id}{2 \cdot \pi \cdot 1200} = 5,68m$$

### 2.7.4.11 Corrección y ajuste si procede

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirán estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del centro, o cualquier otro medio permitido por el reglamento, que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

Instalación eléctrica en BT de una Nave Industrial con CT  
Judith Equiza Arbizu



PAMPLONA, SEPTIEMBRE 2011-09-02

Judith Equiza Arbizu

# ANEXO CYPELEC

<b>1.- CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.- Origen de la instalación.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2.- Cuadro general de distribución.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3.- Cuadros secundarios y composición.....</b>	<b>3</b>
<b>2.- INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....</b>	<b>16</b>
<b>3.- FÓRMULAS UTILIZADAS.....</b>	<b>16</b>
<b>3.1.- Intensidad máxima admisible.....</b>	<b>16</b>
<b>3.2.- Caída de tensión.....</b>	<b>17</b>
<b>3.3.- Intensidad de cortocircuito.....</b>	<b>19</b>
<b>4.- CÁLCULOS.....</b>	<b>20</b>
<b>4.1.- Sección de las líneas.....</b>	<b>20</b>
<b>4.2.- Cálculo de las protecciones.....</b>	<b>26</b>
<b>5.- CÁLCULOS DE PUESTA A TIERRA.....</b>	<b>34</b>
<b>5.1.- Resistencia de la puesta a tierra de las masas.....</b>	<b>34</b>
<b>5.2.- Resistencia de la puesta a tierra del neutro.....</b>	<b>35</b>
<b>5.3.- Protección contra contactos indirectos.....</b>	<b>35</b>
<b>6.- PLIEGO DE CONDICIONES.....</b>	<b>38</b>
<b>6.1.- Calidad de los materiales.....</b>	<b>38</b>
6.1.1.- Generalidades.....	38
6.1.2.- Conductores eléctricos.....	38
6.1.3.- Conductores de neutro.....	38
6.1.4.- Conductores de protección.....	38
6.1.5.- Identificación de los conductores.....	39
6.1.6.- Tubos protectores.....	39
<b>6.2.- Normas de ejecución de las instalaciones.....</b>	<b>39</b>
6.2.1.- Colocación de tubos.....	39
6.2.2.- Cajas de empalme y derivación.....	40
6.2.3.- Aparatos de mando y maniobra.....	41
6.2.4.- Aparatos de protección.....	41
6.2.5.- Instalaciones en cuartos de baño o aseo.....	44
6.2.6.- Red equipotencial.....	45
6.2.7.- Instalación de puesta a tierra.....	45
6.2.8.- Alumbrado.....	46
<b>6.3.- Pruebas reglamentarias.....</b>	<b>46</b>
6.3.1.- Comprobación de la puesta a tierra.....	46
6.3.2.- Resistencia de aislamiento.....	47
<b>6.4.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.....</b>	<b>47</b>
<b>6.5.- Certificados y documentación.....</b>	<b>47</b>
<b>6.6.- Libro de órdenes.....</b>	<b>47</b>
<b>7.- MEDICIONES.....</b>	<b>48</b>
<b>8.- TABLA RESUMEN DE DIMENSIONADO.....</b>	<b>51</b>

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE



## 1.- CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

### 1.1.- Origen de la instalación

El origen de la instalación será un centro de transformación de abonado de: 1000 kVA

### 1.2.- Cuadro general de distribución

Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
CGP	T	281.87	0.86	Puente	ABB Isomax S5 N-PR212 LSI In: 630 A; Un: 230 ÷ 690 V; Icu: 20 ÷ 65 kA; Curva I - t (Ptos.) Contadores Contador de activa
					RZ1 0,6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 2 x (3 x 240 mm <sup>2</sup> ) N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 240 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 240 mm <sup>2</sup>
C_SEC_1	T	88.72	0.86	370.0	M-G Compact NS250N - STR22SE In: 250 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.) M-G Vigirex RH10E Toro A In: 10000 A; Un: 415 V; Id: 300 mA; (I)
					RZ1 0,6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 150 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 150 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 95 mm <sup>2</sup>
C_SEC_2	T	58.95	0.85	750.0	M-G Compact NS160N - STR22SE In: 160 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)
					RZ1 0,6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 120 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 120 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 70 mm <sup>2</sup>
C_SEC_3	T	80.19	0.85	150.0	M-G Compact NS250N - STR22SE In: 160 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.) M-G Vigirex RH10E Toro A In: 10000 A; Un: 415 V; Id: 300 mA; (I)
					RZ1 0,6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 50 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 50 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 25 mm <sup>2</sup>
C_OFI_1	T	5.92	0.92	520.0	M-G Compact NS160N - STR22SE In: 40 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.) IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)
					RZ1 0,6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 25 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 25 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm <sup>2</sup>
C_OFI_2	T	16.65	0.92	525.0	M-G Compact NS160N - STR22SE In: 100 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.) IEC60947-2 Instantáneos In: 63 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)
					RZ1 0,6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 70 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 70 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 35 mm <sup>2</sup>

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE



Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
C_AL_NAVE	T	31.44	0.90	230.0	M-G Compact NS160N - STR22SE In: 100 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.) M-G Vigicompact NSA125/160 I In: 125 A; Un: 440 V; Id: 300 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 70 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 70 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 35 mm <sup>2</sup>

### Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Esquemas	Tipo de instalación
CGP	Instalación enterrada - Bajo tubo - T <sup>a</sup> : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
C_SEC_1	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 63 mm
C_SEC_2	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 50 mm
C_SEC_3	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 63 mm
C_OFI_1	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 50 mm
C_OFI_2	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 63 mm
C_AL_NAVE	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 63 mm

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE

## 1.3.- Cuadros secundarios y composición

### C\_SEC\_1

Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
Prensa 1	T	7.20	0.80	240.0	EN60898 10kA Curva C In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3 H07V H07V Cobre Flexible 3 x 35 mm <sup>2</sup> N: H07V Cobre Flexible 35 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm <sup>2</sup>
Prensa 2	T	7.20	0.80	220.0	EN60898 10kA Curva C In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3 RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 35 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 35 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm <sup>2</sup>
Impresión	T	9.00	0.85	165.0	EN60898 10kA Curva C In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3 H07V H07V Cobre Flexible 3 x 35 mm <sup>2</sup> N: H07V Cobre Flexible 35 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm <sup>2</sup>





Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE

Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
Clima 1	T	9.00	0.85	195.0	EN60898 10kA Curva C In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3 H07V H07V Cobre Flexible 3 x 50 mm <sup>2</sup> N: H07V Cobre Flexible 50 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 25 mm <sup>2</sup>
Clima 2	T	9.00	0.85	200.0	EN60898 10kA Curva C In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3 H07V H07V Cobre Flexible 3 x 50 mm <sup>2</sup> N: H07V Cobre Flexible 50 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 25 mm <sup>2</sup>
Bombas	T	13.50	0.80	140.0	EN60898 10kA Curva C In: 32 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3 H07V H07V Cobre Flexible 3 x 50 mm <sup>2</sup> N: H07V Cobre Flexible 50 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 25 mm <sup>2</sup>
Taller Mant	T	5.13	0.80	100.0	EN60898 10kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3 H07V H07V Cobre Flexible 3 x 16 mm <sup>2</sup> N: H07V Cobre Flexible 16 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm <sup>2</sup>
Soldadores	T	9.00	0.90	110.0	EN60898 10kA Curva C In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3 H07V H07V Cobre Flexible 3 x 25 mm <sup>2</sup> N: H07V Cobre Flexible 25 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm <sup>2</sup>
TC Generales	T	0.93	0.95	220.0	EN60898 10kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3 H07V H07V Cobre Flexible 3 x 4 mm <sup>2</sup> N: H07V Cobre Flexible 4 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup>
TC Trifasicas	T	10.94	0.95	Puente	EN60898 6kA Curva C In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I) RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 10 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 10 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 10 mm <sup>2</sup>
TC Trifasica 1	T	3.65	0.95	18.0	EN60898 10kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3 RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup>



Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE

Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
TC Trifasica 2	T	3.65	0.95	140.0	EN60898 10kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 10 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 10 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 10 mm <sup>2</sup>
TC Trifasica 3	T	3.65	0.95	80.0	EN60898 10kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup>
Alumbrado	T	7.82	0.90	Puente	EN60898 6kA Curva C In: 25 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 35 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 35 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm <sup>2</sup>
Alumbrado 1	T	4.19	0.90	220.0	EN60898 10kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 35 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 35 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm <sup>2</sup>
Alumbrado 2	T	3.47	0.90	150.0	EN60898 10kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 16 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm <sup>2</sup>
Alumbrado 3	T	0.17	0.90	100.0	EN60898 10kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup>

C SEC 2

Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
Precintadora	T	2.70	0.80	165.0	EN60898 10kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 10 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 10 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 10 mm <sup>2</sup>



Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE

Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
Forrado	T	4.50	0.85	110.0	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I) EN60898 10kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 16 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm <sup>2</sup>
Volteadora 1	T	4.50	0.80	120.0	EN60898 10kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 16 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm <sup>2</sup>
Volteadora 2	T	4.50	0.80	230.0	EN60898 10kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 25 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 25 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm <sup>2</sup>
Secado	T	13.50	0.95	320.0	EN60898 10kA Curva C In: 32 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 40 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 120 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 120 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 70 mm <sup>2</sup>
Cargador 1	T	5.85	0.85	30.0	EN60898 10kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup>
Cargador 2	T	5.85	0.85	40.0	EN60898 10kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup>



Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE

Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
Cinta Trans 1	T	4.50	0.80	80.0	EN60898 10kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 10 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 10 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 10 mm <sup>2</sup>
Cinta Trans 2	T	4.50	0.80	160.0	EN60898 10kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 16 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm <sup>2</sup>
Recortadora	T	8.55	0.80	330.0	EN60898 10kA Curva C In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 70 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 70 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 35 mm <sup>2</sup>
TC Trifasicas	T	0.00	1.00	Puente	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I) EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup>
TC Trifásica 1	T	3.65	0.95	65.0	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup>
TC Trifásica 2	T	3.65	0.95	60.0	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup>
TC Trifásica 3	T	3.65	0.95	40.0	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup>



C SEC 3

Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
Contracorado	T	13.50	0.75	270.0	IEC60947-2 Instantáneos In: 40 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I) Merlin Gerin C120H Curva B In: 40 A; Un: 240 ÷ 440 V; Icu: 10 ÷ 30 kA; Curva I - t (Ptos.)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 35 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 35 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm <sup>2</sup>
Onduladora	T	10.80	0.85	400.0	M-G Vigicomact NSA125/160 I In: 125 A; Un: 440 V; Id: 300 mA; (I) Merlin Gerin C120H Curva B In: 25 A; Un: 240 ÷ 440 V; Icu: 10 ÷ 30 kA; Curva I - t (Ptos.)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 35 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 35 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm <sup>2</sup>
Troqueladora	T	13.50	0.80	150.0	Merlin Gerin C60L Curva B In: 32 A; Un: 240 ÷ 440 V; Icu: 15 ÷ 40 kA; Curva I - t (Ptos.) IEC60947-2 Instantáneos In: 40 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 16 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm <sup>2</sup>
Plegadora	T	2.70	0.80	410.0	Merlin Gerin C60L Curva B In: 10 A; Un: 240 ÷ 440 V; Icu: 20 ÷ 50 kA; Curva I - t (Ptos.) IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 10 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 10 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 10 mm <sup>2</sup>
Colas	T	4.50	0.90	350.0	Merlin Gerin C60L Curva B In: 10 A; Un: 240 ÷ 440 V; Icu: 20 ÷ 50 kA; Curva I - t (Ptos.) IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 16 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm <sup>2</sup>
Caldera	T	13.50	0.95	50.0	Merlin Gerin C60L Curva B In: 32 A; Un: 240 ÷ 440 V; Icu: 15 ÷ 40 kA; Curva I - t (Ptos.) IEC60947-2 Instantáneos In: 40 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup>
Compresor 1	T	7.20	0.80	20.0	Merlin Gerin C60L Curva B In: 20 A; Un: 240 ÷ 440 V; Icu: 20 ÷ 50 kA; Curva I - t (Ptos.) IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup>

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE



Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
Compresor 2	T	7.20	0.80	25.0	Merlin Gerin C60L Curva B In: 20 A; Un: 240 ÷ 440 V; Icu: 20 ÷ 50 kA; Curva I - t (Ptos.) IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup>
TC Trifásicas	T	7.29	0.95	Puente	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I) EN60898 6kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup>
TC Trifásica 1	T	3.65	0.95	180.0	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup>
TC Trifásica 2	T	3.65	0.95	50.0	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup>

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE

C OFI 1

Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
Alumbrado	T	3.75	0.90	Puente	M-G Vigicompact NSA125/160 I In: 125 A; Un: 440 V; Id: 300 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 10 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 10 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 10 mm <sup>2</sup>
Alumbrado 1	T	1.69	0.90	350.0	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 10 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 10 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 10 mm <sup>2</sup>
Alumbrado 2	T	1.93	0.90	150.0	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup>
Emergencia	T	0.13	0.90	350.0	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup>



Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
Tomas Corriente	T	2.17	0.95	Puente	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I) RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup>
TC Generales	T	0.47	0.95	300.0	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup>
TC Aseos	T	1.24	0.95	220.0	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup>
TC Informática	T	0.47	0.95	350.0	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup>

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE

C OFI 2

Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
Alumbrado 1	T	9.25	0.90	Puente	IEC60947-2 Instantáneos In: 40 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I) RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 35 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 35 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm <sup>2</sup>
Alumbrado 1	T	1.89	0.90	250.0	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 10 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 10 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 10 mm <sup>2</sup>
Alumbrado 2	T	3.11	0.90	350.0	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 25 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 25 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm <sup>2</sup>
Alumbrado 3	T	4.25	0.90	350.0	EN60898 6kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 25 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 25 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm <sup>2</sup>



Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE

Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
Alumbrado 2	T	2.59	0.90	Puente	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 35 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 35 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm <sup>2</sup>
Alumbrado 1	T	2.32	0.90	300.0	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 16 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm <sup>2</sup>
Emergencia	T	0.27	0.90	320.0	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup>
Tomas Corriente	T	4.81	0.95	Puente	M-G Vigicomact NSA125/160 I In: 125 A; Un: 440 V; Id: 300 mA; (I)
					EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup>
TC Generales	T	1.40	0.95	220.0	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup>
TC Aseos	T	1.24	0.95	250.0	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup>
TC Informática	T	2.17	0.95	280.0	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup>





C AL NAVE

Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
Zona 1	T	2.54	0.90	120.0	EN60898 10kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3 RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 25 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 25 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm <sup>2</sup>
Zona 2	T	4.57	0.90	160.0	EN60898 10kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3 RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 50 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 50 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 25 mm <sup>2</sup>
Zona 3	T	4.89	0.90	250.0	EN60898 10kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3 RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 25 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 25 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm <sup>2</sup>
Zona 4	T	6.03	0.90	90.0	EN60898 10kA Curva C In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3 RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 10 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 10 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 10 mm <sup>2</sup>
Zona 5	T	5.53	0.90	120.0	EN60898 10kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3 RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 16 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm <sup>2</sup>
Zona 6	T	5.01	0.90	240.0	EN60898 10kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3 RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 25 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 25 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm <sup>2</sup>
Emergencia	T	0.17	1.00	320.0	EN60898 10kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3 RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm <sup>2</sup>
Exterior	T	2.70	0.90	680.0	EN60898 10kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3 RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 35 mm <sup>2</sup> N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 35 mm <sup>2</sup> P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm <sup>2</sup>

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE



### Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

#### C SEC 1

Esquemas	Tipo de instalación
Prensa 1	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 50 mm
Prensa 2	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 50 mm
Impresión	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 50 mm
Clima 1	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 63 mm
Clima 2	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 63 mm
Bombas	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 63 mm
Taller Mant	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 40 mm
Soldadores	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 50 mm
TC Generales	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm
TC Trifasicas	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos
TC Trifasica 1	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm
TC Trifasica 2	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 32 mm
TC Trifasica 3	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm
Alumbrado	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos
Alumbrado 1	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 50 mm
Alumbrado 2	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 40 mm
Alumbrado 3	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm

#### C SEC 2

Esquemas	Tipo de instalación
Precintadora	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 32 mm
Forrado	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 40 mm
Volteadora 1	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 40 mm
Volteadora 2	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 50 mm
Secado	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 50 mm

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE



Esquemas	Tipo de instalación
Cargador 1	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm
Cargador 2	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm
Cinta Trans 1	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 32 mm
Cinta Trans 2	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 40 mm
Recortadora	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 63 mm
TC Trifasicas	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos
TC Trifásica 1	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm
TC Trifásica 2	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm
TC Trifásica 3	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE

**C SEC 3**

Esquemas	Tipo de instalación
Contracolado	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 50 mm
Onduladora	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 50 mm
Troqueladora	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 40 mm
Plegadora	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 32 mm
Colas	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 40 mm
Caldera	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm
Compresor 1	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm
Compresor 2	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm
TC Trifásicas	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos
TC Trifásica 1	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm
TC Trifásica 2	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm



C OFI 1

Esquemas	Tipo de instalación
Alumbrado	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos
Alumbrado 1	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 32 mm
Alumbrado 2	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm
Emergencia	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm
Tomas Corriente	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos
TC Generales	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm
TC Aseos	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm
TC Informática	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm

C OFI 2

Esquemas	Tipo de instalación
Alumbrado 1	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos
Alumbrado 1	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 32 mm
Alumbrado 2	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 50 mm
Alumbrado 3	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 50 mm
Alumbrado 2	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos
Alumbrado 1	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 40 mm
Emergencia	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm
Tomas Corriente	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos
TC Generales	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm
TC Aseos	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm
TC Informática	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE



## C. AL NAVE

Esquemas	Tipo de instalación
Zona 1	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 50 mm
Zona 2	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 63 mm
Zona 3	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 50 mm
Zona 4	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 32 mm
Zona 5	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 40 mm
Zona 6	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 50 mm
Emergencia	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm
Exterior	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 50 mm

## 2.- INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

La instalación de puesta a tierra de la obra se efectuará de acuerdo con la reglamentación vigente, concretamente lo especificado en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión en su Instrucción 18, quedando sujeta a la misma las tomas de tierra y los conductores de protección.

Tipo de electrodo	Geometría	Resistividad del terreno
Pica vertical aislada	l = 2 m	50 Ohm·m
Pica vertical aislada	l = 2 m	50 Ohm·m

Las picas verticales podrán estar constituidas por:

- tubo de acero galvanizado de 25 mm de diámetro exterior,
- perfil de acero dulce galvanizado de 60 mm de lado,
- barra de cobre o de acero de 14 mm de diámetro como mínimo; las barras de acero tienen que estar recubiertas de una capa protectora exterior de cobre de espesor apropiado.

### CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Los conductores de protección discurrirán por la misma canalización sus correspondientes circuitos y presentarán las secciones exigidas por la Instrucción ITC-BT 18 del REBT.

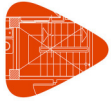
## 3.- FÓRMULAS UTILIZADAS

### 3.1.- Intensidad máxima admisible

En el cálculo de las instalaciones se comprobará que las intensidades máximas de las líneas son inferiores a las admitidas por el Reglamento de Baja Tensión, teniendo en cuenta los factores de corrección según el tipo de instalación y sus condiciones particulares.

#### 1. Intensidad nominal en servicio monofásico:

$$I_n = \frac{P}{U_f \cdot \cos \varphi}$$



2. Intensidad nominal en servicio trifásico:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_l \cdot \cos \varphi}$$

En las fórmulas se han empleado los siguientes términos:

- In: Intensidad nominal del circuito en A
- P: Potencia en W
- Uf: Tensión simple en V
- Ul: Tensión compuesta en V
- cos(phi): Factor de potencia

**3.2.- Caída de tensión**

Tipo de instalación: Instalación general.

Tipo de esquema: Instalación industrial con transformador propio.

La caída de tensión no superará los siguientes valores:

- Circuitos de Alumbrado: 4,5%
- Resto de circuitos: 6,5%

Las fórmulas empleadas serán las siguientes:

1. C.d.t. en servicio monofásico

Despreciando el término de reactancia, dado el elevado valor de R/X, la caída de tensión viene dada por:

$$\Delta U = 2 \cdot R \cdot I_n \cdot \cos \varphi$$

Siendo:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

2. C.d.t en servicio trifásico

Despreciando también en este caso el término de reactancia, la caída de tensión viene dada por:

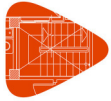
$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot R \cdot I_n \cdot \cos \varphi$$

Siendo:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

Producción por una versión no profesional de CYPE

Producción por una versión no profesional de CYPE



Los valores conocidos de resistencia de los conductores están referidos a una temperatura de 20°C.

Los conductores empleados serán de cobre o aluminio, siendo los coeficientes de variación con la temperatura y las resistividades a 20°C los siguientes:

- Cobre

$$\alpha = 0.00393^{\circ}C^{-1} \quad \rho_{20^{\circ}C} = \frac{1}{56} \Omega \cdot mm^2 / m$$

- Aluminio

$$\alpha = 0.00403^{\circ}C^{-1} \quad \rho_{20^{\circ}C} = \frac{1}{35} \Omega \cdot mm^2 / m$$

Se establecen tres criterios para la corrección de la resistencia de los conductores y por tanto del cálculo de la caída de tensión, en función de la temperatura a considerar.

Los tres criterios son los siguientes:

a) Considerando la máxima temperatura que soporta el conductor en condiciones de régimen permanente.

En este caso, para calcular la resistencia real del cable se considerará la máxima temperatura que soporta el conductor en condiciones de régimen permanente.

Se aplicará la fórmula siguiente:

$$R_{T_{max}} = R_{20^{\circ}C} \cdot [1 + \alpha (T_{max} - 20)]$$

La temperatura 'Tmax' depende de los materiales aislantes y corresponderá con un valor de 90°C para conductores con aislamiento XLPE y EPR y de 70°C para conductores de PVC según tabla 2 de la ITC BT-07 (Reglamento electrotécnico de baja tensión).

b) Considerando la temperatura máxima prevista de servicio del cable.

Para calcular la temperatura máxima prevista de servicio se considerará que su incremento de temperatura (T) respecto a la temperatura ambiente To (25 °C para cables enterrados y 40°C para cables al aire) es proporcional al cuadrado del valor eficaz de la intensidad, por lo que:

$$T = T_0 + \left[ (T_{max} - T_0) \cdot \left( \frac{I_n}{I_z} \right)^2 \right]$$

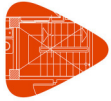
En este caso la resistencia corregida a la temperatura máxima prevista de servicio será:

$$R_T = R_{20^{\circ}C} \cdot [1 + \alpha (T - 20)]$$

c) Considerando la temperatura ambiente según el tipo de instalación.

En este caso, para calcular la resistencia del cable se considerará la temperatura ambiente To, que corresponderá con 25°C para cables enterrados y 40°C para cables al aire, de acuerdo con la fórmula:

$$R_{T_0} = R_{20^{\circ}C} \cdot [1 + \alpha (T_0 - 20)]$$



En las tablas de resultados de cálculo se especifica el criterio empleado para las diferentes líneas.

En las fórmulas se han empleado los siguientes términos:

- In: Intensidad nominal del circuito en A
- Iz: Intensidad admisible del cable en A.
- P: Potencia en W
- cos(phi): Factor de potencia
- S: Sección en mm<sup>2</sup>
- L: Longitud en m
- ro: Resistividad del conductor en ohm·mm<sup>2</sup>/m
- alpha: Coeficiente de variación con la temperatura

### 3.3.- Intensidad de cortocircuito

Entre Fases:

$$I_{cc} = \frac{U_l}{\sqrt{3} \cdot Z_l}$$

Fase y Neutro:

$$I_{cc} = \frac{U_f}{2 \cdot Z_l}$$

En las fórmulas se han empleado los siguientes términos:

- Ul: Tensión compuesta en V
- Uf: Tensión simple en V
- Zt: Impedancia total en el punto de cortocircuito en mohm
- Icc: Intensidad de cortocircuito en kA

La impedancia total en el punto de cortocircuito se obtendrá a partir de la resistencia total y de la reactancia total de los elementos de la red hasta el punto de cortocircuito:

$$Z_l = \sqrt{R_l^2 + X_l^2}$$

Siendo:

- Rt = R1 + R2 + ... + Rn: Resistencia total en el punto de cortocircuito.
- Xt = X1 + X2 + ... + Xn: Reactancia total en el punto de cortocircuito.

Los dispositivos de protección deberán tener un poder de corte mayor o igual a la intensidad de cortocircuito prevista en el punto de su instalación, y deberán actuar en un tiempo tal que la temperatura alcanzada por los cables no supere la máxima permitida por el conductor.

Para que se cumpla esta última condición, la curva de actuación de los interruptores automáticos debe estar por debajo de la curva térmica del conductor, por lo que debe cumplirse la siguiente condición:

$$I^2 \cdot t \leq C \cdot \Delta T \cdot S^2$$





para  $0,01 \leq 0,1$  s, y donde:

- I: Intensidad permanente de cortocircuito en A.
- t: Tiempo de desconexión en s.
- C: Constante que depende del tipo de material.
- incremento T: Sobretemperatura máxima del cable en °C.
- S: Sección en mm<sup>2</sup>

Se tendrá también en cuenta la intensidad mínima de cortocircuito determinada por un cortocircuito fase - neutro y al final de la línea o circuito en estudio.

Dicho valor se necesita para determinar si un conductor queda protegido en toda su longitud a cortocircuito, ya que es condición imprescindible que dicha intensidad sea mayor o igual que la intensidad del disparador electromagnético. En el caso de usar fusibles para la protección del cortocircuito, su intensidad de fusión debe ser menor que la intensidad soportada por el cable sin dañarse, en el tiempo que tarde en saltar. En todo caso, este tiempo siempre será inferior a 5 seg.

## 4.- CÁLCULOS

### 4.1.- Sección de las líneas

Para el cálculo de los circuitos se han tenido en cuenta los siguientes factores:

- Caída de tensión
  - 4,5% para circuitos de alumbrado.
  - 6,5% para el resto de circuitos.
- I<sub>max</sub>: La intensidad que circula por la línea (I) no debe superar el valor de intensidad máxima admisible (I<sub>z</sub>).

Los resultados obtenidos para la caída de tensión se resumen en las siguientes tablas:

Cuadro general de distribución

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I <sub>z</sub> (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
CGP	T	328.67	0.86	Puente	RZ1 0.6/1 kV 8 G 240	880.0	547.3	0	0.00
C_SEC_1	T	98.35	0.86	370.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 150 + 1 G 95	299.0	165.7	3.59	3.60
C_SEC_2	T	62.33	0.85	750.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 120 + 1 G 70	260.0	105.1	5.67	5.67
C_SEC_3	T	83.57	0.85	150.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 50 + 1 G 25	145.0	143.3	3.89	3.89
C_OFI_1	T	8.82	0.92	520.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 25 + 1 G 16	95.0	13.9	2.68	2.68
C_OFI_2	T	25.91	0.92	525.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 70 + 1 G 35	185.0	41.1	2.92	2.93
C_AL_NAVES	T	56.45	0.90	230.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 70 + 1 G 35	185.0	90.5	2.77	2.78

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I<sub>z</sub>) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
CGP	Instalación enterrada - Bajo tubo - T <sup>a</sup> : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80
C_SEC_1	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 63 mm	1.00
C_SEC_2	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 50 mm	1.00
C_SEC_3	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 63 mm	1.00



Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
C_OFI_1	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 50 mm	1.00
C_OFI_2	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 63 mm	1.00
C_AL_NAVES	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 63 mm	1.00

Cuadros secundarios y composición

C SEC 1

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
Prensa 1	T	9.00	0.80	240.0	H07V 4 x 35 + 1 G 16	96.0	16.2	0.89	4.49
Prensa 2	T	9.00	0.80	220.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 35 + 1 G 16	119.0	16.2	0.83	4.42
Impresión	T	11.25	0.85	165.0	H07V 4 x 35 + 1 G 16	96.0	19.1	0.77	4.37
Clima 1	T	11.25	0.85	195.0	H07V 4 x 50 + 1 G 25	117.0	19.1	0.63	4.23
Clima 2	T	11.25	0.85	200.0	H07V 4 x 50 + 1 G 25	117.0	19.1	0.65	4.25
Bombas	T	16.88	0.80	140.0	H07V 4 x 50 + 1 G 25	117.0	30.4	0.68	4.28
Taller Mant	T	6.41	0.80	100.0	H07V 5 G 16	59.0	11.6	0.58	4.18
Soldadores	T	11.25	0.90	110.0	H07V 4 x 25 + 1 G 16	77.0	18.0	0.72	4.32
TC Generales	T	0.93	0.95	220.0	H07V 4 x 4 + 1 G 6	24.0	1.4	0.76	4.36
TC Trifasicas	T	10.94	0.95	Puente	RZ1 0.6/1 kV 5 G 10	54.0	16.6	0.01	3.61
TC Trifasica 1	T	3.65	0.95	18.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	40.0	5.5	0.16	3.77
TC Trifasica 2	T	3.65	0.95	140.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 10	54.0	5.5	0.74	4.35
TC Trifasica 3	T	3.65	0.95	80.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	40.0	5.5	0.72	4.32
Alumbrado	T	14.08	0.90	Puente	RZ1 0.6/1 kV 4 x 35 + 1 G 16	119.0	22.6	0	3.60
Alumbrado 1	T	7.53	0.90	220.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 35 + 1 G 16	119.0	12.1	0.69	4.29
Alumbrado 2	T	6.24	0.90	150.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 16	73.0	10.0	0.86	4.46
Alumbrado 3	T	0.31	0.90	100.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	40.0	0.5	0.08	3.68

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE

C SEC 2

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
Precintadora	T	3.38	0.80	165.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 10	54.0	6.1	0.81	6.48
Forado	T	5.63	0.85	110.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 16	73.0	9.6	0.57	6.24
Volteadora 1	T	5.63	0.80	120.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 16	73.0	10.1	0.62	6.29
Volteadora 2	T	5.63	0.80	230.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 25 + 1 G 16	95.0	10.1	0.75	6.42
Secado	T	16.88	0.95	320.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 120 + 1 G 70	260.0	25.6	0.66	6.33
Cargador 1	T	7.31	0.85	30.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	40.0	12.4	0.54	6.21
Cargador 2	T	7.31	0.85	40.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	40.0	12.4	0.72	6.39
Cinta Trans 1	T	5.63	0.80	80.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 10	54.0	10.1	0.66	6.33
Cinta Trans 2	T	5.63	0.80	160.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 16	73.0	10.1	0.82	6.50
Recortadora	T	10.69	0.80	330.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 70 + 1 G 35	185.0	19.3	0.75	6.43
TC Trifasicas	T	0.00	1.00	Puente	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	40.0	0.0	0	5.67
TC Trifásica 1	T	3.65	0.95	65.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	40.0	5.5	0.58	6.25
TC Trifásica 2	T	3.65	0.95	60.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	40.0	5.5	0.54	6.21
TC Trifásica 3	T	3.65	0.95	40.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	40.0	5.5	0.36	6.03



C SEC 3

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
Contracolado	T	16.88	0.75	270.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 35 + 1 G 16	119.0	32.5	1.9	5.79
Onduladora	T	13.50	0.85	400.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 35 + 1 G 16	119.0	22.9	2.26	6.15
Troqueladora	T	16.88	0.80	150.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 16	73.0	30.4	2.32	6.21
Plegadora	T	3.38	0.80	410.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 10	54.0	6.1	2.02	5.91
Colas	T	5.63	0.90	350.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 16	73.0	9.0	1.8	5.70
Caldera	T	16.88	0.95	50.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	40.0	25.6	2.07	5.96
Compresor 1	T	9.00	0.80	20.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	40.0	16.2	0.44	4.33
Compresor 2	T	9.00	0.80	25.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	40.0	16.2	0.55	4.44
TC Trifásicas	T	7.29	0.95	Puente	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	40.0	11.1	0.01	3.90
TC Trifásica 1	T	3.65	0.95	180.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	40.0	5.5	1.61	5.51
TC Trifásica 2	T	3.65	0.95	50.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	40.0	5.5	0.45	4.35

C OFI 1

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
Alumbrado	T	6.65	0.90	Puente	RZ1 0.6/1 kV 5 G 10	54.0	10.7	0	2.68
Alumbrado 1	T	3.05	0.90	350.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 10	54.0	4.9	1.55	4.24
Alumbrado 2	T	3.47	0.90	150.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	40.0	5.6	1.28	3.96
Emergencia	T	0.13	0.90	350.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	40.0	0.2	0.11	2.80
Tomas Corriente	T	2.17	0.95	Puente	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	40.0	3.3	0	2.68
TC Generales	T	0.47	0.95	300.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	40.0	0.7	0.34	3.03
TC Aseos	T	1.24	0.95	220.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	40.0	1.9	0.67	3.35
TC Informática	T	0.47	0.95	350.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	40.0	0.7	0.4	3.08

C OFI 2

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
Alumbrado 1	T	16.65	0.90	Puente	RZ1 0.6/1 kV 4 x 35 + 1 G 16	119.0	26.7	0	2.93
Alumbrado 1	T	3.40	0.90	250.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 10	54.0	5.5	1.24	4.17
Alumbrado 2	T	5.60	0.90	350.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 25 + 1 G 16	95.0	9.0	1.13	4.07
Alumbrado 3	T	7.65	0.90	350.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 25 + 1 G 16	95.0	12.3	1.55	4.48
Alumbrado 2	T	4.44	0.90	Puente	RZ1 0.6/1 kV 4 x 35 + 1 G 16	119.0	7.1	0	2.93
Alumbrado 1	T	4.17	0.90	300.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 16	73.0	6.7	1.15	4.07
Emergencia	T	0.27	0.90	320.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	40.0	0.4	0.21	3.14
Tomas Corriente	T	4.81	0.95	Puente	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	40.0	7.3	0.01	2.93
TC Generales	T	1.40	0.95	220.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	40.0	2.1	0.75	3.69
TC Aseos	T	1.24	0.95	250.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	40.0	1.9	0.76	3.70
TC Informática	T	2.17	0.95	280.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	40.0	3.3	1.49	4.43

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE



**C AL NAVE**

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
Zona 1	T	4.57	0.90	120.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 25 + 1 G 16	95.0	7.3	0.32	3.10
Zona 2	T	8.23	0.90	160.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 50 + 1 G 25	145.0	13.2	0.41	3.19
Zona 3	T	8.80	0.90	250.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 25 + 1 G 16	95.0	14.1	1.27	4.05
Zona 4	T	10.85	0.90	90.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 10	54.0	17.4	1.42	4.20
Zona 5	T	9.95	0.90	120.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 16	73.0	16.0	1.09	3.87
Zona 6	T	9.02	0.90	240.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 25 + 1 G 16	95.0	14.5	1.25	4.03
Emergencia	T	0.17	1.00	320.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	40.0	0.3	0.14	2.92
Exterior	T	4.86	0.90	680.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 35 + 1 G 16	119.0	7.8	1.38	4.16

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (Iz) de la tabla anterior.

**C SEC 1**

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
Prensa 1	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 50 mm	1.00
Prensa 2	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 50 mm	1.00
Impresión	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 50 mm	1.00
Clima 1	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 63 mm	1.00
Clima 2	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 63 mm	1.00
Bombas	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 63 mm	1.00
Taller Mant	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 40 mm	1.00
Soldadores	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 50 mm	1.00
TC Generales	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm	1.00
TC Trifasicas	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos	1.00
TC Trifasica 1	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm	1.00
TC Trifasica 2	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 32 mm	1.00
TC Trifasica 3	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm	1.00
Alumbrado	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos	1.00
Alumbrado 1	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 50 mm	1.00
Alumbrado 2	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 40 mm	1.00
Alumbrado 3	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm	1.00

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE



C SEC 2

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
Precintadora	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 32 mm	1.00
Forrado	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 40 mm	1.00
Volteadora 1	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 40 mm	1.00
Volteadora 2	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 50 mm	1.00
Secado	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 50 mm	1.00
Cargador 1	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm	1.00
Cargador 2	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm	1.00
Cinta Trans 1	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 32 mm	1.00
Cinta Trans 2	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 40 mm	1.00
Recortadora	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 63 mm	1.00
TC Trifasicas	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos	1.00
TC Trifásica 1	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm	1.00
TC Trifásica 2	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm	1.00
TC Trifásica 3	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm	1.00

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE

C SEC 3

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
Contracolado	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 50 mm	1.00
Onduladora	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 50 mm	1.00
Troqueladora	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 40 mm	1.00
Plegadora	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 32 mm	1.00
Colas	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 40 mm	1.00
Caldera	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm	1.00
Compresor 1	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm	1.00
Compresor 2	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm	1.00
TC Trifásicas	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos	1.00
TC Trifásica 1	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm	1.00



Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
TC Trifásica 2	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm	1.00

C OFI 1

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
Alumbrado	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos	1.00
Alumbrado 1	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 32 mm	1.00
Alumbrado 2	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm	1.00
Emergencia	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm	1.00
Tomas Corriente	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos	1.00
TC Generales	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm	1.00
TC Aseos	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm	1.00
TC Informática	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm	1.00

C OFI 2

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
Alumbrado 1	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos	1.00
Alumbrado 1	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 32 mm	1.00
Alumbrado 2	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 50 mm	1.00
Alumbrado 3	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 50 mm	1.00
Alumbrado 2	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos	1.00
Alumbrado 1	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 40 mm	1.00
Emergencia	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm	1.00
Tomas Corriente	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos	1.00
TC Generales	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm	1.00
TC Aseos	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm	1.00
TC Informática	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm	1.00

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE



## C AL NAVE

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
Zona 1	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 50 mm	1.00
Zona 2	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 63 mm	1.00
Zona 3	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 50 mm	1.00
Zona 4	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 32 mm	1.00
Zona 5	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 40 mm	1.00
Zona 6	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 50 mm	1.00
Emergencia	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm	1.00
Exterior	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 50 mm	1.00

### 4.2.- Cálculo de las protecciones

#### Sobrecarga

Para que la línea quede protegida a sobrecarga, la protección debe cumplir simultáneamente las siguientes condiciones:

$$I_{uso} \leq I_n \leq I_z \text{ cable}$$

$$I_{tc} \leq 1.45 \times I_z \text{ cable}$$

Estando presentadas en la tabla de comprobaciones de la siguiente manera:

- $I_{uso}$  = Intensidad de uso prevista en el circuito.
- $I_n$  = Intensidad nominal del fusible o magnetotérmico.
- $I_z$  = Intensidad admisible del conductor o del cable.
- $I_{tc}$  = Intensidad disparo del dispositivo a tiempo convencional.

Otros datos de la tabla son:

- $P_{Calc}$  = Potencia calculada.
- Tipo = (T) Trifásica, (M) Monofásica.

#### Cortocircuito

Para que la línea quede protegida a cortocircuito, el poder de corte de la protección debe ser mayor al valor de la intensidad máxima de cortocircuito:

$$I_{cu} \geq I_{cc \text{ máx}}$$

Además, la protección debe ser capaz de disparar en un tiempo menor al tiempo que tardan los aislamientos del conductor en dañarse por la elevación de la temperatura. Esto debe suceder tanto en el caso del cortocircuito máximo, como en el caso del cortocircuito mínimo:

$$\text{Para } I_{cc \text{ máx}}: T_p \text{ CC máx} < T_{\text{cable CC máx}}$$

$$\text{Para } I_{cc \text{ mín}}: T_p \text{ CC mín} < T_{\text{cable CC mín}}$$



Estando presentadas en la tabla de comprobaciones de la siguiente manera:

- Icu = Intensidad de corte último del dispositivo.
- Ics = Intensidad de corte en servicio. Se recomienda que supere la Icc en protecciones instaladas en acometida del circuito.
- Tp = Tiempo de disparo del dispositivo a la intensidad de cortocircuito.
- Tcable = Valor de tiempo admisible para los aislamientos del cable a la intensidad de cortocircuito.

El resultado de los cálculos de las protecciones de sobrecarga y cortocircuito de la instalación se resumen en las siguientes tablas:

Cuadro general de distribución

Sobrecarga

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1.45 x Iz (A)
CGP	328.67	T	547.3	ABB Isomax S5 N-PR212 LSI In: 630 A; Un: 230 ÷ 690 V; Icu: 20 ÷ 65 kA; Curva I - t (Ptos.)	880.0	819.0	1276.0
C_SEC_1	98.35	T	165.7	M-G Compact NS250N - STR22SE In: 250 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	299.0	308.8	433.6
C_SEC_2	62.33	T	105.1	M-G Compact NS160N - STR22SE In: 160 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	260.0	208.0	377.0
C_SEC_3	83.57	T	143.3	M-G Compact NS250N - STR22SE In: 160 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	145.0	187.2	210.3
C_OFI_1	8.82	T	13.9	M-G Compact NS160N - STR22SE In: 40 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	95.0	52.0	137.8
C_OFI_2	25.91	T	41.1	M-G Compact NS160N - STR22SE In: 100 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	185.0	130.0	268.3
C_AL_NAVES	56.45	T	90.5	M-G Compact NS160N - STR22SE In: 100 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	185.0	130.0	268.3

Cortocircuito

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
CGP	T	ABB Isomax S5 N-PR212 LSI In: 630 A; Un: 230 ÷ 690 V; Icu: 20 ÷ 65 kA; Curva I - t (Ptos.)	35.0	35.0	29.1 28.9	>= 5 1.41	0.02 0.02
C_SEC_1	T	M-G Compact NS250N - STR22SE In: 250 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	36.0	36.0	29.0 1.9	0.55 >= 5	0.02 0.06
C_SEC_2	T	M-G Compact NS160N - STR22SE In: 160 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	36.0	36.0	29.0 0.8	0.35 >= 5	0.02 0.06
C_SEC_3	T	M-G Compact NS250N - STR22SE In: 160 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	36.0	36.0	29.0 1.5	< 0.1 >= 5	- 0.06
C_OFI_1	T	M-G Compact NS160N - STR22SE In: 40 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	36.0	36.0	29.0 0.2	< 0.1 >= 5	- 0.06
C_OFI_2	T	M-G Compact NS160N - STR22SE In: 100 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	36.0	36.0	29.0 0.6	0.12 >= 5	0.02 0.06
C_AL_NAVES	T	M-G Compact NS160N - STR22SE In: 100 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	36.0	36.0	29.0 1.4	0.12 >= 5	0.02 0.02





Cuadros secundarios y composición

**C SEC 1**

Sobrecarga

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1.45 x Iz (A)
Prensa 1	9.00	T	16.2	EN60898 10kA Curva C In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	96.0	29.0	139.2
Prensa 2	9.00	T	16.2	EN60898 10kA Curva C In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	119.0	29.0	172.6
Impresión	11.25	T	19.1	EN60898 10kA Curva C In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	96.0	29.0	139.2
Clima 1	11.25	T	19.1	EN60898 10kA Curva C In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	117.0	29.0	169.7
Clima 2	11.25	T	19.1	EN60898 10kA Curva C In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	117.0	29.0	169.7
Bombas	16.88	T	30.4	EN60898 10kA Curva C In: 32 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	117.0	46.4	169.7
Taller Mant	6.41	T	11.6	EN60898 10kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	59.0	23.2	85.6
Soldadores	11.25	T	18.0	EN60898 10kA Curva C In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	77.0	29.0	111.7
TC Generales	0.93	T	1.4	EN60898 10kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	24.0	8.7	34.8
TC Trifasicas	10.94	T	16.6	EN60898 6kA Curva C In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	54.0	29.0	78.3
TC Trifasica 1	3.65	T	5.5	EN60898 10kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	40.0	8.7	58.0
TC Trifasica 2	3.65	T	5.5	EN60898 10kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	54.0	8.7	78.3
TC Trifasica 3	3.65	T	5.5	EN60898 10kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	40.0	8.7	58.0
Alumbrado	14.08	T	22.6	EN60898 6kA Curva C In: 25 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	119.0	36.3	172.6
Alumbrado 1	7.53	T	12.1	EN60898 10kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	119.0	23.2	172.6
Alumbrado 2	6.24	T	10.0	EN60898 10kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	73.0	14.5	105.9
Alumbrado 3	0.31	T	0.5	EN60898 10kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	40.0	8.7	58.0

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE

Cortocircuito

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
Prensa 1	T	EN60898 10kA Curva C In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	3.7 0.5	1.20 >= 5	0.10 0.10
Prensa 2	T	EN60898 10kA Curva C In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	3.7 0.6	1.86 >= 5	0.10 0.10
Impresión	T	EN60898 10kA Curva C In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	3.7 0.7	1.20 >= 5	0.10 0.10
Clima 1	T	EN60898 10kA Curva C In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	3.7 0.7	2.45 >= 5	0.10 0.10
Clima 2	T	EN60898 10kA Curva C In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	3.7 0.7	2.45 >= 5	0.10 0.10
Bombas	T	EN60898 10kA Curva C In: 32 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	3.7 0.9	2.45 >= 5	0.10 0.10
Taller Mant	T	EN60898 10kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	3.7 0.5	0.25 >= 5	0.10 0.10



Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
Soldadores	T	EN60898 10kA Curva C In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	3.7 0.7	0.61 ≥ 5	0.10 0.10
TC Generales	T	EN60898 10kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	3.7 0.1	< 0.1 ≥ 5	- 0.10
TC Trifasicas	T	EN60898 6kA Curva C In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	3.7 1.9	0.15 0.57	0.10 0.10
TC Trifasica 1	T	EN60898 10kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	3.6 0.9	< 0.1 0.94	- 0.10
TC Trifasica 2	T	EN60898 10kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	3.6 0.3	0.16 ≥ 5	0.10 0.10
TC Trifasica 3	T	EN60898 10kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	3.6 0.3	< 0.1 ≥ 5	- 0.10
Alumbrado	T	EN60898 6kA Curva C In: 25 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	3.7 1.9	1.86 ≥ 5	0.10 0.10
Alumbrado 1	T	EN60898 10kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	3.7 0.6	1.88 ≥ 5	0.10 0.10
Alumbrado 2	T	EN60898 10kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	3.7 0.4	0.39 ≥ 5	0.10 0.10
Alumbrado 3	T	EN60898 10kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	3.7 0.3	< 0.1 ≥ 5	- 0.10

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE

**C SEC 2**  
**Sobrecarga**

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1.45 x Iz (A)
Precintadora	3.38	T	6.1	EN60898 10kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	54.0	14.5	78.3
Forrado	5.63	T	9.6	EN60898 10kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	73.0	14.5	105.9
Volteadora 1	5.63	T	10.1	EN60898 10kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	73.0	23.2	105.9
Volteadora 2	5.63	T	10.1	EN60898 10kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	95.0	23.2	137.8
Secado	16.88	T	25.6	EN60898 10kA Curva C In: 32 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	260.0	46.4	377.0
Cargador 1	7.31	T	12.4	EN60898 10kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	40.0	23.2	58.0
Cargador 2	7.31	T	12.4	EN60898 10kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	40.0	23.2	58.0
Cinta Trans 1	5.63	T	10.1	EN60898 10kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	54.0	23.2	78.3
Cinta Trans 2	5.63	T	10.1	EN60898 10kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	73.0	23.2	105.9
Recortadora	10.69	T	19.3	EN60898 10kA Curva C In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	185.0	29.0	268.3
TC Trifasicas	0.00	T	0.0	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	40.0	8.7	58.0
TC Trifásica 1	3.65	T	5.5	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	40.0	8.7	58.0
TC Trifásica 2	3.65	T	5.5	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	40.0	8.7	58.0
TC Trifásica 3	3.65	T	5.5	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	40.0	8.7	58.0



Cortocircuito

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
Precintadora	T	EN60898 10kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	1.6 0.2	0.85 ≥ 5	0.10 0.10
Forrado	T	EN60898 10kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	1.6 0.4	2.17 ≥ 5	0.10 0.10
Volteadora 1	T	EN60898 10kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	1.6 0.4	2.17 ≥ 5	0.10 0.10
Volteadora 2	T	EN60898 10kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	1.6 0.3	≥ 5 ≥ 5	0.10 0.10
Secado	T	EN60898 10kA Curva C In: 32 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	1.6 0.6	≥ 5 ≥ 5	0.10 0.10
Cargador 1	T	EN60898 10kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	1.6 0.4	0.31 3.78	0.10 0.10
Cargador 2	T	EN60898 10kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	1.6 0.4	0.31 4.97	0.10 0.10
Cinta Trans 1	T	EN60898 10kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	1.6 0.4	0.85 ≥ 5	0.10 0.10
Cinta Trans 2	T	EN60898 10kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	1.6 0.3	2.17 ≥ 5	0.10 0.10
Recortadora	T	EN60898 10kA Curva C In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	1.6 0.4	≥ 5 ≥ 5	0.10 0.10
TC Trifásicas	T	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	1.6 0.8	1.29 4.06	0.10 0.10
TC Trifásica 1	T	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	1.5 0.3	0.31 ≥ 5	0.10 0.10
TC Trifásica 2	T	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	1.5 0.3	0.31 ≥ 5	0.10 0.10
TC Trifásica 3	T	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	1.5 0.4	0.31 ≥ 5	0.10 0.10

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE

C SEC 3  
Sobrecarga

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	I <sub>tc</sub> (A)	1.45 x Iz (A)
Contracalado	16.88	T	32.5	Merlin Gerin C120H Curva B In: 40 A; Un: 240 ÷ 440 V; Icu: 10 ÷ 30 kA; Curva I - t (Ptos.)	119.0	52.0	172.6
Onduladora	13.50	T	22.9	Merlin Gerin C120H Curva B In: 25 A; Un: 240 ÷ 440 V; Icu: 10 ÷ 30 kA; Curva I - t (Ptos.)	119.0	32.5	172.6
Troqueladora	16.88	T	30.4	Merlin Gerin C60L Curva B In: 32 A; Un: 240 ÷ 440 V; Icu: 15 ÷ 40 kA; Curva I - t (Ptos.)	73.0	41.6	105.9
Plegadora	3.38	T	6.1	Merlin Gerin C60L Curva B In: 10 A; Un: 240 ÷ 440 V; Icu: 20 ÷ 50 kA; Curva I - t (Ptos.)	54.0	13.0	78.3
Colas	5.63	T	9.0	Merlin Gerin C60L Curva B In: 10 A; Un: 240 ÷ 440 V; Icu: 20 ÷ 50 kA; Curva I - t (Ptos.)	73.0	13.0	105.9
Caldera	16.88	T	25.6	Merlin Gerin C60L Curva B In: 32 A; Un: 240 ÷ 440 V; Icu: 15 ÷ 40 kA; Curva I - t (Ptos.)	40.0	41.6	58.0
Compresor 1	9.00	T	16.2	Merlin Gerin C60L Curva B In: 20 A; Un: 240 ÷ 440 V; Icu: 20 ÷ 50 kA; Curva I - t (Ptos.)	40.0	26.0	58.0
Compresor 2	9.00	T	16.2	Merlin Gerin C60L Curva B In: 20 A; Un: 240 ÷ 440 V; Icu: 20 ÷ 50 kA; Curva I - t (Ptos.)	40.0	26.0	58.0
TC Trifásicas	7.29	T	11.1	EN60898 6kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	40.0	23.2	58.0
TC Trifásica 1	3.65	T	5.5	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	40.0	8.7	58.0
TC Trifásica 2	3.65	T	5.5	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	40.0	8.7	58.0



Cortocircuito

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
Contracorado	T	Merlin Gerin C120H Curva B In: 40 A; Un: 240 ÷ 440 V; Icu: 10 ÷ 30 kA; Curva I - t (Ptos.)	15.0	7.5	3.0 0.5	2.86 >= 5	0.02 0.02
Onduladora	T	Merlin Gerin C120H Curva B In: 25 A; Un: 240 ÷ 440 V; Icu: 10 ÷ 30 kA; Curva I - t (Ptos.)	15.0	7.5	3.0 0.3	2.86 >= 5	0.02 0.02
Troqueladora	T	Merlin Gerin C60L Curva B In: 32 A; Un: 240 ÷ 440 V; Icu: 15 ÷ 40 kA; Curva I - t (Ptos.)	20.0	10.0	3.0 0.4	0.60 >= 5	0.02 0.02
Plegadora	T	Merlin Gerin C60L Curva B In: 10 A; Un: 240 ÷ 440 V; Icu: 20 ÷ 50 kA; Curva I - t (Ptos.)	25.0	12.5	3.0 0.1	0.23 >= 5	0.02 0.02
Colas	T	Merlin Gerin C60L Curva B In: 10 A; Un: 240 ÷ 440 V; Icu: 20 ÷ 50 kA; Curva I - t (Ptos.)	25.0	12.5	3.0 0.2	0.60 >= 5	0.02 0.02
Caldera	T	Merlin Gerin C60L Curva B In: 32 A; Un: 240 ÷ 440 V; Icu: 15 ÷ 40 kA; Curva I - t (Ptos.)	20.0	10.0	3.0 0.4	< 0.1 3.96	- 0.02
Compresor 1	T	Merlin Gerin C60L Curva B In: 20 A; Un: 240 ÷ 440 V; Icu: 20 ÷ 50 kA; Curva I - t (Ptos.)	25.0	12.5	3.0 0.8	< 0.1 1.28	- 0.02
Compresor 2	T	Merlin Gerin C60L Curva B In: 20 A; Un: 240 ÷ 440 V; Icu: 20 ÷ 50 kA; Curva I - t (Ptos.)	25.0	12.5	3.0 0.7	< 0.1 1.62	- 0.02
TC Trifásicas	T	EN60898 6kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	3.0 1.5	< 0.1 0.33	- 0.10
TC Trifásica 1	T	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	2.9 0.1	< 0.1 >= 5	- 0.10
TC Trifásica 2	T	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	2.9 0.4	< 0.1 4.01	- 0.10

Producción por una versión no profesional de CYPE

Producción por una versión no profesional de CYPE

NC OFI 1

Sobrecarga

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1.45 x Iz (A)
Alumbrado	6.65	T	10.7	-	54.0	-	78.3
Alumbrado 1	3.05	T	4.9	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	54.0	8.7	78.3
Alumbrado 2	3.47	T	5.6	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	40.0	8.7	58.0
Emergencia	0.13	T	0.2	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	40.0	8.7	58.0
Tomas Corriente	2.17	T	3.3	-	40.0	-	58.0
TC Generales	0.47	T	0.7	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	40.0	8.7	58.0
TC Aseos	1.24	T	1.9	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	40.0	8.7	58.0
TC Informática	0.47	T	0.7	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	40.0	8.7	58.0

Cortocircuito

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
Alumbrado	T	-	-	-	0.5 0.2	>= 5 >= 5	- -
Alumbrado 1	T	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	0.5 0.1	>= 5 >= 5	0.10 0.10
Alumbrado 2	T	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	0.5 0.1	3.17 >= 5	0.10 0.10



Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
Emergencia	T	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	0.5 0.1	3.17 >= 5	0.10 0.10
Tomas Corriente	T	-	-	-	0.5 0.2	3.15 >= 5	- -
TC Generales	T	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	0.5 0.1	3.18 >= 5	0.10 0.10
TC Aseos	T	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	0.5 0.1	3.18 >= 5	0.10 0.10
TC Informática	T	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	0.5 0.1	3.18 >= 5	0.10 0.10

C OFI 2

Sobrecarga

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1.45 x Iz (A)
Alumbrado 1	16.65	T	26.7	-	119.0	-	172.6
Alumbrado 1	3.40	T	5.5	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	54.0	8.7	78.3
Alumbrado 2	5.60	T	9.0	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	95.0	14.5	137.8
Alumbrado 3	7.65	T	12.3	EN60898 6kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	95.0	23.2	137.8
Alumbrado 2	4.44	T	7.1	-	119.0	-	172.6
Alumbrado 1	4.17	T	6.7	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	73.0	14.5	105.9
Emergencia	0.27	T	0.4	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	40.0	8.7	58.0
Tomas Corriente	4.81	T	7.3	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	40.0	14.5	58.0
TC Generales	1.40	T	2.1	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	40.0	8.7	58.0
TC Aseos	1.24	T	1.9	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	40.0	8.7	58.0
TC Informática	2.17	T	3.3	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	40.0	8.7	58.0

Cortocircuito

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
Alumbrado 1	T	-	-	-	1.3 0.6	>= 5 >= 5	- -
Alumbrado 1	T	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	1.3 0.2	1.26 >= 5	0.10 0.10
Alumbrado 2	T	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	1.3 0.2	>= 5 >= 5	0.10 0.10
Alumbrado 3	T	EN60898 6kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	1.3 0.2	>= 5 >= 5	0.10 0.10
Alumbrado 2	T	-	-	-	1.3 0.6	>= 5 >= 5	- -
Alumbrado 1	T	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	1.3 0.2	3.23 >= 5	0.10 0.10
Emergencia	T	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	1.3 0.1	0.45 >= 5	0.10 0.10



Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
Tomas Corriente	T	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	1.3 0.6	0.45 1.80	0.10 0.10
TC Generales	T	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	1.3 0.1	0.46 >= 5	0.10 0.10
TC Aseos	T	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	1.3 0.1	0.46 >= 5	0.10 0.10
TC Informática	T	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	1.3 0.1	0.46 >= 5	0.10 0.10

**C AL NAVE**

**Sobrecarga**

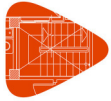
Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1.45 x Iz (A)
Zona 1	4.57	T	7.3	EN60898 10kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	95.0	14.5	137.8
Zona 2	8.23	T	13.2	EN60898 10kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	145.0	23.2	210.3
Zona 3	8.80	T	14.1	EN60898 10kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	95.0	23.2	137.8
Zona 4	10.85	T	17.4	EN60898 10kA Curva C In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	54.0	29.0	78.3
Zona 5	9.95	T	16.0	EN60898 10kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	73.0	23.2	105.9
Zona 6	9.02	T	14.5	EN60898 10kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	95.0	23.2	137.8
Emergencia	0.17	T	0.3	EN60898 10kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	40.0	8.7	58.0
Exterior	4.86	T	7.8	EN60898 10kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	119.0	14.5	172.6

**Cortocircuito**

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
Zona 1	T	EN60898 10kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	2.8 0.6	1.63 >= 5	0.10 0.10
Zona 2	T	EN60898 10kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	2.8 0.7	>= 5 >= 5	0.10 0.10
Zona 3	T	EN60898 10kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	2.8 0.4	1.63 >= 5	0.10 0.10
Zona 4	T	EN60898 10kA Curva C In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	2.8 0.4	0.26 >= 5	0.10 0.10
Zona 5	T	EN60898 10kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	2.8 0.5	0.67 >= 5	0.10 0.10
Zona 6	T	EN60898 10kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	2.8 0.4	1.63 >= 5	0.10 0.10
Emergencia	T	EN60898 10kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	2.8 0.1	< 0.1 >= 5	- 0.10
Exterior	T	EN60898 10kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	2.8 0.2	3.20 >= 5	0.10 0.10

**REGULACIÓN DE LAS PROTECCIONES**

Las siguientes protecciones tendrán que ser reguladas a las posiciones indicadas a continuación para cumplir las condiciones de sobrecarga y cortocircuito ya establecidas:



Esquemas	Tipo	Protecciones	Regulaciones
CGP	T	ABB Isomax S5 N-PR212 LSI In: 630 A; Un: 230 ÷ 690 V; Icu: 20 ÷ 65 kA; Curva I - t (Ptos.)	Ir = 1 x In Iccr = 12 x In tr = 0.5 s
C_SEC_1	T	M-G Compact NS250N - STR22SE In: 250 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	Ir = 0.95 x In Iccr = 6.5 x Ir
C_SEC_2	T	M-G Compact NS160N - STR22SE In: 160 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	Ir = 1 x In Iccr = 4 x Ir
C_SEC_3	T	M-G Compact NS250N - STR22SE In: 160 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	Ir = 0.9 x In Iccr = 8.5 x Ir
C_OFI_1	T	M-G Compact NS160N - STR22SE In: 40 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	Ir = 1 x In Iccr = 5 x Ir
C_OFI_2	T	M-G Compact NS160N - STR22SE In: 100 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	Ir = 1 x In Iccr = 5 x Ir
C_AL_NAVES	T	M-G Compact NS160N - STR22SE In: 100 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	Ir = 1 x In Iccr = 10 x Ir

siendo:

- Ir = intensidad regulada de disparo en sobrecarga.
- Iccr = intensidad regulada de disparo en cortocircuito.
- tr = tiempo de retardo del disparo en cortocircuito.

## 5.- CÁLCULOS DE PUESTA A TIERRA

### 5.1.- Resistencia de la puesta a tierra de las masas

El cálculo de la resistencia de puesta a tierra de la instalación se realiza según la Instrucción 18 de Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Se instalará una pica vertical aislada de tubo de acero galvanizado de 25 mm de diámetro exterior con una longitud(L) de 2 m, por lo que la resistencia de puesta a tierra tendrá un valor de:

$$R = \frac{r_0}{L} = \frac{50}{2} = 25 \text{ Ohm}$$

Se instalará una pica vertical aislada de tubo de acero galvanizado de 25 mm de diámetro exterior con una longitud(L) de 2 m, por lo que la resistencia de puesta a tierra tendrá un valor de:

$$R = \frac{r_0}{L} = \frac{50}{2} = 25 \text{ Ohm}$$

La resistencia total de puesta a tierra será:

$$R: 12.5 \text{ Ohm}$$

El valor de resistividad del terreno supuesta para el cálculo es estimativo y no homogéneo. Deberá comprobarse el valor real de la resistencia de puesta a tierra una vez realizada la instalación y proceder a las correcciones necesarias para obtener un valor aceptable si fuera preciso.

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE



## 5.2.- Resistencia de la puesta a tierra del neutro

El cálculo de la resistencia de puesta a tierra de la instalación se realiza según la Instrucción 18 de Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

La resistencia de puesta a tierra es de: 3.00 Ohm

## 5.3.- Protección contra contactos indirectos

La intensidad diferencial residual o sensibilidad de los diferenciales debe ser tal que garantice el funcionamiento del dispositivo para la intensidad de defecto del esquema eléctrico.

La intensidad de defecto se calcula según los valores definidos de resistencia de las puestas a tierra, como:

$$I_{def} = \frac{U_{fn}}{(R_{masas} + R_{neutro})}$$

Producido por una versión no profesional de CYPE

Esquemas	Tipo	I (A)	Protecciones	Idef (A)	Sensibilidad (A)
C_SEC_1	T	165.7	M-G Vigirex RH10E Toro A In: 10000 A; Un: 415 V; Id: 300 mA; (I)	14.899	0.300
TC Trifasicas	T	16.6	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	14.899	0.030
Alumbrado	T	22.6	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	14.899	0.300
Precintadora	T	6.1	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	14.899	0.030
Forrado	T	9.6	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	14.899	0.030
Volteadora 1	T	10.1	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	14.899	0.030
Volteadora 2	T	10.1	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	14.899	0.030
Secado	T	25.6	IEC60947-2 Instantáneos In: 40 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	14.899	0.030
Cargador 1	T	12.4	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	14.899	0.030
Cargador 2	T	12.4	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	14.899	0.030
Cinta Trans 1	T	10.1	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	14.899	0.030
Cinta Trans 2	T	10.1	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	14.899	0.030
Recortadora	T	19.3	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	14.899	0.030
TC Trifasicas	T	0.0	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	14.899	0.030
C_SEC_3	T	143.3	M-G Vigirex RH10E Toro A In: 10000 A; Un: 415 V; Id: 300 mA; (I)	14.899	0.300
Contracolado	T	32.5	IEC60947-2 Instantáneos In: 40 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	14.899	0.030
Onduladora	T	22.9	M-G Vigicomcompact NSA125/160 I In: 125 A; Un: 440 V; Id: 300 mA; (I)	14.899	0.300

Producido por una versión no profesional de CYPE





Esquemas	Tipo	I (A)	Protecciones	Idef (A)	Sensibilidad (A)
Troqueladora	T	30.4	IEC60947-2 Instantáneos In: 40 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	14.899	0.030
Plegadora	T	6.1	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	14.899	0.300
Colas	T	9.0	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	14.899	0.030
Caldera	T	25.6	IEC60947-2 Instantáneos In: 40 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	14.899	0.030
Compresor 1	T	16.2	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	14.899	0.030
Compresor 2	T	16.2	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	14.899	0.030
TC Trifásicas	T	11.1	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	14.899	0.030
C_OFI_1	T	13.9	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	14.899	0.300
Alumbrado	T	10.7	M-G Vigicomact NSA125/160 I In: 125 A; Un: 440 V; Id: 300 mA; (I)	14.899	0.300
Tomas Corriente	T	3.3	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	14.899	0.300
C_OFI_2	T	41.1	IEC60947-2 Instantáneos In: 63 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	14.899	0.300
Alumbrado 1	T	26.7	IEC60947-2 Instantáneos In: 40 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	14.899	0.300
Alumbrado 2	T	7.1	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	14.899	0.300
Tomas Corriente	T	7.3	M-G Vigicomact NSA125/160 I In: 125 A; Un: 440 V; Id: 300 mA; (I)	14.899	0.300
C_AL_NAVES	T	90.5	M-G Vigicomact NSA125/160 I In: 125 A; Un: 440 V; Id: 300 mA; (I)	14.899	0.300

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE

siendo:

- Tipo = (T)Trifásica, (M)Monofásica.
- I = Intensidad de uso prevista en la línea.
- Idef = Intensidad de defecto calculada.
- Sensibilidad = Intensidad diferencial residual de la protección.

Por otro lado, esta sensibilidad debe permitir la circulación de la intensidad de fugas de la instalación debida a las capacidades parásitas de los cables. Así, la intensidad de no disparo del diferencial debe tener un valor superior a la intensidad de fugas en el punto de instalación. La norma indica como intensidad mínima de no disparo la mitad de la sensibilidad.

Esquemas	Tipo	I (A)	Protecciones	Inodisparo (A)	Ifugas (A)
C_SEC_1	T	165.7	M-G Vigirex RH10E Toro A In: 10000 A; Un: 415 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.101
TC Trifasicas	T	16.6	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	0.015	0.009
Alumbrado	T	22.6	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.018
Precintadora	T	6.1	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	0.015	0.006



Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE

Esquemas	Tipo	I (A)	Protecciones	Inodisparo (A)	Ifugas (A)
Forrado	T	9.6	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	0.015	0.004
Volteadora 1	T	10.1	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	0.015	0.005
Volteadora 2	T	10.1	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	0.015	0.009
Secado	T	25.6	IEC60947-2 Instantáneos In: 40 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	0.015	0.012
Cargador 1	T	12.4	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	0.015	0.001
Cargador 2	T	12.4	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	0.015	0.002
Cinta Trans 1	T	10.1	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	0.015	0.003
Cinta Trans 2	T	10.1	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	0.015	0.006
Recortadora	T	19.3	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	0.015	0.012
TC Trifasicas	T	0.0	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	0.015	0.006
C_SEC_3	T	143.3	M-G Vigirex RH10E Toro A In: 10000 A; Un: 415 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.077
Contracolado	T	32.5	IEC60947-2 Instantáneos In: 40 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	0.015	0.010
Onduladora	T	22.9	M-G Vigicompact NSA125/160 I In: 125 A; Un: 440 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.015
Troqueladora	T	30.4	IEC60947-2 Instantáneos In: 40 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	0.015	0.006
Plegadora	T	6.1	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.015
Colas	T	9.0	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	0.015	0.013
Caldera	T	25.6	IEC60947-2 Instantáneos In: 40 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	0.015	0.002
Compresor 1	T	16.2	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	0.015	0.001
Compresor 2	T	16.2	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	0.015	0.001
TC Trifásicas	T	11.1	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	0.015	0.009
C_OFI_1	T	13.9	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.084
Alumbrado	T	10.7	M-G Vigicompact NSA125/160 I In: 125 A; Un: 440 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.032
Tomas Corriente	T	3.3	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.033
C_OFI_2	T	41.1	IEC60947-2 Instantáneos In: 63 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.107
Alumbrado 1	T	26.7	IEC60947-2 Instantáneos In: 40 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.036
Alumbrado 2	T	7.1	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.023



Esquemas	Tipo	I (A)	Protecciones	Inodisparo (A)	Ifugas (A)
Tomas Corriente	T	7.3	M-G Vigicompact NSA125/160 I In: 125 A; Un: 440 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.028
C_AL_NAVES	T	90.5	M-G Vigicompact NSA125/160 I In: 125 A; Un: 440 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.083

## 6.- PLIEGO DE CONDICIONES

### 6.1.- Calidad de los materiales

#### 6.1.1.- Generalidades

Producción por una versión no profesional de CYPE

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

#### 6.1.2.- Conductores eléctricos

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

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

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

#### 6.1.3.- Conductores de neutro

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

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

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

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

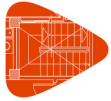
#### 6.1.4.- Conductores de protección

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

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

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

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



### 6.1.5.- Identificación de los conductores

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

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

### 6.1.6.- Tubos protectores

#### Clases de tubos a emplear

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

- 60 °C para los tubos aislantes constituidos por policloruro de vinilo o polietileno.
- 70 °C para los tubos metálicos con forros aislantes de papel impregnado.

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

Producción no profesional de CYPE

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

## 6.2.- Normas de ejecución de las instalaciones

### 6.2.1.- Colocación de tubos

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

#### Prescripciones generales

Producción no profesional de CYPE

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

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

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

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los indicados en la norma UNE EN 5086 -2-2

Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, y que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 m. El número de curvas en ángulo recto situadas entre dos registros consecutivos no será superior a tres. Los conductores se alojarán en los tubos después de colocados éstos.

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

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

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

Producción no profesional de CYPE



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

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

#### Tubos en montaje superficial

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

Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, 0.50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.

Los tubos se colocarán adaptándolos a la superficie sobre la que se instalan, curvándolos o usando los accesorios necesarios.

En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo con respecto a la línea que une los puntos extremos no será superior al 2%.

Es conveniente disponer los tubos normales, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2.5 m sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 cm aproximadamente, y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 cm.

#### Tubos empotrados

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

La instalación de tubos empotrados será admisible cuando su puesta en obra se efectúe después de terminados los trabajos de construcción y de enfoscado de paredes y techos, pudiendo el enlucido de los mismos aplicarse posteriormente.

Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 cm de espesor, como mínimo, del revestimiento de las paredes o techos. En los ángulos el espesor puede reducirse a 0.5 cm.

En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados, o bien provistos de codos o "tes" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.

Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable. Igualmente, en el caso de utilizar tubos normales empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 cm, como máximo, del suelo o techo, y los verticales a una distancia de los ángulos o esquinas no superior a 20 cm.

#### Tubos en montaje al aire

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

La longitud total de la conducción en el aire no será superior a 4 metros y no empezará a una altura inferior a 2 metros.

Se prestará especial atención para que se conserven en todo el sistema, especialmente en las conexiones, las características mínimas para canalizaciones de tubos al aire, establecidas en la tabla 6 de la instrucción ITC BT 21.

### **6.2.2.- Cajas de empalme y derivación**

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

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

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



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

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

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

### 6.2.3.- Aparatos de mando y maniobra

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

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

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

### 6.2.4.- Aparatos de protección

#### Protección contra sobrecargas

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

#### Aplicación

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

#### Protección contra sobrecargas

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

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

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

#### Protección contra cortocircuitos

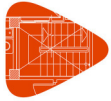
Deben preverse dispositivos de protección para interrumpir toda corriente de cortocircuito antes de que esta pueda resultar peligrosa debido a los efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones.

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

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

#### Situación y composición

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



## Normas aplicables

### Pequeños interruptores automáticos (PIA)

Los interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobrecargas se ajustarán a la norma UNE-EN 60-898. Esta norma se aplica a los interruptores automáticos con corte al aire, de tensión asignada hasta 440 V (entre fases), intensidad asignada hasta 125 A y poder de corte nominal no superior a 25000 A.

Los valores normalizados de las tensiones asignadas son:

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

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

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

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

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

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

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

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

### Interruptores automáticos de baja tensión

Los interruptores automáticos de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN 60-947-2: 1996.

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

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

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

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

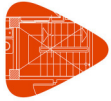
### Fusibles

Los fusibles de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN 60-269-1:1998.

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

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

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



### Interruptores con protección incorporada por intensidad diferencial residual

Los interruptores automáticos de baja tensión con dispositivos reaccionantes bajo el efecto de intensidades residuales se ajustarán al anexo B de la norma UNE-EN 60-947-2: 1996.

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

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

### Características principales de los dispositivos de protección

Los dispositivos de protección cumplirán las condiciones generales siguientes:

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

una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE

### Protección contra sobretensiones de origen atmosférico

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

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

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

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

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

### Protección contra contactos directos e indirectos

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

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

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





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

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

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

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

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

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

Debe cumplirse la siguiente condición:

$$R \leq \frac{V_c}{I_s}$$

Donde:

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

### 6.2.5.- Instalaciones en cuartos de baño o aseo

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

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

- VOLUMEN 0: Comprende el interior de la bañera o ducha. En un lugar que contenga una ducha sin plato, el volumen 0 está delimitado por el suelo y por un plano horizontal a 0,05 m por encima el suelo.
- VOLUMEN 1: Está limitado por el plano horizontal superior al volumen 0, es decir, por encima de la bañera, y el plano horizontal situado a 2,25 metros por encima del suelo. El plano vertical que limita al volumen 1 es el plano vertical alrededor de la bañera o ducha.
- VOLUMEN 2: Está limitado por el plano vertical tangente a los bordes exteriores de la bañera y el plano vertical paralelo situado a una distancia de 0,6 m; y entre el suelo y plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo.
- VOLUMEN 3: Esta limitado por el plano vertical límite exterior del volumen 2 y el plano vertical paralelo situado a una distancia de éste de 2,4 metros. El volumen 3 está comprendido entre el suelo y una altura de 2,25 m.

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

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

En el volumen 2, el grado de protección habitual será IPX4, se utilizará el grado IPX2 por encima del nivel más alto de un difusor fijo, y el IPX5 en los baños comunes en los que se puedan producir chorros durante su limpieza. Se permite la instalación de bloques de alimentación de afeitadoras que cumplan con la UNE



EN 60.742 o UNE EN 61558-2-5. Se podrán instalar también todos los aparatos permitidos en el volumen 1, luminarias, ventiladores, calefactores, y unidades móviles de hidromasaje que cumplan con su normativa aplicable, y que además estén protegidos con un diferencial de valor no superior a 30 mA.

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

### 6.2.6.- Red equipotencial

Se realizará una conexión equipotencial entre las canalizaciones metálicas existentes (agua fría, caliente, desagüe, calefacción, gas, etc.) y las masas de los aparatos sanitarios metálicos y todos los demás elementos conductores accesibles, tales como marcos metálicos de puertas, radiadores, etc. El conductor que asegure esta protección deberá estar preferentemente soldado a las canalizaciones o a los otros elementos conductores, o si no, fijado solidariamente a los mismos por collares u otro tipo de sujeción apropiado a base de metales no féreos, estableciendo los contactos sobre partes metálicas sin pintura. Los conductores de protección de puesta a tierra, cuando existan, y de conexión equipotencial deben estar conectados entre sí. La sección mínima de este último estará de acuerdo con lo dispuesto en la Instrucción ITC-BT-19 para los conductores de protección.

### 6.2.7.- Instalación de puesta a tierra

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

#### Naturaleza y secciones mínimas

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

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

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

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

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

#### Tendido de los conductores

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

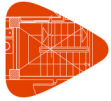
El recorrido de los conductores de la línea principal de tierra, sus derivaciones y los conductores de protección, será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y el desgaste mecánico.

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

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

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

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



### Prohibición de interrumpir los circuitos de tierra

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

### **6.2.8.- Alumbrado**

#### Alumbrados especiales

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

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

Deberán ser provistos de alumbrados especiales los siguientes locales:

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

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE

#### Alumbrado general

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

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

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

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

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

### **6.3.- Pruebas reglamentarias**

#### **6.3.1.- Comprobación de la puesta a tierra**

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



### 6.3.2.- Resistencia de aislamiento

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

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

### 6.4.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

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

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

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

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

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

### 6.5.- Certificados y documentación

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

### 6.6.- Libro de órdenes

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

En \_\_\_\_\_, a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2.0\_\_\_\_\_

Fdo.:



## 7.- MEDICIONES

### Medición de líneas

Material	Longitud (m)
RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible, 240 mm <sup>2</sup> . Unipolar	4.0
RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible, 150 mm <sup>2</sup> . Unipolar	1480.0
RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible, 95 mm <sup>2</sup> . Unipolar	370.0
H07V Cobre Flexible, 35 mm <sup>2</sup> . Unipolar	1620.0
RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible, 16 mm <sup>2</sup> . Unipolar	11766.5
RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible, 35 mm <sup>2</sup> . Unipolar	8251.0
H07V Cobre Flexible, 50 mm <sup>2</sup> . Unipolar	2140.0
RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible, 25 mm <sup>2</sup> . Unipolar	9085.0
H07V Cobre Flexible, 16 mm <sup>2</sup> . Unipolar	400.0
H07V Cobre Flexible, 25 mm <sup>2</sup> . Unipolar	440.0
H07V Cobre Flexible, 4 mm <sup>2</sup> . Unipolar	880.0
RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible, 6 mm <sup>2</sup> . Unipolar	17820.0
RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible, 10 mm <sup>2</sup> . Unipolar	7430.0
RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible, 120 mm <sup>2</sup> . Unipolar	4280.0
RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible, 70 mm <sup>2</sup> . Unipolar	5410.0
RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible, 50 mm <sup>2</sup> . Unipolar	1240.0

### Medición de canalizaciones

Material	Longitud (m)
Tubo aislante canalización empotrada(EN/UNE 50086). DN: 12 mm	5
Tubo aislante canalización empotrada(EN/UNE 50086). DN: 63 mm	2300
Tubo aislante canalización empotrada(EN/UNE 50086). DN: 50 mm	5435
Tubo aislante canalización empotrada(EN/UNE 50086). DN: 40 mm	1560
Tubo aislante canalización empotrada(EN/UNE 50086). DN: 25 mm	3738
Tubo aislante canalización empotrada(EN/UNE 50086). DN: 32 mm	1485

### Medición de protecciones

Magnetotérmicos	Cantidad
ABB Isomax S5 N-PR212 LSI In: 630 A; Un: 230 ÷ 690 V; Icu: 20 ÷ 65 kA; Curva I - t (Ptos.) Tripolar	1
M-G Compact NS250N - STR22SE In: 250 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.) Tripolar	1
EN60898 10kA Curva C In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3 Tripolar	8
EN60898 10kA Curva C In: 32 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3 Tripolar	2
EN60898 10kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3 Tripolar	12

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE



Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE

Magnetotérmicos	Cantidad
EN60898 10kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3 Tripolar	6
EN60898 6kA Curva C In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 Tripolar	1
EN60898 6kA Curva C In: 25 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 Tripolar	1
EN60898 10kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3 Tripolar	5
M-G Compact NS160N - STR22SE In: 160 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.) Tripolar	1
EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 Tripolar	17
M-G Compact NS250N - STR22SE In: 160 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.) Tripolar	1
Merlin Gerin C120H Curva B In: 40 A; Un: 240 ÷ 440 V; Icu: 10 ÷ 30 kA; Curva I - t (Ptos.) Tripolar	1
Merlin Gerin C120H Curva B In: 25 A; Un: 240 ÷ 440 V; Icu: 10 ÷ 30 kA; Curva I - t (Ptos.) Tripolar	1
Merlin Gerin C60L Curva B In: 32 A; Un: 240 ÷ 440 V; Icu: 15 ÷ 40 kA; Curva I - t (Ptos.) Tripolar	2
Merlin Gerin C60L Curva B In: 10 A; Un: 240 ÷ 440 V; Icu: 20 ÷ 50 kA; Curva I - t (Ptos.) Tripolar	2
Merlin Gerin C60L Curva B In: 20 A; Un: 240 ÷ 440 V; Icu: 20 ÷ 50 kA; Curva I - t (Ptos.) Tripolar	2
EN60898 6kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 Tripolar	2
M-G Compact NS160N - STR22SE In: 40 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.) Tripolar	1
M-G Compact NS160N - STR22SE In: 100 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.) Tripolar	2
EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 Tripolar	3

Diferenciales	Cantidad
M-G Vigirex RH10E Toro A In: 10000 A; Un: 415 V; Id: 300 mA; (I) Tripolar-Tetrapolar	2

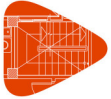


Diferenciales	Cantidad
IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I) Tripolar-Tetrapolar	15
IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I) Tripolar-Tetrapolar	5
IEC60947-2 Instantáneos In: 40 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I) Tripolar-Tetrapolar	4
M-G Vigicompact NSA125/160 I In: 125 A; Un: 440 V; Id: 300 mA; (I) Tripolar-Tetrapolar	4
IEC60947-2 Instantáneos In: 63 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I) Tripolar-Tetrapolar	1
IEC60947-2 Instantáneos In: 40 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I) Tripolar-Tetrapolar	1

Aparatos de medida	Cantidad
Contadores Contador de activa	1

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE



## 8.- TABLA RESUMEN DE DIMENSIONADO

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE





### INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE

FÓRMULAS Y TABLAS A APLICAR	CÁLCULO DE:		INTENSIDAD:		CAIDA DE TENSIÓN (%)				ALUMBRADO						
	Líneas Trifásicas:		$I = \frac{W}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi}$ (A)		$V(\%) = \frac{W \cdot m}{K \cdot \text{mm}^2 \cdot V} \cdot \frac{100}{V}$				<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;"><b>K</b></td> <td style="text-align: center;">Cu = 56</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Al = 35</td> </tr> </table>				<b>K</b>	Cu = 56	Al = 35
	<b>K</b>	Cu = 56													
Al = 35															
Líneas Monofásicas:		$I = \frac{W}{V \cdot \cos \phi}$ (A)		$V(\%) = \frac{W \cdot m \cdot 2}{K \cdot \text{mm}^2 \cdot V} \cdot \frac{100}{V}$				$I = \frac{1'8 \cdot W \text{ (descarga)} + W' \text{ (incandescente)}}{V}$ (A)							
TRAMO	Factor Silmult. (%)	Potencia kW	Longitud m	Intens. A	Sección Por fase mm²	Caída de tensión		Caract. conductor		Tipo de canalización			Conduc. Neutro mm²	Conduc. Protec. mm²	
						Parcial (%)	Total (%)	Tipo	Tensión nom. Aisl.	Sin tubo protector	Bajo tubo: $\phi$ en mm		Cond. Ent. Prof. m		
											empotrado	Sin emp.			
CGP	0.90	328.67	Puente	547.33	240.00	0.00	0.00	Cobre	1000.00 V	-	-	-	-	240.00	240.00
C_SEC_1	0.90	98.35	370.00	165.66	150.00	3.59	3.60	Cobre	1000.00 V	-	DN: 63	-	-	150.00	95.00
Prensa 1	0.90	9.00	240.00	16.24	35.00	0.89	4.49	Cobre	750.00 V	-	DN: 50	-	-	35.00	16.00
Prensa 2	0.90	9.00	220.00	16.24	35.00	0.83	4.42	Cobre	1000.00 V	-	DN: 50	-	-	35.00	16.00
Impresión	0.90	11.25	165.00	19.10	35.00	0.77	4.37	Cobre	750.00 V	-	DN: 50	-	-	35.00	16.00
Clima 1	0.90	11.25	195.00	19.10	50.00	0.63	4.23	Cobre	750.00 V	-	DN: 63	-	-	50.00	25.00
Clima 2	0.90	11.25	200.00	19.10	50.00	0.65	4.25	Cobre	750.00 V	-	DN: 63	-	-	50.00	25.00
Bombas	0.90	16.88	140.00	30.45	50.00	0.68	4.28	Cobre	750.00 V	-	DN: 63	-	-	50.00	25.00
Taller Mant	0.90	6.41	100.00	11.57	16.00	0.58	4.18	Cobre	750.00 V	-	DN: 40	-	-	16.00	16.00
Soldadores	0.90	11.25	110.00	18.04	25.00	0.72	4.32	Cobre	750.00 V	-	DN: 50	-	-	25.00	16.00
TC Generales	0.90	0.93	220.00	1.42	4.00	0.76	4.36	Cobre	750.00 V	-	DN: 25	-	-	4.00	6.00
TC Trifasicas	0.90	10.93	Puente	16.61	10.00	0.01	3.61	Cobre	1000.00 V	-	-	-	-	10.00	10.00
TC Trifasica 1	0.90	3.64	18.00	5.54	6.00	0.16	3.77	Cobre	1000.00 V	-	DN: 25	-	-	6.00	6.00
TC Trifasica 2	0.90	3.64	140.00	5.54	10.00	0.74	4.35	Cobre	1000.00 V	-	DN: 32	-	-	10.00	10.00
TC Trifasica 3	0.90	3.64	80.00	5.54	6.00	0.72	4.32	Cobre	1000.00 V	-	DN: 25	-	-	6.00	6.00
Alumbrado	0.90	14.08	Puente	22.58	35.00	0.00	3.60	Cobre	1000.00 V	-	-	-	-	35.00	16.00
Alumbrado 1	0.90	7.53	220.00	12.08	35.00	0.69	4.29	Cobre	1000.00 V	-	DN: 50	-	-	35.00	16.00

Nota: 1.- Estas fórmulas y tablas se indican a modo de ejemplo orientativo para facilitar los cálculos.



### INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE

FÓRMULAS Y TABLAS A APLICAR	CÁLCULO DE:			INTENSIDAD:		CAIDA DE TENSIÓN (%)				ALUMBRADO						
	Líneas Trifásicas:			$I = \frac{W}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi}$ (A)		$V(\%) = \frac{W \cdot m}{K \cdot \text{mm}^2 \cdot V} \cdot \frac{100}{V}$				<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">K</td> <td style="text-align: center;">Cu = 56</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Al = 35</td> </tr> </table> $I = \frac{1'8 \cdot W \text{ (descarga)} + W' \text{ (incandescente)}}{V}$ (A)				K	Cu = 56	Al = 35
	K	Cu = 56														
Al = 35																
Líneas Monofásicas:			$I = \frac{W}{V \cdot \cos \phi}$ (A)		$V(\%) = \frac{W \cdot m \cdot 2}{K \cdot \text{mm}^2 \cdot V} \cdot \frac{100}{V}$											
TRAMO	Factor Silmult. (%)	Potencia kW	Longitud m	Intens. A	Sección Por fase mm²	Caída de tensión		Caract. conductor		Tipo de canalización			Conduc. Neutro mm²	Conduc. Protec. mm²		
						Parcial (%)	Total (%)	Tipo	Tensión nom. Aisl.	Sin tubo protector	Bajo tubo: $\phi$ en mm		Cond. Ent. Prof. m			
											empotrado	Sin emp.				
CGP	0.90	328.67	Puente	547.33	240.00	0.00	0.00	Cobre	1000.00 V	-	-	-	-	240.00	240.00	
Alumbrado 2	0.90	6.24	150.00	10.00	16.00	0.86	4.46	Cobre	1000.00 V	-	DN: 40	-	-	16.00	16.00	
Alumbrado 3	0.90	0.31	100.00	0.50	6.00	0.08	3.68	Cobre	1000.00 V	-	DN: 25	-	-	6.00	6.00	
C_SEC_2	0.90	62.33	750.00	105.14	120.00	5.67	5.67	Cobre	1000.00 V	-	DN: 50	-	-	120.00	70.00	
Precintadora	0.90	3.38	165.00	6.09	10.00	0.81	6.48	Cobre	1000.00 V	-	DN: 32	-	-	10.00	10.00	
Forrado	0.90	5.63	110.00	9.55	16.00	0.57	6.24	Cobre	1000.00 V	-	DN: 40	-	-	16.00	16.00	
Volteadora 1	0.90	5.63	120.00	10.15	16.00	0.62	6.29	Cobre	1000.00 V	-	DN: 40	-	-	16.00	16.00	
Volteadora 2	0.90	5.63	230.00	10.15	25.00	0.75	6.42	Cobre	1000.00 V	-	DN: 50	-	-	25.00	16.00	
Secado	0.90	16.88	320.00	25.64	120.00	0.66	6.33	Cobre	1000.00 V	-	DN: 50	-	-	120.00	70.00	
Cargador 1	0.90	7.31	30.00	12.42	6.00	0.54	6.21	Cobre	1000.00 V	-	DN: 25	-	-	6.00	6.00	
Cargador 2	0.90	7.31	40.00	12.42	6.00	0.72	6.39	Cobre	1000.00 V	-	DN: 25	-	-	6.00	6.00	
Cinta Trans 1	0.90	5.63	80.00	10.15	10.00	0.66	6.33	Cobre	1000.00 V	-	DN: 32	-	-	10.00	10.00	
Cinta Trans 2	0.90	5.63	160.00	10.15	16.00	0.82	6.50	Cobre	1000.00 V	-	DN: 40	-	-	16.00	16.00	
Recortadora	0.90	10.69	330.00	19.28	70.00	0.75	6.43	Cobre	1000.00 V	-	DN: 63	-	-	70.00	35.00	
TC Trifasicas			Puente		6.00		5.67	Cobre	1000.00 V	-		-	-	6.00	6.00	
TC Trifásica 1	0.90	3.64	65.00	5.54	6.00	0.58	6.25	Cobre	1000.00 V	-	DN: 25	-	-	6.00	6.00	
TC Trifásica 2	0.90	3.64	60.00	5.54	6.00	0.54	6.21	Cobre	1000.00 V	-	DN: 25	-	-	6.00	6.00	

**Nota:** 1.- Estas fórmulas y tablas se indican a modo de ejemplo orientativo para facilitar los cálculos.



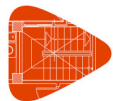
### INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE

FÓRMULAS Y TABLAS A APLICAR	CÁLCULO DE:		INTENSIDAD:		CAIDA DE TENSIÓN (%)				ALUMBRADO						
	Líneas Trifásicas:		$I = \frac{W}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi}$ (A)		$V(\%) = \frac{W \cdot m}{K \cdot \text{mm}^2 \cdot V} \cdot \frac{100}{V}$				<table border="1"> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;"><b>K</b></td> <td>Cu = 56</td> </tr> <tr> <td>Al = 35</td> </tr> </table>				<b>K</b>	Cu = 56	Al = 35
	<b>K</b>	Cu = 56													
Al = 35															
Líneas Monofásicas:		$I = \frac{W}{V \cdot \cos \phi}$ (A)		$V(\%) = \frac{W \cdot m \cdot 2}{K \cdot \text{mm}^2 \cdot V} \cdot \frac{100}{V}$				$I = \frac{1'8 \cdot W \text{ (descarga)} + W' \text{ (incandescente)}}{V}$ (A)							
TRAMO	Factor Silmult. (%)	Potencia kW	Longitud m	Intens. A	Sección Por fase mm <sup>2</sup>	Caída de tensión		Caract. conductor		Tipo de canalización			Conduc. Neutro mm <sup>2</sup>	Conduc. Protec. mm <sup>2</sup>	
						Parcial (%)	Total (%)	Tipo	Tensión nom. Aisl.	Sin tubo protector	Bajo tubo: $\phi$ en mm		Cond. Ent. Prof. m		
											empotrado	Sin emp.			
CGP	0.90	328.67	Puente	547.33	240.00	0.00	0.00	Cobre	1000.00 V	-	-	-	-	240.00	240.00
TC Trifásica 3	0.90	3.64	40.00	5.54	6.00	0.36	6.03	Cobre	1000.00 V	-	DN: 25	-	-	6.00	6.00
C_SEC_3	0.90	83.56	150.00	143.33	50.00	3.89	3.89	Cobre	1000.00 V	-	DN: 63	-	-	50.00	25.00
Contracolado	0.90	16.88	270.00	32.48	35.00	1.90	5.79	Cobre	1000.00 V	-	DN: 50	-	-	35.00	16.00
Onduladora	0.90	13.50	400.00	22.92	35.00	2.26	6.15	Cobre	1000.00 V	-	DN: 50	-	-	35.00	16.00
Troqueladora	0.90	16.88	150.00	30.45	16.00	2.32	6.21	Cobre	1000.00 V	-	DN: 40	-	-	16.00	16.00
Plegadora	0.90	3.38	410.00	6.09	10.00	2.02	5.91	Cobre	1000.00 V	-	DN: 32	-	-	10.00	10.00
Colas	0.90	5.63	350.00	9.02	16.00	1.80	5.70	Cobre	1000.00 V	-	DN: 40	-	-	16.00	16.00
Caldera	0.90	16.88	50.00	25.64	6.00	2.07	5.96	Cobre	1000.00 V	-	DN: 25	-	-	6.00	6.00
Compresor 1	0.90	9.00	20.00	16.24	6.00	0.44	4.33	Cobre	1000.00 V	-	DN: 25	-	-	6.00	6.00
Compresor 2	0.90	9.00	25.00	16.24	6.00	0.55	4.44	Cobre	1000.00 V	-	DN: 25	-	-	6.00	6.00
TC Trifásicas	0.90	7.29	Puente	11.08	6.00	0.01	3.90	Cobre	1000.00 V	-	-	-	-	6.00	6.00
TC Trifásica 1	0.90	3.64	180.00	5.54	6.00	1.61	5.51	Cobre	1000.00 V	-	DN: 25	-	-	6.00	6.00
TC Trifásica 2	0.90	3.64	50.00	5.54	6.00	0.45	4.35	Cobre	1000.00 V	-	DN: 25	-	-	6.00	6.00
C_OFI 1	0.90	8.82	520.00	13.94	25.00	2.68	2.68	Cobre	1000.00 V	-	DN: 50	-	-	25.00	16.00
Alumbrado	0.90	6.65	Puente	10.66	10.00	0.00	2.68	Cobre	1000.00 V	-	-	-	-	10.00	10.00
Alumbrado 1	0.90	3.05	350.00	4.88	10.00	1.55	4.24	Cobre	1000.00 V	-	DN: 32	-	-	10.00	10.00

Nota: 1.- Estas fórmulas y tablas se indican a modo de ejemplo orientativo para facilitar los cálculos.



### INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE

FÓRMULAS Y TABLAS A APLICAR	CÁLCULO DE:		INTENSIDAD:		CAIDA DE TENSIÓN (%)				ALUMBRADO						
	Líneas Trifásicas:		$I = \frac{W}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi}$ (A)		$V(\%) = \frac{W \cdot m}{K \cdot \text{mm}^2 \cdot V} \cdot \frac{100}{V}$				<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;"><b>K</b></td> <td style="text-align: center;">Cu = 56</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Al = 35</td> </tr> </table>				<b>K</b>	Cu = 56	Al = 35
	<b>K</b>	Cu = 56													
Al = 35															
Líneas Monofásicas:		$I = \frac{W}{V \cdot \cos \varphi}$ (A)		$V(\%) = \frac{W \cdot m \cdot 2}{K \cdot \text{mm}^2 \cdot V} \cdot \frac{100}{V}$				$I = \frac{1'8 \cdot W \text{ (descarga)} + W' \text{ (incandescente)}}{V}$ (A)							
TRAMO	Factor Silmult. (%)	Potencia kW	Longitud m	Intens. A	Sección Por fase mm²	Caída de tensión		Caract. conductor		Tipo de canalización			Conduc. Neutro mm²	Conduc. Protec. mm²	
						Parcial (%)	Total (%)	Tipo	Tensión nom. Aisl.	Sin tubo protector	Bajo tubo: φ en mm		Cond. Ent. Prof. m		
											empotrado	Sin emp.			
CGP	0.90	328.67	Puente	547.33	240.00	0.00	0.00	Cobre	1000.00 V	-	-	-	-	240.00	240.00
Alumbrado 2	0.90	3.47	150.00	5.56	6.00	1.28	3.96	Cobre	1000.00 V	-	DN: 25	-	-	6.00	6.00
Emergencia	0.90	0.13	350.00	0.21	6.00	0.11	2.80	Cobre	1000.00 V	-	DN: 25	-	-	6.00	6.00
Tomas Corriente	0.90	2.17	Puente	3.30	6.00	0.00	2.68	Cobre	1000.00 V	-		-	-	6.00	6.00
TC Generales	0.90	0.47	300.00	0.71	6.00	0.34	3.03	Cobre	1000.00 V	-	DN: 25	-	-	6.00	6.00
TC Aseos	0.90	1.24	220.00	1.89	6.00	0.67	3.35	Cobre	1000.00 V	-	DN: 25	-	-	6.00	6.00
TC Informática	0.90	0.47	350.00	0.71	6.00	0.40	3.08	Cobre	1000.00 V	-	DN: 25	-	-	6.00	6.00
C_OFI_2	0.90	25.91	525.00	41.09	70.00	2.92	2.93	Cobre	1000.00 V	-	DN: 63	-	-	70.00	35.00
Alumbrado 1	0.90	16.65	Puente	26.71	35.00	0.00	2.93	Cobre	1000.00 V	-		-	-	35.00	16.00
Alumbrado 1	0.90	3.40	250.00	5.46	10.00	1.24	4.17	Cobre	1000.00 V	-	DN: 32	-	-	10.00	10.00
Alumbrado 2	0.90	5.60	350.00	8.98	25.00	1.13	4.07	Cobre	1000.00 V	-	DN: 50	-	-	25.00	16.00
Alumbrado 3	0.90	7.65	350.00	12.28	25.00	1.55	4.48	Cobre	1000.00 V	-	DN: 50	-	-	25.00	16.00
Alumbrado 2	0.90	4.44	Puente	7.12	35.00	0.00	2.93	Cobre	1000.00 V	-		-	-	35.00	16.00
Alumbrado 1	0.90	4.17	300.00	6.68	16.00	1.15	4.07	Cobre	1000.00 V	-	DN: 40	-	-	16.00	16.00
Emergencia	0.90	0.27	320.00	0.44	6.00	0.21	3.14	Cobre	1000.00 V	-	DN: 25	-	-	6.00	6.00
Tomas Corriente	0.90	4.81	Puente	7.31	6.00	0.01	2.93	Cobre	1000.00 V	-		-	-	6.00	6.00
TC Generales	0.90	1.40	220.00	2.12	6.00	0.75	3.69	Cobre	1000.00 V	-	DN: 25	-	-	6.00	6.00

Nota: 1.- Estas fórmulas y tablas se indican a modo de ejemplo orientativo para facilitar los cálculos.



### INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN

Producido por una versión no profesional de CYPE

Producido por una versión no profesional de CYPE

<b>FÓRMULAS Y TABLAS A APLICAR</b>	<b>CÁLCULO DE:</b>			<b>INTENSIDAD:</b>		<b>CAIDA DE TENSIÓN (%)</b>				<b>ALUMBRADO</b>							
	Líneas Trifásicas:			$I = \frac{W}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi}$ (A)		$V(\%) = \frac{W \cdot m}{K \cdot \text{mm}^2 \cdot V} \cdot \frac{100}{V}$				<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;"><b>K</b></td> <td style="text-align: center;">Cu = 56</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">Al = 35</td> </tr> </table> $I = \frac{1'8 \cdot W \text{ (descarga)} + W' \text{ (incandescente)}}{V}$ (A)				<b>K</b>	Cu = 56		Al = 35
	<b>K</b>	Cu = 56															
	Al = 35																
Líneas Monofásicas:			$I = \frac{W}{V \cdot \cos \varphi}$ (A)		$V(\%) = \frac{W \cdot m \cdot 2}{K \cdot \text{mm}^2 \cdot V} \cdot \frac{100}{V}$												
TRAMO	Factor Silmult. (%)	Potencia kW	Longitud m	Intens. A	Sección Por fase mm²	Caída de tensión		Caract. conductor		Tipo de canalización			Conduc. Neutro mm²	Conduc. Protec. mm²			
						Parcial (%)	Total (%)	Tipo	Tensión nom. Aisl.	Sin tubo protector	Bajo tubo: $\phi$ en mm		Cond. Ent. Prof. m				
											empotrado	Sin emp.					
CGP	0.90	328.67	Puente	547.33	240.00	0.00	0.00	Cobre	1000.00 V	-	-	-	-	240.00	240.00		
TC Aseos	0.90	1.24	250.00	1.89	6.00	0.76	3.70	Cobre	1000.00 V	-	DN: 25	-	-	6.00	6.00		
TC Informática	0.90	2.17	280.00	3.30	6.00	1.49	4.43	Cobre	1000.00 V	-	DN: 25	-	-	6.00	6.00		
C_AL_NAVE	0.90	56.45	230.00	90.48	70.00	2.77	2.78	Cobre	1000.00 V	-	DN: 63	-	-	70.00	35.00		
Zona 1	0.90	4.57	120.00	7.33	25.00	0.32	3.10	Cobre	1000.00 V	-	DN: 50	-	-	25.00	16.00		
Zona 2	0.90	8.23	160.00	13.20	50.00	0.41	3.19	Cobre	1000.00 V	-	DN: 63	-	-	50.00	25.00		
Zona 3	0.90	8.80	250.00	14.11	25.00	1.27	4.05	Cobre	1000.00 V	-	DN: 50	-	-	25.00	16.00		
Zona 4	0.90	10.85	90.00	17.41	10.00	1.42	4.20	Cobre	1000.00 V	-	DN: 32	-	-	10.00	10.00		
Zona 5	0.90	9.95	120.00	15.95	16.00	1.09	3.87	Cobre	1000.00 V	-	DN: 40	-	-	16.00	16.00		
Zona 6	0.90	9.02	240.00	14.47	25.00	1.25	4.03	Cobre	1000.00 V	-	DN: 50	-	-	25.00	16.00		
Emergencia	0.90	0.17	320.00	0.25	6.00	0.14	2.92	Cobre	1000.00 V	-	DN: 25	-	-	6.00	6.00		
Exterior	0.90	4.86	680.00	7.79	35.00	1.38	4.16	Cobre	1000.00 V	-	DN: 50	-	-	35.00	16.00		

**Nota:** 1.- Estas fórmulas y tablas se indican a modo de ejemplo orientativo para facilitar los cálculos.

# ANEXO CYPELEC



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Índice

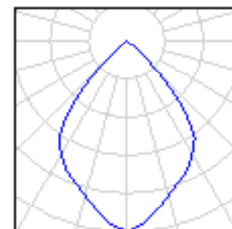
### Producción

Índice	1
Lista de luminarias	2
<b>ERCO 87610000 Parabelle Downlight pendular 1xHIT-CE 70W</b>	
Hoja de datos de luminarias	3
<b>Philips HPK080 1xHPI-P400W-BU R GC</b>	
Hoja de datos de luminarias	4
<b>Zona 1</b>	
Resumen	5
Resultados luminotécnicos	6
<b>Zona 2</b>	
Resumen	7
Resultados luminotécnicos	8

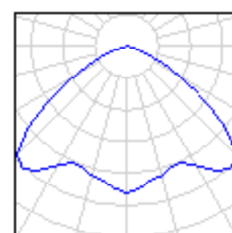
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Producción / Lista de luminarias

42 Pieza    ERCO 87610000 Parabelle Downlight pendular  
1xHIT-CE 70W  
N° de artículo: 87610000  
Flujo luminoso de las luminarias: 7300 lm  
Potencia de las luminarias: 79.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 89 100 100 100 50  
Lámpara: 1 x HIT-CE 70W (Factor de corrección 1.000).



72 Pieza    Philips HPK080 1xHPI-P400W-BU R GC  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 32500 lm  
Potencia de las luminarias: 428.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 50 92 100 100 70  
Lámpara: 1 x HPI-P400W-BU/743 (Factor de corrección 1.000).



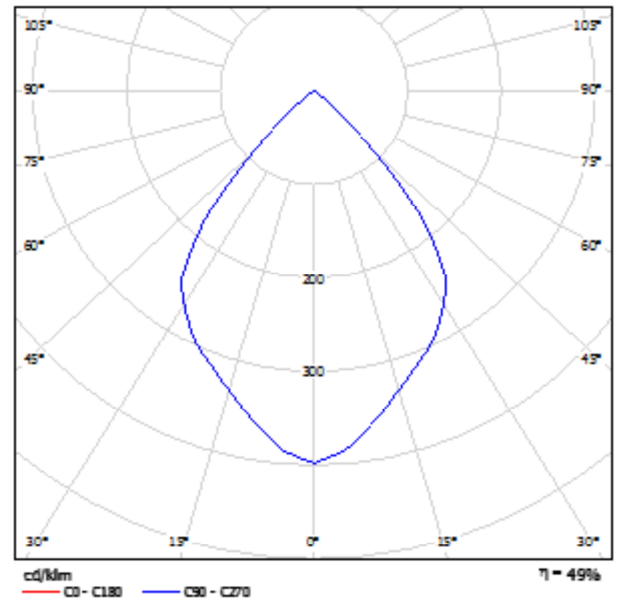


Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## ERCO 87610000 Parabelle Downlight pendular 1xHIT-CE 70W / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 89 100 100 100 50

87610.000  
Parabelle Downlight pendular  
para lámparas de halógenos metálicos  
Tamaño 8 40°  
Plateado  
RE  
Cuerpo: perfil de aluminio, pintura en polvo, como cuerpo de refrigeración.  
Manguito de sujeción, ø 16mm, para tubo pendular- o suspensión con cable metálico.  
Equipo auxiliar electrónico. Clema de conexión de 3 polos.  
Reflector Darklight: aluminio, plateado anodizado, brillante, exterior plateado lacado. Ángulo de apantallamiento 40°. Difusor.  
Anillo de remate: material sintético, interior negro, exterior plateado. Cristal de protección.  
Solicitar por separado la suspensión.  
Peso 4,60kg  
ENEC10

Emisión de luz 1:

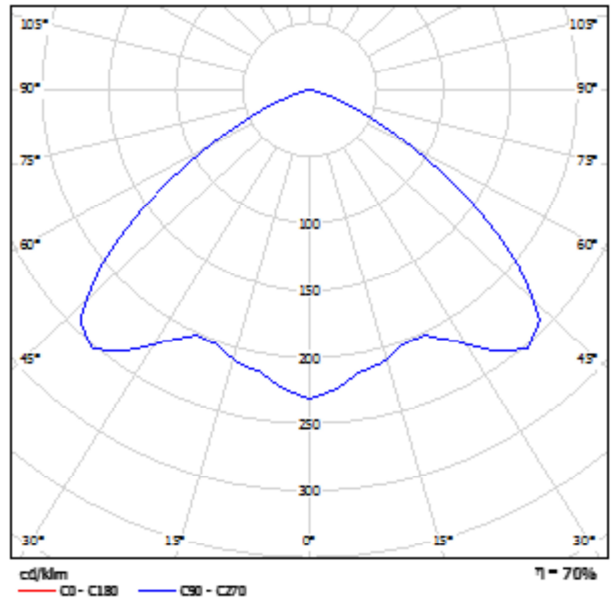
Valoración de deslumbramiento según UGR											
h Tech	70	70	90	90	90	70	70	90	90	90	
h Pendlar	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
h Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámparas				Mirado longitudinalmente al eje de lámparas				
2H	2H	2H	20.5	21.3	20.5	21.5	21.7	20.5	21.3	20.5	21.5
	3H	3H	20.4	21.0	20.5	21.3	21.5	20.4	21.0	20.5	21.3
	4H	4H	20.3	20.9	20.5	21.2	21.4	20.3	20.9	20.5	21.2
	5H	5H	20.2	20.8	20.5	21.1	21.4	20.2	20.8	20.5	21.1
	8H	8H	20.2	20.7	20.5	21.0	21.3	20.2	20.7	20.5	21.0
12H	12H	20.1	20.7	20.5	21.0	21.3	20.1	20.7	20.5	21.0	
4H	2H	2H	20.3	20.9	20.5	21.2	21.5	20.3	20.9	20.5	21.2
	3H	3H	20.1	20.7	20.5	21.0	21.3	20.1	20.7	20.5	21.0
	4H	4H	20.1	20.5	20.5	20.9	21.2	20.1	20.5	20.5	20.9
	5H	5H	20.0	20.4	20.4	20.8	21.1	20.0	20.4	20.4	20.8
	8H	8H	20.0	20.3	20.4	20.7	21.1	20.0	20.3	20.4	20.7
12H	12H	19.9	20.2	20.4	20.6	21.0	19.9	20.2	20.4	20.6	
8H	4H	4H	20.0	20.3	20.4	20.7	21.1	20.0	20.3	20.4	20.7
	5H	5H	19.9	20.1	20.3	20.6	21.0	19.9	20.1	20.3	20.6
	8H	8H	19.8	20.1	20.3	20.5	21.0	19.8	20.1	20.3	20.5
	12H	12H	19.8	20.0	20.3	20.4	20.9	19.8	20.0	20.3	20.4
	12H	12H	19.9	20.2	20.4	20.6	21.0	19.9	20.2	20.4	20.6
12H	4H	4H	19.9	20.2	20.4	20.6	21.0	19.9	20.2	20.4	20.6
	5H	5H	19.8	20.1	20.3	20.5	21.0	19.8	20.1	20.3	20.5
	8H	8H	19.8	20.0	20.3	20.4	20.9	19.8	20.0	20.3	20.4
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	-43.1 / -18.6				-43.1 / -18.6						
S = 1.5H	-45.1 / -22.2				-45.1 / -22.2						
S = 2.0H	-47.1 / -25.1				-47.1 / -25.1						
Tamaño estándar	5000				5000						
Sumando de corrección	-0.2				-0.2						
Índice de deslumbramiento completo en relación a 720lm Flujo luminoso total											



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Philips HPK080 1xHPI-P400W-BU R GC / Hoja de datos de luminarias**

Emisión de luz 1:



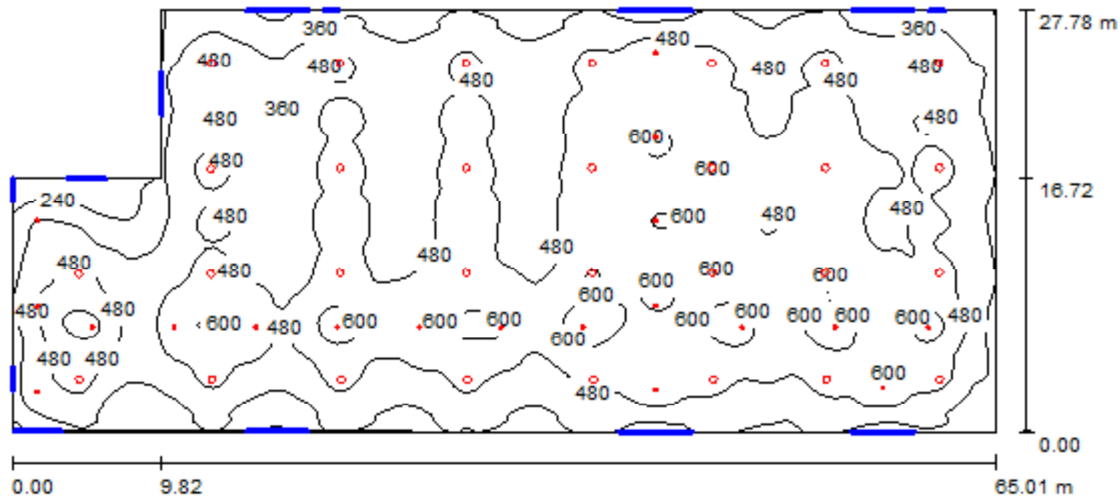
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 50 92 100 100 70

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
α Techo		70	70	90	90	30	70	70	90	90	30
α Paredes		90	90	90	30	30	90	90	90	30	30
α Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y		Mirada en perpendicular al eje de lámpara					Mirada longitudinal al eje de lámpara				
2H	2H	28.8	27.8	28.8	28.0	28.2	28.8	27.8	28.8	28.0	28.2
	3H	28.7	27.8	27.0	28.1	28.3	28.7	27.8	27.0	28.1	28.3
	4H	28.7	27.7	27.0	28.0	28.2	28.7	27.7	27.0	28.0	28.2
	8H	28.8	27.8	28.9	27.8	28.1	28.8	27.8	28.9	27.8	28.1
	1.2H	28.8	27.8	28.9	27.8	28.1	28.8	27.8	28.9	27.8	28.1
4H	2H	28.7	27.8	27.1	28.0	28.3	28.7	27.8	27.1	28.0	28.3
	3H	27.0	27.8	27.3	28.1	28.5	27.0	27.8	27.3	28.1	28.5
	4H	28.9	27.7	27.3	28.0	28.4	28.9	27.7	27.3	28.0	28.4
	8H	28.9	27.8	27.3	27.9	28.3	28.9	27.8	27.3	27.9	28.3
	1.2H	28.8	27.4	27.3	27.8	28.2	28.8	27.4	27.3	27.8	28.2
8H	2H	28.8	27.3	27.2	27.7	28.2	28.8	27.3	27.2	27.7	28.2
	3H	28.8	27.3	27.2	27.7	28.1	28.8	27.3	27.2	27.7	28.1
	4H	28.7	27.2	27.2	27.6	28.1	28.7	27.2	27.2	27.6	28.1
	8H	28.7	27.1	27.2	27.5	28.0	28.7	27.1	27.2	27.5	28.0
	1.2H	28.8	27.3	27.3	27.8	28.2	28.8	27.3	27.3	27.8	28.2
Variedad de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias	S = 1.0H	+0.8 / -0.8					+0.8 / -0.8				
	S = 1.5H	+1.5 / -1.5					+1.5 / -1.5				
	S = 2.0H	+2.7 / -5.1					+2.7 / -5.1				
Tabla estándar	8K01					8K01					
Sumando de corrección	7.7					7.7					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2250lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Zona 1 / Resumen**



Altura del local: 6.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:500

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	466	122	697	0.262
Suelo	49	458	143	630	0.312
Techo	80	193	99	247	0.512
Paredes (6)	50	228	101	439	/

**Plano útil:**

Altura: 0.760 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	19	ERCO 87610000 Parabelle Downlight pendular 1xHIT-CE 70W (1.000)	7300	79.0
2	30	Philips HPK080 1xHPI-P400W-BU R GC (1.000)	32500	428.0
Total:			1113700	14341.0

Valor de eficiencia energética:  $8.45 \text{ W/m}^2 = 1.81 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $1696.99 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Zona 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 1113700 lm  
Potencia total: 14341.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	323	143	466	/	/
Suelo	312	146	458	49	71
Techo	0.00	193	193	80	49
Pared 1	66	186	252	50	40
Pared 2	64	166	230	50	37
Pared 3	67	161	228	50	36
Pared 4	74	146	220	50	35
Pared 5	15	121	137	50	22
Pared 6	55	134	189	50	30

Simetrías en el plano útil

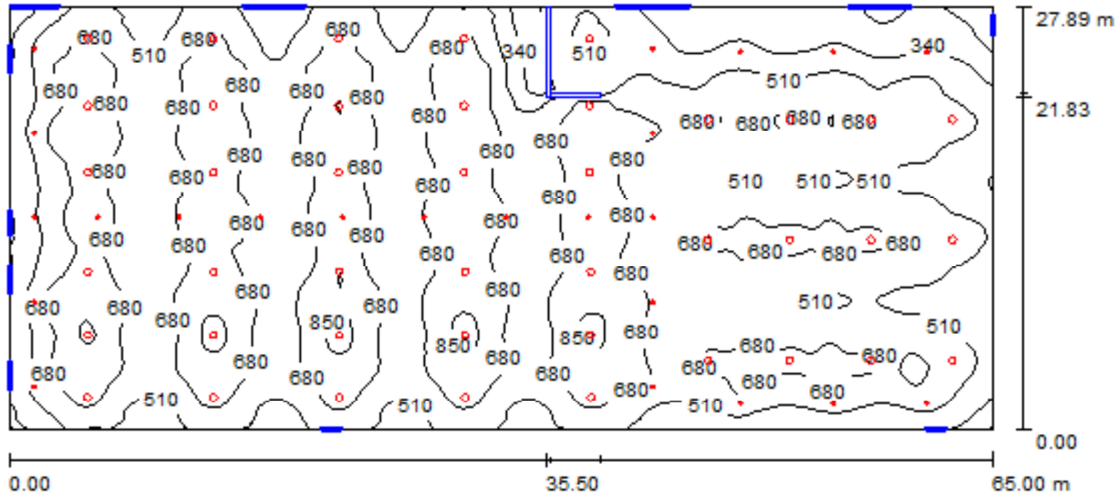
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.262 (1:4)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.175 (1:6)

Valor de eficiencia energética:  $8.45 \text{ W/m}^2 = 1.81 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base: 1696.99 m<sup>2</sup>)

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

Zona 2 / Resumen



Altura del local: 6.000 m, Altura de montaje: 5.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:500

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	606	127	933	0.209
Suelo	49	595	156	830	0.262
Techo	80	254	117	317	0.460
Paredes (4)	50	298	116	799	/

**Plano útil:**

Altura: 0.760 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	23	ERCO 87610000 Parabelle Downlight pendular 1xHIT-CE 70W (1.000)	7300	79.0
2	42	Philips HPK080 1xHPI-P400W-BU R GC (1.000)	32500	428.0
Total:			1532900	19793.0

Valor de eficiencia energética: 10.92 W/m<sup>2</sup> = 1.80 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 1812.33 m<sup>2</sup>)



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Zona 2 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 1532900 lm  
Potencia total: 19793.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	417	189	606	/	/
Suelo	404	192	595	49	93
Techo	0.00	254	254	80	65
Pared 1	92	231	323	50	51
Pared 2	73	194	267	50	42
Pared 3	76	220	296	50	47
Pared 4	50	224	274	50	44

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.209 (1:5)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.136 (1:7)

Valor de eficiencia energética:  $10.92 \text{ W/m}^2 = 1.80 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $1812.33 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Índice

<b>Planta Baja</b>	
Índice	1
Lista de luminarias	3
<b>Mazda TCS097 2xTL-D36W HFP VP</b>	
Hoja de datos de luminarias	5
Tabla UGR	6
<b>Mazda TCS097 2xTL-D58W HFP VP</b>	
Hoja de datos de luminarias	7
Tabla UGR	8
<b>Philips TBS331 3xTL-D18W HFP L1</b>	
Hoja de datos de luminarias	9
Tabla UGR	10
<b>Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1</b>	
Hoja de datos de luminarias	11
Tabla UGR	12
<b>Philips LuxSpace BBS481 1xDLED-3000</b>	
Hoja de datos de luminarias	13
Tabla UGR	14
<b>Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1</b>	
Hoja de datos de luminarias	15
Tabla UGR	16
<b>Comedor</b>	
Resumen	17
Resultados luminotécnicos	18
<b>Aseo Chicos 1</b>	
Resumen	19
Resultados luminotécnicos	20
<b>Aseo Chicas 1</b>	
Resumen	21
Resultados luminotécnicos	22
<b>Sala de Espera</b>	
Resumen	23
Lista de luminarias	24
Resultados luminotécnicos	25
<b>Hall/Pasillo</b>	
Resumen	26
Resultados luminotécnicos	27
<b>Almacen de Tintas</b>	
Resumen	28
Resultados luminotécnicos	29
<b>Sala de Impresión</b>	
Resumen	30
Resultados luminotécnicos	31
<b>Pasillo</b>	
Resumen	32
Resultados luminotécnicos	33
<b>Sala Climatización</b>	
Resumen	34

Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es


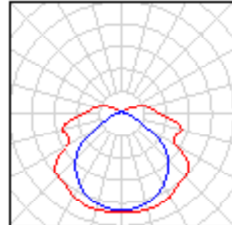

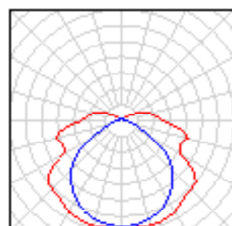

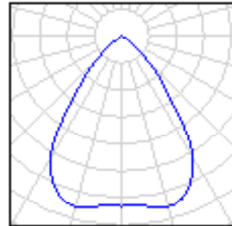

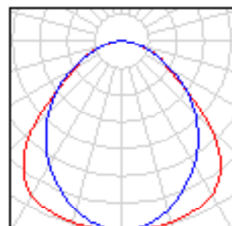
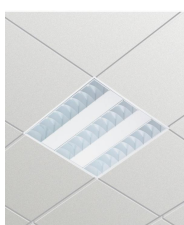
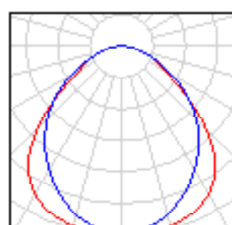
## Índice

Resultados luminotécnicos	35
<b>Sala de Bombas</b>	
Resumen	36
Resultados luminotécnicos	37
<b>Taller de Mantenimiento</b>	
Resumen	38
Resultados luminotécnicos	39
<b>Vestuario Femenino</b>	
Resumen	40
Resultados luminotécnicos	41
<b>Aseo Chicas 2</b>	
Resumen	42
Resultados luminotécnicos	43
<b>Vestuario Masculino</b>	
Resumen	44
Resultados luminotécnicos	45
<b>Aseo Chicos 2</b>	
Resumen	46
Resultados luminotécnicos	47
<b>Médico</b>	
Resumen	48
Resultados luminotécnicos	49
<b>Botiquín</b>	
Resumen	50
Resultados luminotécnicos	51
<b>Calidad</b>	
Resumen	52
Resultados luminotécnicos	53
<b>Pasillo Acceso Personal</b>	
Resumen	54
Resultados luminotécnicos	55
<b>Sala de Calderas</b>	
Resumen	56
Resultados luminotécnicos	57
<b>Sala de Compresores</b>	
Resumen	58
Resultados luminotécnicos	59
<b>Prensa</b>	
Resumen	60
Resultados luminotécnicos	61



Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Planta Baja / Lista de luminarias

5 Pieza	<p>Mazda TCS097 2xTL-D36W HFP VP            N° de artículo:            Flujo luminoso de las luminarias: 6700 lm            Potencia de las luminarias: 72.0 W            Clasificación luminarias según CIE: 86            Código CIE Flux: 39 69 87 87 74            Lámpara: 2 x TL-D36W/840 (Factor de corrección 1.000).</p>		
74 Pieza	<p>Mazda TCS097 2xTL-D58W HFP VP            N° de artículo:            Flujo luminoso de las luminarias: 10400 lm            Potencia de las luminarias: 110.0 W            Clasificación luminarias según CIE: 86            Código CIE Flux: 39 69 87 87 71            Lámpara: 2 x TL-D58W/840 (Factor de corrección 1.000).</p>		
32 Pieza	<p>Philips LuxSpace BBS481 1xDLED-3000            N° de artículo:            Flujo luminoso de las luminarias: 1100 lm            Potencia de las luminarias: 18.4 W            Clasificación luminarias según CIE: 100            Código CIE Flux: 87 100 100 100 89            Lámpara: 1 x DLED-3000 (Factor de corrección 1.000).</p>		
32 Pieza	<p>Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1            N° de artículo:            Flujo luminoso de las luminarias: 5400 lm            Potencia de las luminarias: 69.5 W            Clasificación luminarias según CIE: 100            Código CIE Flux: 55 86 98 100 68            Lámpara: 4 x TL-D18W/840 (Factor de corrección 1.000).</p>		
23 Pieza	<p>Philips TBS331 3xTL-D18W HFP L1            N° de artículo:            Flujo luminoso de las luminarias: 4050 lm            Potencia de las luminarias: 52.5 W            Clasificación luminarias según CIE: 100            Código CIE Flux: 55 86 97 100 72            Lámpara: 3 x TL-D18W/840 (Factor de corrección 1.000).</p>		

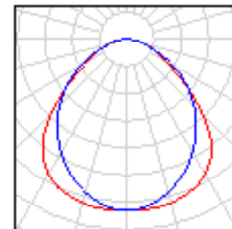


Proyecto elaborado por Judith Equiza  
Teléfono  
Fax  
e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Planta Baja / Lista de luminarias

3 Pieza

Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 7000 lm  
Potencia de las luminarias: 105.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 55 86 97 100 76  
Lámpara: 4 x TL5-24W/840 (Factor de corrección  
1.000).

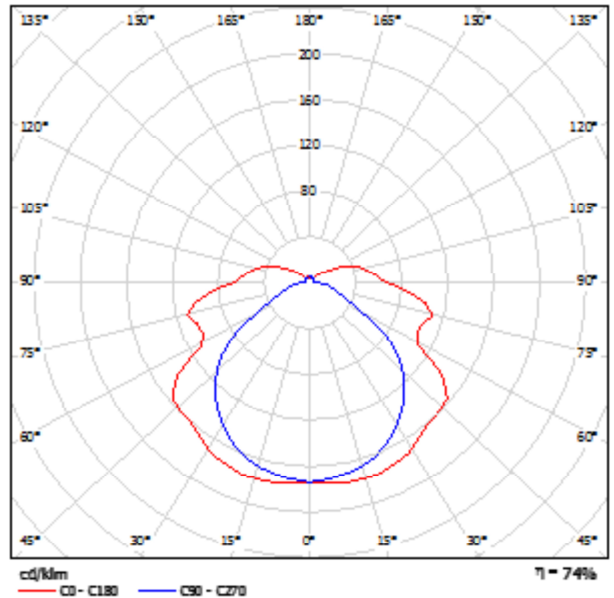




Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Mazda TCS097 2xTL-D36W HFP VP / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 86  
 Código CIE Flux: 39 69 87 87 74

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
		70	70	90	90	30	70	70	90	90	30
α Techo		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
α Paredes		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
α Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local		Mirada en perpendicular al eje de lámpara					Mirada longitudinal al eje de lámpara				
X	Y										
2H	2H	17.3	18.6	17.8	19.1	19.6	19.0	18.2	18.9	18.7	17.2
	3H	19.9	20.6	20.0	21.1	21.7	19.7	18.9	18.3	17.4	17.9
	4H	20.9	22.0	21.5	22.9	23.1	18.1	17.2	16.7	17.7	18.3
	8H	22.4	23.4	22.9	23.9	24.5	18.6	17.6	17.1	18.1	18.7
	12H	23.0	24.0	23.5	24.5	25.2	18.8	17.8	17.3	18.3	18.9
4H	2H	17.8	18.9	18.3	19.4	20.0	18.0	17.1	16.5	17.6	18.2
	3H	20.3	21.2	20.9	21.8	22.4	17.1	16.0	15.6	16.6	17.2
	4H	21.9	22.8	22.5	23.4	24.0	17.6	16.4	16.2	17.0	17.7
	8H	23.8	24.4	24.2	25.0	25.6	18.1	16.9	16.6	17.5	18.2
	12H	24.4	25.1	25.0	25.7	26.4	18.4	17.1	17.0	17.7	20.4
8H	2H	23.1	23.7	23.7	24.3	27.1	18.7	18.3	18.3	19.9	20.6
	3H	22.2	22.9	22.8	23.5	24.2	18.6	18.3	18.3	19.9	20.6
	4H	24.1	24.7	24.8	25.4	26.1	19.4	20.0	20.1	20.6	21.4
	8H	25.1	25.6	25.8	26.3	27.0	19.8	20.3	20.5	21.0	21.7
	12H	26.0	26.5	26.7	27.1	27.9	20.1	20.6	20.8	21.3	22.1
12H	4H	22.2	22.8	22.8	23.5	24.2	19.0	19.6	19.6	20.2	21.0
	8H	24.2	24.7	24.9	25.4	26.2	20.0	20.5	20.6	21.1	21.9
	8H	25.2	25.7	25.9	26.4	27.2	20.4	20.9	21.1	21.6	22.4
Variedad de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1				
S = 1.5H		+0.2 / -0.2					+0.3 / -0.4				
S = 2.0H		+0.3 / -0.3					+0.5 / -0.5				
Tabla estándar		S11					S14				
Sumando de corrección		0.5					2.7				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 670lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por Judith Equiza  
Teléfono  
Fax  
e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

### Mazda TCS097 2xTL-D36W HFP VP / Tabla UGR

Luminaria: Mazda TCS097 2xTL-D36W HFP VP  
Lámparas: 2 x TL-D36W/840

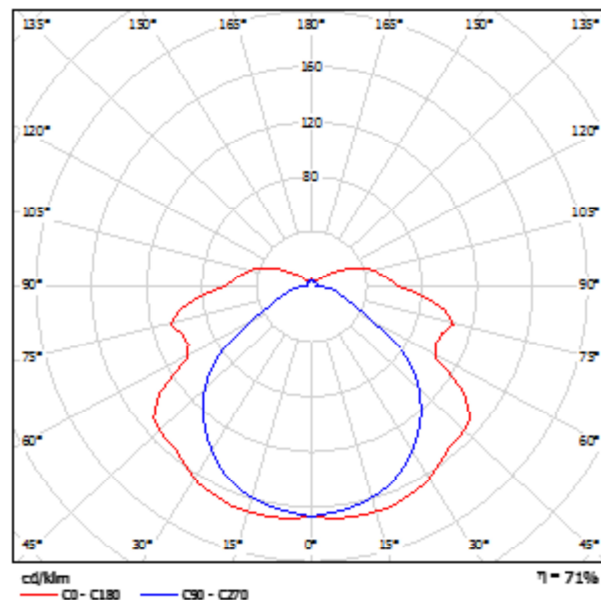
<b>Valoración de deslumbramiento según UGR</b>											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	17.3	18.6	17.8	19.1	19.6	15.0	16.2	15.5	16.7	17.2
	3H	19.5	20.6	20.0	21.1	21.7	15.7	16.9	16.3	17.4	17.9
	4H	20.9	22.0	21.5	22.5	23.1	16.1	17.2	16.7	17.7	18.3
	6H	22.4	23.4	22.9	23.9	24.5	16.6	17.6	17.1	18.1	18.7
	8H	23.0	24.0	23.6	24.6	25.2	16.8	17.8	17.3	18.3	18.9
4H	12H	23.6	24.6	24.2	25.1	25.7	17.0	17.9	17.5	18.5	19.1
	2H	17.8	18.9	18.3	19.4	20.0	16.0	17.1	16.5	17.6	18.2
	3H	20.3	21.2	20.9	21.8	22.4	17.1	18.0	17.6	18.5	19.2
	4H	21.9	22.8	22.5	23.4	24.0	17.6	18.4	18.2	19.0	19.7
	6H	23.6	24.4	24.2	25.0	25.6	18.1	18.9	18.8	19.5	20.2
8H	8H	24.4	25.1	25.0	25.7	26.4	18.4	19.1	19.0	19.7	20.4
	12H	25.1	25.7	25.7	26.3	27.1	18.7	19.3	19.3	19.9	20.6
	4H	22.2	22.9	22.8	23.5	24.2	18.6	19.3	19.3	19.9	20.6
	6H	24.1	24.7	24.8	25.4	26.1	19.4	20.0	20.1	20.6	21.4
	8H	25.1	25.6	25.8	26.3	27.0	19.8	20.3	20.5	21.0	21.7
12H	12H	26.0	26.5	26.7	27.1	27.9	20.1	20.6	20.8	21.3	22.1
	4H	22.2	22.8	22.8	23.5	24.2	19.0	19.6	19.6	20.2	21.0
	6H	24.2	24.7	24.9	25.4	26.2	20.0	20.5	20.6	21.1	21.9
	8H	25.2	25.7	25.9	26.4	27.2	20.4	20.9	21.1	21.6	22.4
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1					
S = 1.5H	+0.2 / -0.2					+0.3 / -0.4					
S = 2.0H	+0.3 / -0.5					+0.5 / -0.8					
Tabla estándar	BK11					BK14					
Sumando de corrección	8.5					2.7					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 6700lm Flujo luminoso total											

Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25.

Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

### Mazda TCS097 2xTL-D58W HFP VP / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 86  
 Código CIE Flux: 39 69 87 87 71

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
		70	70	90	90	30	70	70	90	90	30
α Techo		70	70	90	90	30	70	70	90	90	30
α Paredes		30	30	90	90	30	30	30	90	90	30
α Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local	X	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
	Y										
2H	2H	18.0	19.2	18.9	19.7	20.2	19.7	18.9	18.1	17.4	17.9
	3H	20.1	21.3	20.7	21.5	22.3	18.4	17.6	16.9	16.1	16.6
	4H	21.8	22.7	22.1	23.2	23.8	18.8	17.9	17.3	16.4	16.9
	1.2H	23.0	24.0	23.6	24.6	25.2	17.3	16.3	15.8	14.8	15.4
4H	2H	18.5	19.5	19.0	20.1	20.6	19.7	18.9	18.2	17.3	17.9
	3H	20.9	21.9	21.3	22.4	23.1	17.7	16.7	16.3	15.2	15.9
	4H	22.6	23.4	23.2	24.0	24.7	18.3	17.1	16.9	15.7	16.3
	1.2H	23.7	25.0	24.9	25.6	26.3	16.8	15.6	15.5	14.2	14.9
8H	2H	23.0	23.7	23.7	25.3	27.0	19.1	18.2	18.7	17.4	18.1
	3H	23.7	25.4	25.4	27.0	27.7	19.4	20.0	20.0	18.6	19.4
	4H	22.9	23.6	23.5	24.2	24.9	19.3	20.0	19.9	18.6	19.3
	1.2H	26.7	27.1	27.3	27.8	28.6	20.8	21.3	21.5	20.0	20.8
1.2H	4H	22.9	23.6	23.6	24.1	24.8	19.7	20.3	20.3	18.9	19.7
	8H	24.9	25.4	25.5	26.1	26.8	20.7	21.2	21.3	20.0	20.8
	8H	25.9	26.4	26.5	27.0	27.5	21.1	21.6	21.6	20.3	21.1
	8H	25.9	26.4	26.5	27.0	27.5	21.1	21.6	21.6	20.3	21.1
Variedad de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1				
S = 1.5H		+0.2 / -0.2					+0.3 / -0.4				
S = 2.0H		+0.3 / -0.3					+0.5 / -0.5				
Tabla estándar		8011					8014				
Sumando de corrección		0.0					0.2				
Índice de deslumbramiento corrigido en relación a 1040lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por Judith Equiza  
Teléfono  
Fax  
e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

### Mazda TCS097 2xTL-D58W HFP VP / Tabla UGR

Luminaria: Mazda TCS097 2xTL-D58W HFP VP  
Lámparas: 2 x TL-D58W/840

<b>Valoración de deslumbramiento según UGR</b>											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	18.0	19.2	18.5	19.7	20.2	15.7	16.9	16.1	17.4	17.9
	3H	20.1	21.3	20.7	21.8	22.3	16.4	17.6	16.9	18.1	18.6
	4H	21.6	22.7	22.1	23.2	23.8	16.8	17.9	17.3	18.4	19.0
	6H	23.0	24.0	23.6	24.6	25.2	17.3	18.3	17.8	18.8	19.4
	8H	23.7	24.7	24.3	25.2	25.8	17.5	18.5	18.0	19.0	19.6
	12H	24.3	25.2	24.8	25.8	26.4	17.7	18.6	18.3	19.2	19.8
4H	2H	18.5	19.5	19.0	20.1	20.6	16.7	17.8	17.2	18.3	18.9
	3H	20.9	21.9	21.5	22.4	23.1	17.7	18.7	18.3	19.2	19.9
	4H	22.6	23.4	23.2	24.0	24.7	18.3	19.1	18.9	19.7	20.3
	6H	24.3	25.0	24.9	25.6	26.3	18.8	19.6	19.5	20.2	20.9
	8H	25.0	25.7	25.7	26.3	27.0	19.1	19.8	19.7	20.4	21.1
	12H	25.7	26.4	26.4	27.0	27.7	19.4	20.0	20.0	20.6	21.4
8H	4H	22.9	23.6	23.5	24.2	24.9	19.3	20.0	19.9	20.6	21.3
	6H	24.8	25.4	25.5	26.0	26.8	20.1	20.7	20.8	21.3	22.1
	8H	25.8	26.3	26.4	26.9	27.7	20.5	21.0	21.2	21.7	22.4
	12H	26.7	27.1	27.3	27.8	28.6	20.8	21.3	21.5	22.0	22.8
12H	4H	22.9	23.5	23.5	24.1	24.8	19.7	20.3	20.3	20.9	21.7
	6H	24.9	25.4	25.5	26.1	26.8	20.7	21.2	21.3	21.8	22.6
	8H	25.9	26.4	26.6	27.0	27.8	21.1	21.6	21.8	22.3	23.1
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1					
S = 1.5H	+0.2 / -0.2					+0.3 / -0.4					
S = 2.0H	+0.3 / -0.5					+0.5 / -0.8					
Tabla estándar	BK11					BK14					
Sumando de corrección	9.0					3.2					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 10400lm Flujo luminoso total											

Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25.

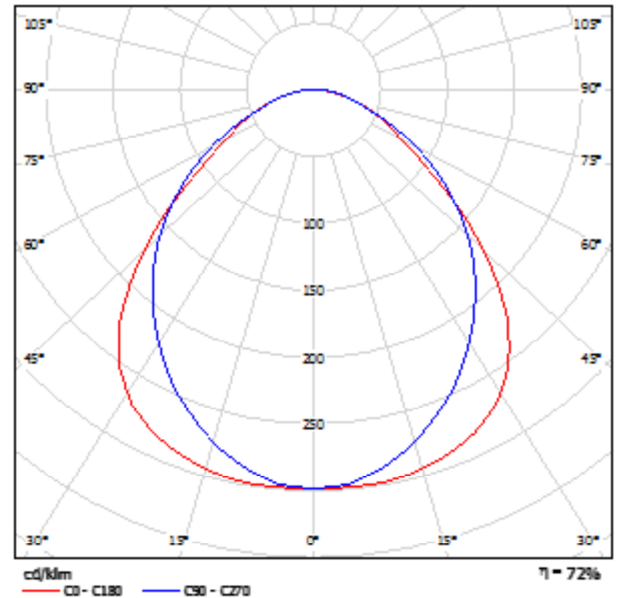
Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

**Philips TBS331 3xTL-D18W HFP L1 / Hoja de datos de luminarias**

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 55 86 97 100 72



Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
		70	70	90	90	30	70	70	90	90	30	
α Techo		70	70	90	90	30	70	70	90	90	30	
α Paredes		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
α Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara				Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	2H	18.1	18.3	18.3	18.3	18.7	18.8	18.8	18.8	17.0	17.2
	3H	3H	18.0	17.1	18.3	17.4	17.8	18.5	17.8	18.8	17.8	18.1
	4H	4H	18.4	17.4	18.7	17.7	18.0	18.8	17.8	17.1	18.1	18.4
	8H	8H	18.7	17.7	17.1	17.9	18.3	17.1	18.0	17.4	18.3	18.8
	12H	12H	18.8	17.7	17.2	18.0	18.3	17.2	18.1	17.8	18.4	18.7
4H	2H	3H	18.5	18.8	18.9	18.8	17.1	18.9	17.0	18.3	17.2	17.5
	3H	4H	18.7	17.8	17.0	17.8	18.2	17.0	17.9	17.4	18.2	18.5
	4H	8H	17.2	18.0	17.8	18.3	18.7	17.8	18.3	17.9	18.8	19.0
	8H	12H	17.8	18.3	18.0	18.8	19.0	17.9	18.8	18.3	18.9	19.3
	12H	12H	17.7	18.3	18.2	18.7	19.1	18.0	18.8	18.9	19.0	19.4
8H	2H	3H	17.8	18.4	18.3	18.8	19.2	18.1	18.7	18.8	19.1	19.5
	3H	4H	17.4	18.0	17.8	18.4	18.8	17.7	18.3	18.1	18.7	19.1
	4H	8H	17.9	18.4	18.4	18.8	19.3	18.2	18.7	18.8	19.1	19.5
	8H	12H	18.1	18.5	18.8	19.0	19.5	18.4	18.8	18.9	19.3	19.7
	12H	12H	18.3	18.8	18.8	19.1	19.8	18.8	18.9	19.0	19.4	19.9
12H	4H	8H	17.4	17.9	17.8	18.3	18.8	17.7	18.2	18.1	18.8	19.1
	8H	12H	17.9	18.4	18.4	18.8	19.3	18.2	18.8	18.7	19.1	19.8
	12H	12H	18.2	18.8	18.7	19.0	19.5	18.4	18.8	18.9	19.3	19.8
Variedad de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H		+0.3 / -0.3				+0.2 / -0.3						
S = 1.5H		+0.5 / -0.9				+0.4 / -0.7						
S = 2.0H		+1.0 / -1.2				+0.8 / -1.2						
Tabla estándar		B/C04				B/C04						
Sumando de corrección		+0.8				+0.4						
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 400lm Flujo luminoso total												

Proyecto elaborado por Judith Equiza  
Teléfono  
Fax  
e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

### Philips TBS331 3xTL-D18W HFP L1 / Tabla UGR

Luminaria: Philips TBS331 3xTL-D18W HFP L1

Lámparas: 3 x TL-D18W/840

<b>Valoración de deslumbramiento según UGR</b>											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	15.1	16.3	15.3	16.5	16.7	15.6	16.8	15.8	17.0	17.2
	3H	16.0	17.1	16.3	17.4	17.6	16.5	17.6	16.8	17.8	18.1
	4H	16.4	17.4	16.7	17.7	18.0	16.8	17.8	17.1	18.1	18.4
	6H	16.7	17.7	17.1	17.9	18.3	17.1	18.0	17.4	18.3	18.6
	8H	16.8	17.7	17.2	18.0	18.3	17.2	18.1	17.5	18.4	18.7
	12H	16.8	17.7	17.2	18.0	18.4	17.3	18.1	17.6	18.4	18.8
4H	2H	15.5	16.6	15.9	16.8	17.1	15.9	17.0	16.3	17.2	17.5
	3H	16.7	17.5	17.0	17.8	18.2	17.0	17.9	17.4	18.2	18.5
	4H	17.2	18.0	17.6	18.3	18.7	17.5	18.3	17.9	18.6	19.0
	6H	17.6	18.3	18.0	18.6	19.0	17.9	18.6	18.3	18.9	19.3
	8H	17.7	18.3	18.2	18.7	19.1	18.0	18.6	18.5	19.0	19.4
	12H	17.8	18.4	18.3	18.8	19.2	18.1	18.7	18.6	19.1	19.5
8H	4H	17.4	18.0	17.8	18.4	18.8	17.7	18.3	18.1	18.7	19.1
	6H	17.9	18.4	18.4	18.8	19.3	18.2	18.7	18.6	19.1	19.5
	8H	18.1	18.5	18.6	19.0	19.5	18.4	18.8	18.9	19.3	19.7
	12H	18.3	18.6	18.8	19.1	19.6	18.5	18.9	19.0	19.4	19.9
12H	4H	17.4	17.9	17.8	18.3	18.8	17.7	18.2	18.1	18.6	19.1
	6H	17.9	18.4	18.4	18.8	19.3	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6
	8H	18.2	18.6	18.7	19.0	19.5	18.4	18.8	18.9	19.3	19.8
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.3 / -0.3					+0.2 / -0.3					
S = 1.5H	+0.5 / -0.9					+0.4 / -0.7					
S = 2.0H	+1.0 / -1.2					+0.8 / -1.2					
Tabla estándar	BK04					BK04					
Sumando de corrección	-0.8					-0.4					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 4050lm Flujo luminoso total											

Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25.



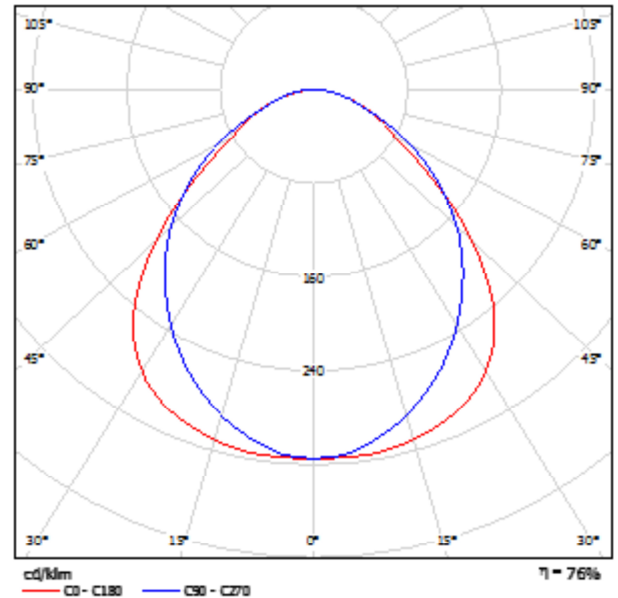
Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

**Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1 / Hoja de datos de luminarias**

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 55 86 97 100 76



Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
		70	70	90	90	30	70	70	90	90	30
a) Techo		70	70	90	90	30	70	70	90	90	30
b) Paredes		30	30	90	90	30	30	30	90	90	30
c) Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local	X	Y	Mirada en perpendicular al eje de lámpara				Mirada en longitudinal al eje de lámpara				
2H	2H	17.1	18.4	17.4	18.8	18.8	17.8	18.9	17.9	19.1	19.3
	3H	18.1	19.2	18.4	19.4	19.7	18.8	19.7	18.9	19.9	20.2
	4H	18.8	19.8	18.8	19.8	20.1	18.9	19.9	19.2	20.2	20.5
	8H	18.8	19.7	19.1	20.0	20.3	19.2	20.1	19.8	20.4	20.7
	12H	18.9	19.8	19.2	20.1	20.4	19.3	20.2	19.8	20.8	20.8
4H	2H	17.8	18.8	17.9	18.9	19.2	18.0	19.0	18.4	19.3	19.8
	3H	18.7	19.6	19.1	19.9	20.3	19.1	20.0	19.5	20.3	20.8
	4H	19.3	20.0	19.7	20.4	20.7	19.8	20.3	20.0	20.7	21.1
	8H	19.7	20.3	20.1	20.7	21.1	20.0	20.8	20.4	21.0	21.4
	12H	19.8	20.4	20.3	20.8	21.2	20.1	20.7	20.8	21.1	21.5
8H	4H	19.8	20.1	19.9	20.8	20.9	19.7	20.4	20.2	20.7	21.2
	8H	20.0	20.8	20.8	20.9	21.4	20.3	20.7	20.7	21.2	21.8
	8H	20.2	20.8	20.7	21.1	21.8	20.5	20.9	20.9	21.3	21.8
	12H	20.4	20.7	20.8	21.2	21.7	20.8	21.0	21.1	21.5	22.0
	12H	19.8	20.0	19.9	20.4	20.9	19.8	20.8	20.2	20.7	21.1
12H	8H	20.0	20.8	20.8	20.9	21.4	20.3	20.7	20.8	21.2	21.8
	8H	20.3	20.8	20.8	21.1	21.8	20.5	20.9	21.0	21.4	21.9
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.3 / -0.3				+0.2 / -0.3					
S = 1.5H		+0.5 / -0.9				+0.4 / -0.7					
S = 2.0H		+1.0 / -1.2				+0.8 / -1.2					
Tabla estándar		B/C04				B/C04					
Sumando de corrección		1.5				1.9					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 7000lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por Judith Equiza  
Teléfono  
Fax  
e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

### Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1 / Tabla UGR

Luminaria: Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1  
Lámparas: 4 x TL5-24W/840

<b>Valoración de deslumbramiento según UGR</b>											
$\rho$ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
$\rho$ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
$\rho$ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	17.1	18.4	17.4	18.6	18.8	17.6	18.9	17.9	19.1	19.3
	3H	18.1	19.2	18.4	19.4	19.7	18.6	19.7	18.9	19.9	20.2
	4H	18.5	19.5	18.8	19.8	20.1	18.9	19.9	19.2	20.2	20.5
	6H	18.8	19.7	19.1	20.0	20.3	19.2	20.1	19.5	20.4	20.7
	8H	18.9	19.8	19.2	20.1	20.4	19.3	20.2	19.6	20.5	20.8
	12H	18.9	19.8	19.3	20.1	20.5	19.3	20.2	19.7	20.5	20.9
4H	2H	17.6	18.6	17.9	18.9	19.2	18.0	19.0	18.4	19.3	19.6
	3H	18.7	19.6	19.1	19.9	20.3	19.1	20.0	19.5	20.3	20.6
	4H	19.3	20.0	19.7	20.4	20.7	19.6	20.3	20.0	20.7	21.1
	6H	19.7	20.3	20.1	20.7	21.1	20.0	20.6	20.4	21.0	21.4
	8H	19.8	20.4	20.3	20.8	21.2	20.1	20.7	20.6	21.1	21.5
	12H	19.9	20.5	20.4	20.9	21.3	20.2	20.8	20.7	21.2	21.6
8H	4H	19.5	20.1	19.9	20.5	20.9	19.7	20.4	20.2	20.7	21.2
	6H	20.0	20.5	20.5	20.9	21.4	20.3	20.7	20.7	21.2	21.6
	8H	20.2	20.6	20.7	21.1	21.6	20.5	20.9	20.9	21.3	21.8
	12H	20.4	20.7	20.8	21.2	21.7	20.6	21.0	21.1	21.5	22.0
12H	4H	19.5	20.0	19.9	20.4	20.9	19.8	20.3	20.2	20.7	21.1
	6H	20.0	20.5	20.5	20.9	21.4	20.3	20.7	20.8	21.2	21.6
	8H	20.3	20.6	20.8	21.1	21.6	20.5	20.9	21.0	21.4	21.9
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.3 / -0.3					+0.2 / -0.3					
S = 1.5H	+0.5 / -0.9					+0.4 / -0.7					
S = 2.0H	+1.0 / -1.2					+0.8 / -1.2					
Tabla estándar	BK04					BK04					
Sumando de corrección	1.5					1.9					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 7000lm Flujo luminoso total											

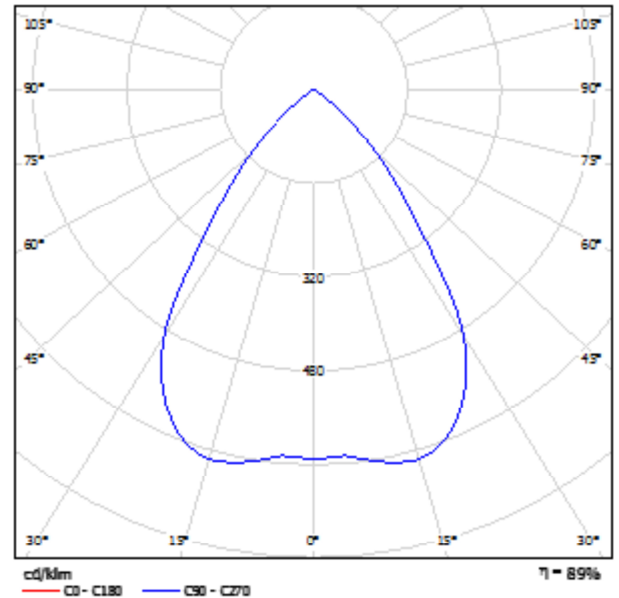
Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25.



Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

**Philips LuxSpace BBS481 1xDLED-3000 / Hoja de datos de luminarias**

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 87 100 100 100 89

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR										
		70	70	50	30	30	70	70	50	30
α Techo		70	70	50	30	30	70	70	50	30
α Paredes		30	30	30	30	30	30	30	30	30
α Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara				Mirado longitudinalmente al eje de lámpara			
2H	2H	18.8	19.4	18.9	19.5	19.8	18.8	19.4	18.9	19.5
	3H	18.5	19.2	18.5	19.4	19.8	18.5	19.2	18.5	19.4
	4H	18.4	19.0	18.7	19.3	19.8	18.4	19.0	18.7	19.3
	8H	18.3	18.9	18.8	19.2	19.8	18.3	18.9	18.8	19.2
4H	2H	18.4	19.1	18.7	19.3	19.8	18.4	19.1	18.7	19.3
	3H	18.3	18.8	18.8	19.1	19.4	18.3	18.8	18.8	19.1
	4H	18.2	18.7	18.8	19.0	19.3	18.2	18.7	18.8	19.0
	8H	18.1	18.5	18.5	18.9	19.3	18.1	18.5	18.5	18.9
8H	2H	18.1	18.4	18.5	18.8	19.2	18.1	18.4	18.5	18.8
	3H	18.0	18.3	18.4	18.7	19.1	18.0	18.3	18.4	18.7
	4H	18.0	18.2	18.4	18.6	19.1	18.0	18.2	18.4	18.6
	12H	17.9	18.1	18.4	18.6	19.1	17.9	18.1	18.4	18.6
12H	2H	18.0	18.4	18.5	18.8	19.2	18.0	18.4	18.5	18.8
	3H	18.0	18.2	18.4	18.6	19.1	18.0	18.2	18.4	18.6
	4H	17.9	18.1	18.4	18.6	19.1	17.9	18.1	18.4	18.6
	8H	17.9	18.1	18.4	18.6	19.1	17.9	18.1	18.4	18.6
Variedad de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias										
S = 1.0H		+3.2 / -9.3				+3.2 / -9.3				
S = 1.5H		-8.8 / -16.5				-8.8 / -16.5				
S = 2.0H		-7.5 / -17.5				-7.5 / -17.5				
Tabla estándar		8000				8000				
Sumando de corrección		+0.4				+0.4				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1100lm Flujo luminoso total										

Proyecto elaborado por Judith Equiza  
Teléfono  
Fax  
e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

### Philips LuxSpace BBS481 1xDLED-3000 / Tabla UGR

Luminaria: Philips LuxSpace BBS481 1xDLED-3000

Lámparas: 1 x DLED-3000

<b>Valoración de deslumbramiento según UGR</b>											
$\rho$ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
$\rho$ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
$\rho$ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	18.6	19.4	18.9	19.6	19.8	18.6	19.4	18.9	19.6	19.8
	3H	18.5	19.2	18.8	19.4	19.6	18.5	19.2	18.8	19.4	19.6
	4H	18.4	19.0	18.7	19.3	19.6	18.4	19.0	18.7	19.3	19.6
	6H	18.3	18.9	18.6	19.2	19.5	18.3	18.9	18.6	19.2	19.5
	8H	18.3	18.9	18.6	19.2	19.5	18.3	18.9	18.6	19.2	19.5
	12H	18.2	18.8	18.6	19.1	19.4	18.2	18.8	18.6	19.1	19.4
4H	2H	18.4	19.1	18.7	19.3	19.6	18.4	19.1	18.7	19.3	19.6
	3H	18.3	18.8	18.6	19.1	19.4	18.3	18.8	18.6	19.1	19.4
	4H	18.2	18.7	18.6	19.0	19.3	18.2	18.7	18.6	19.0	19.3
	6H	18.1	18.5	18.5	18.9	19.3	18.1	18.5	18.5	18.9	19.3
	8H	18.1	18.4	18.5	18.8	19.2	18.1	18.4	18.5	18.8	19.2
	12H	18.0	18.4	18.5	18.8	19.2	18.0	18.4	18.5	18.8	19.2
8H	4H	18.1	18.4	18.5	18.8	19.2	18.1	18.4	18.5	18.8	19.2
	6H	18.0	18.3	18.4	18.7	19.1	18.0	18.3	18.4	18.7	19.1
	8H	18.0	18.2	18.4	18.6	19.1	18.0	18.2	18.4	18.6	19.1
	12H	17.9	18.1	18.4	18.6	19.1	17.9	18.1	18.4	18.6	19.1
12H	4H	18.0	18.4	18.5	18.8	19.2	18.0	18.4	18.5	18.8	19.2
	6H	18.0	18.2	18.4	18.6	19.1	18.0	18.2	18.4	18.6	19.1
	8H	17.9	18.1	18.4	18.6	19.1	17.9	18.1	18.4	18.6	19.1
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+3.2 / -9.3					+3.2 / -9.3					
S = 1.5H	+5.8 / -16.5					+5.8 / -16.5					
S = 2.0H	+7.8 / -17.5					+7.8 / -17.5					
Tabla estándar	BK00					BK00					
Sumando de corrección	-0.4					-0.4					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1100lm Flujo luminoso total											

Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25.

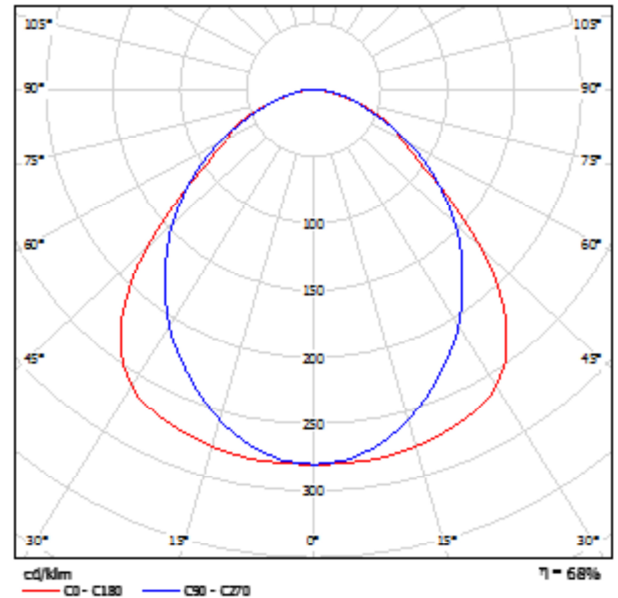
Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

**Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1 / Hoja de datos de luminarias**

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 55 86 98 100 68



Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
		70	70	90	90	30	70	70	90	90	30
α Techo		70	70	90	90	30	70	70	90	90	30
α Paredes		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
α Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara				Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	18.0	17.2	18.3	17.4	17.8	18.2	17.4	18.5	17.8	17.9
	3H	17.0	18.1	17.4	18.4	18.7	17.2	18.2	17.5	18.5	18.8
	4H	17.4	18.4	17.7	18.7	19.0	17.5	18.5	17.8	18.8	19.1
	8H	17.8	18.8	17.9	18.8	19.1	17.7	18.7	18.1	19.0	19.3
	12H	17.8	18.5	18.0	18.8	19.1	17.8	18.7	18.2	19.0	19.4
4H	2H	18.4	17.5	18.5	17.7	18.0	18.8	17.8	18.9	17.9	18.2
	3H	17.7	18.5	18.0	18.9	19.2	17.7	18.8	18.1	18.9	19.2
	4H	18.1	18.9	18.3	19.2	19.6	18.2	18.9	18.6	19.3	19.6
	8H	18.4	19.0	18.8	19.4	19.8	18.5	19.2	18.9	19.8	20.0
	12H	18.4	19.1	18.9	19.4	19.9	18.7	19.3	19.1	19.8	20.1
8H	2H	18.5	19.0	18.9	19.4	19.9	18.7	19.3	19.2	19.7	20.1
	3H	18.3	18.9	18.7	19.3	19.7	18.3	18.9	18.8	19.3	19.7
	4H	18.6	19.1	19.1	19.8	20.0	18.8	19.3	19.2	19.7	20.1
	8H	18.7	19.2	19.2	19.8	20.1	19.0	19.4	19.4	19.8	20.3
	12H	18.8	19.2	19.3	19.8	20.1	19.1	19.4	19.6	19.9	20.4
12H	4H	18.5	18.8	18.7	19.2	19.6	18.5	18.9	18.8	19.3	19.7
	8H	18.6	19.1	19.1	19.8	20.0	18.8	19.2	19.3	19.7	20.1
	8H	18.8	19.1	19.3	19.8	20.1	19.0	19.4	19.5	19.8	20.3
Variedad de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.3 / -0.4				+0.2 / -0.3					
S = 1.5H		+0.7 / -0.9				+0.5 / -0.7					
S = 2.0H		+1.2 / -1.1				+0.8 / -1.3					
Tabla estándar		B/C04				B/C04					
Sumando de corrección		+0.1				0.1					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 540lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

### Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1 / Tabla UGR

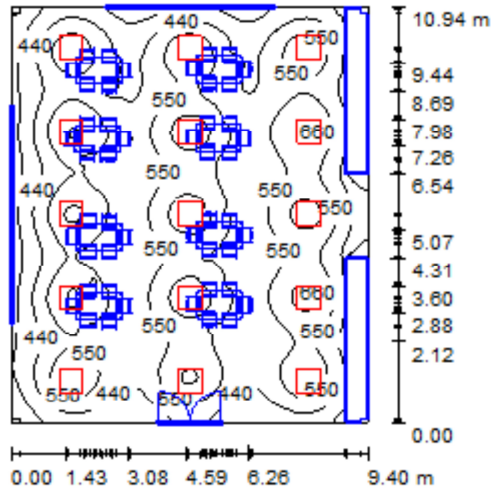
Luminaria: Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1  
 Lámparas: 4 x TL-D18W/840

<b>Valoración de deslumbramiento según UGR</b>											
$\rho$ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
$\rho$ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
$\rho$ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	16.0	17.2	16.3	17.4	17.6	16.2	17.4	16.5	17.6	17.9
	3H	17.0	18.1	17.4	18.4	18.7	17.2	18.2	17.5	18.5	18.8
	4H	17.4	18.4	17.7	18.7	19.0	17.5	18.5	17.8	18.8	19.1
	6H	17.6	18.5	17.9	18.8	19.1	17.7	18.7	18.1	19.0	19.3
	8H	17.6	18.5	18.0	18.8	19.1	17.8	18.7	18.2	19.0	19.4
	12H	17.6	18.5	18.0	18.8	19.1	17.9	18.7	18.2	19.0	19.4
4H	2H	16.4	17.5	16.8	17.7	18.0	16.6	17.6	16.9	17.9	18.2
	3H	17.7	18.5	18.0	18.9	19.2	17.7	18.6	18.1	18.9	19.2
	4H	18.1	18.9	18.5	19.2	19.6	18.2	18.9	18.6	19.3	19.6
	6H	18.4	19.0	18.8	19.4	19.8	18.5	19.2	18.9	19.6	20.0
	8H	18.4	19.1	18.9	19.4	19.9	18.7	19.3	19.1	19.6	20.1
	12H	18.5	19.0	18.9	19.4	19.9	18.7	19.3	19.2	19.7	20.1
8H	4H	18.3	18.9	18.7	19.3	19.7	18.3	18.9	18.8	19.3	19.7
	6H	18.6	19.1	19.1	19.5	20.0	18.8	19.3	19.2	19.7	20.1
	8H	18.7	19.2	19.2	19.6	20.1	19.0	19.4	19.4	19.8	20.3
	12H	18.8	19.2	19.3	19.6	20.1	19.1	19.4	19.6	19.9	20.4
12H	4H	18.3	18.8	18.7	19.2	19.6	18.3	18.9	18.8	19.3	19.7
	6H	18.6	19.1	19.1	19.5	20.0	18.8	19.2	19.3	19.7	20.1
	8H	18.8	19.1	19.3	19.6	20.1	19.0	19.4	19.5	19.8	20.3
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.3 / -0.4					+0.2 / -0.3					
S = 1.5H	+0.7 / -0.9					+0.5 / -0.7					
S = 2.0H	+1.2 / -1.1					+0.8 / -1.3					
Tabla estándar	BK04					BK04					
Sumando de corrección	-0.1					0.1					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5400lm Flujo luminoso total											

Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25.

Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Comedor / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.580 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:200

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	512	205	728	0.401
Suelo	68	400	17	550	0.043
Techo	70	220	107	272	0.485
Paredes (4)	50	275	32	498	/

**Plano útil:**

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

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	15	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1 (1.000)	5400	69.5
Total:			81000	1042.5

Valor de eficiencia energética:  $10.14 \text{ W/m}^2 = 1.98 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $102.82 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Comedor / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 81000 lm  
 Potencia total: 1042.5 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	368	144	512	/	/
Suelo	261	139	400	68	87
Techo	0.00	220	220	70	49
Pared 1	113	206	320	50	51
Pared 2	58	135	192	50	31
Pared 3	115	190	305	50	49
Pared 4	108	186	293	50	47

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.401 (1:2)

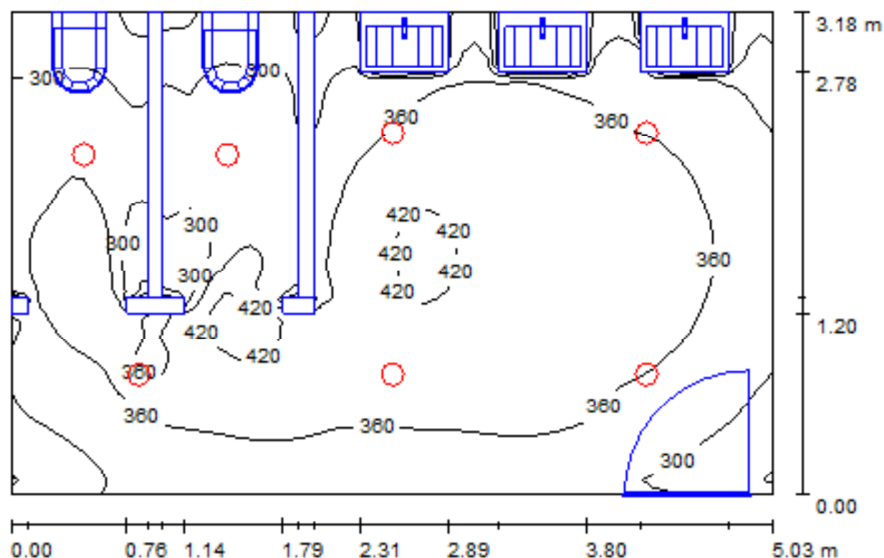
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.282 (1:4)

Valor de eficiencia energética:  $10.14 \text{ W/m}^2 = 1.98 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $102.82 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Aseo Chicos 1 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:50

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	350	180	444	0.515
Suelo	67	283	64	400	0.226
Techo	80	147	108	173	0.735
Paredes (4)	68	182	30	429	/

### Plano útil:

Altura: 0.760 m  
 Trama: 64 x 64 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	7	Philips LuxSpace BBS481 1xDLED-3000 (1.000)	1100	18.4
Total:			7700	128.8

Valor de eficiencia energética:  $8.05 \text{ W/m}^2 = 2.30 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $16.00 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Aseo Chicos 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 7700 lm  
 Potencia total: 128.8 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	219	131	350	/	/
Suelo	151	132	283	67	60
Techo	0.00	147	147	80	38
Pared 1	42	152	193	68	42
Pared 2	40	152	192	68	42
Pared 3	31	134	164	68	36
Pared 4	49	133	182	68	39

Simetrías en el plano útil

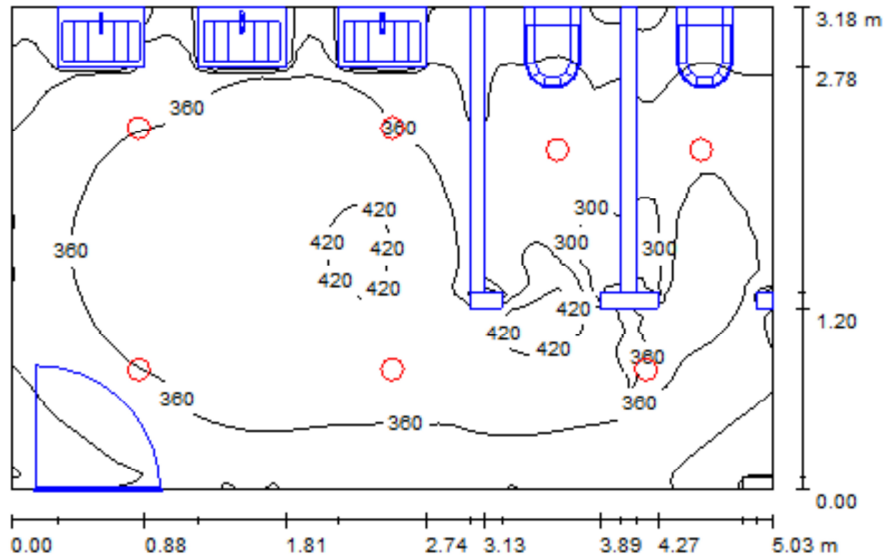
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.515 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.405 (1:2)

Valor de eficiencia energética:  $8.05 \text{ W/m}^2 = 2.30 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $16.00 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Aseo Chicas 1 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:50

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	350	190	444	0.544
Suelo	67	282	62	399	0.220
Techo	80	148	105	173	0.709
Paredes (4)	68	182	34	432	/

### Plano útil:

Altura: 0.760 m  
 Trama: 64 x 64 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	7	Philips LuxSpace BBS481 1xDLED-3000 (1.000)	1100	18.4
Total:			7700	128.8

Valor de eficiencia energética:  $8.05 \text{ W/m}^2 = 2.30 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $16.00 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Aseo Chicas 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 7700 lm  
 Potencia total: 128.8 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	219	131	350	/	/
Suelo	151	131	282	67	60
Techo	0.00	148	148	80	38
Pared 1	43	152	195	68	42
Pared 2	49	132	181	68	39
Pared 3	31	135	165	68	36
Pared 4	40	150	190	68	41

Simetrías en el plano útil

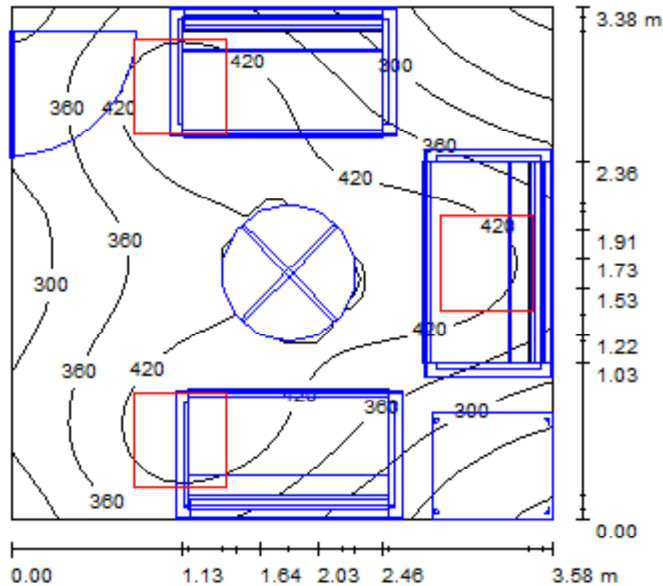
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.544 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.428 (1:2)

Valor de eficiencia energética:  $8.05 \text{ W/m}^2 = 2.30 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $16.00 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Sala de Espera / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.585 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:50

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	366	171	464	0.468
Suelo	18	150	7.10	302	0.047
Techo	70	70	23	164	0.324
Paredes (4)	50	172	7.70	1161	/

**Plano útil:**

Altura: 0.760 m  
 Trama: 32 x 32 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	3	Philips TBS331 3xTL-D18W HFP L1 (1.000)	4050	52.5
Total:			12150	157.5

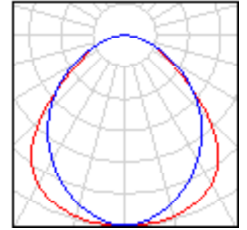
Valor de eficiencia energética:  $13.02 \text{ W/m}^2 = 3.55 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $12.10 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por Judith Equiza  
Teléfono  
Fax  
e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Sala de Espera / Lista de luminarias

3 Pieza  
Philips TBS331 3xTL-D18W HFP L1  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 4050 lm  
Potencia de las luminarias: 52.5 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 55 86 97 100 72  
Lámpara: 3 x TL-D18W/840 (Factor de corrección 1.000).





Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Sala de Espera / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 12150 lm  
 Potencia total: 157.5 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	286	80	366	/	/
Suelo	110	40	150	18	8.61
Techo	0.00	70	70	70	16
Pared 1	116	55	171	50	27
Pared 2	121	49	170	50	27
Pared 3	119	56	175	50	28
Pared 4	105	68	173	50	28

Simetrías en el plano útil

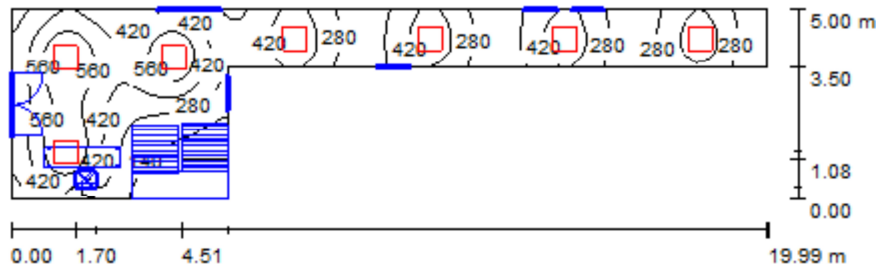
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.468 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.369 (1:3)

Valor de eficiencia energética:  $13.02 \text{ W/m}^2 = 3.55 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $12.10 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Hall/Pasillo / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.585 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:200

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	365	9.09	707	0.025
Suelo	18	282	14	492	0.051
Techo	80	70	29	133	0.420
Paredes (6)	50	173	18	582	/

**Plano útil:**

Altura: 0.760 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	4	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1 (1.000)	5400	69.5
2	3	Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1 (1.000)	7000	105.0
Total:			42600	593.0

Valor de eficiencia energética:  $11.87 \text{ W/m}^2 = 3.26 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $49.94 \text{ m}^2$ )





Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Hall/Pasillo / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 42600 lm  
 Potencia total: 593.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	290	75	365	/	/
Suelo	210	72	282	18	16
Techo	0.00	70	70	80	18
Pared 1	71	51	121	50	19
Pared 2	36	42	78	50	12
Pared 3	111	82	192	50	31
Pared 4	58	67	125	50	20
Pared 5	115	75	190	50	30
Pared 6	116	70	186	50	30

Simetrías en el plano útil

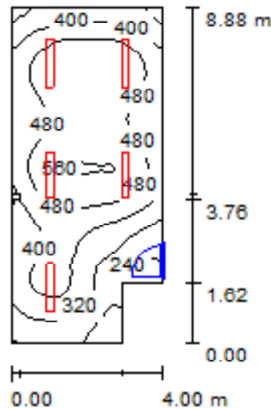
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.025 (1:40)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.013 (1:78)

Valor de eficiencia energética:  $11.87 \text{ W/m}^2 = 3.26 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $49.94 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Almacen de Tintas / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:200

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	426	191	566	0.447
Suelo	49	360	197	458	0.547
Techo	80	229	113	606	0.493
Paredes (6)	50	311	115	683	/

### Plano útil:

Altura: 0.760 m  
 Trama: 64 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	5	Mazda TCS097 2xTL-D36W HFP VP (1.000)	6700	72.0
Total:			33500	360.0

Valor de eficiencia energética:  $10.66 \text{ W/m}^2 = 2.50 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $33.78 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Almacen de Tintas / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 33500 lm  
 Potencia total: 360.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	251	174	426	/	/
Suelo	196	164	360	49	56
Techo	71	158	229	80	58
Pared 1	79	140	218	50	35
Pared 2	82	131	214	50	34
Pared 3	45	145	190	50	30
Pared 4	187	172	359	50	57
Pared 5	119	177	296	50	47
Pared 6	178	162	340	50	54

Simetrías en el plano útil

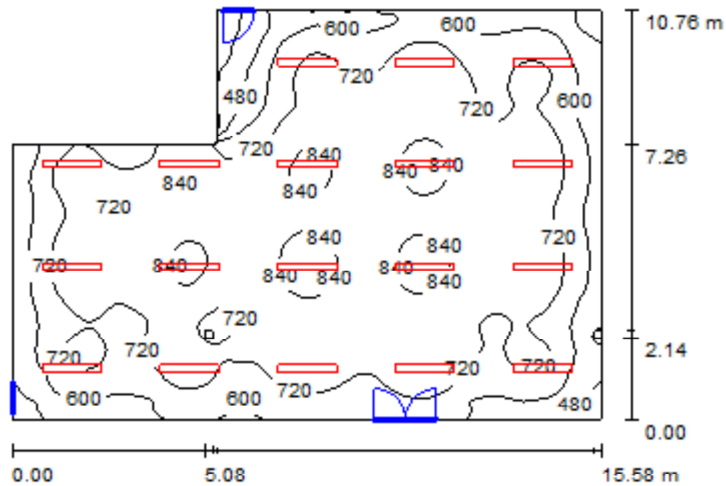
$E_{\min} / E_m$ : 0.447 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.337 (1:3)

Valor de eficiencia energética:  $10.66 \text{ W/m}^2 = 2.50 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $33.78 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Sala de Impresión / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:200

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	714	300	891	0.420
Suelo	49	658	346	788	0.526
Techo	80	374	193	854	0.517
Paredes (6)	50	536	168	1917	/

### Plano útil:

Altura: 0.760 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	18	Mazda TCS097 2xTL-D58W HFP VP (1.000)	10400	110.0
Total:			187200	1980.0

Valor de eficiencia energética:  $13.32 \text{ W/m}^2 = 1.86 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $148.68 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Sala de Impresión / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 187200 lm  
 Potencia total: 1980.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	420	295	714	/	/
Suelo	367	291	658	49	103
Techo	89	285	374	80	95
Pared 1	295	285	580	50	92
Pared 2	187	273	460	50	73
Pared 3	288	271	559	50	89
Pared 4	113	264	377	50	60
Pared 5	392	310	702	50	112
Pared 6	185	288	473	50	75

Simetrías en el plano útil

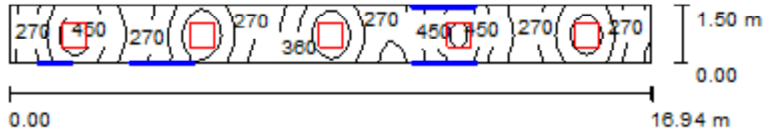
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.420 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.337 (1:3)

Valor de eficiencia energética: 13.32 W/m<sup>2</sup> = 1.86 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 148.68 m<sup>2</sup>)

Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Pasillo / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.580 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:200

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	353	163	565	0.462
Suelo	18	268	159	356	0.591
Techo	80	84	39	143	0.468
Paredes (4)	50	191	74	593	/

### Plano útil:

Altura: 0.760 m  
 Trama: 128 x 16 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	5	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1 (1.000)	5400	69.5
Total:			27000	347.5

Valor de eficiencia energética:  $13.67 \text{ W/m}^2 = 3.87 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $25.41 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Pasillo / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 27000 lm  
 Potencia total: 347.5 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	252	102	353	/	/
Suelo	177	92	268	18	15
Techo	0.00	84	84	80	21
Pared 1	108	86	194	50	31
Pared 2	64	72	136	50	22
Pared 3	110	88	198	50	31
Pared 4	64	74	138	50	22

Simetrías en el plano útil

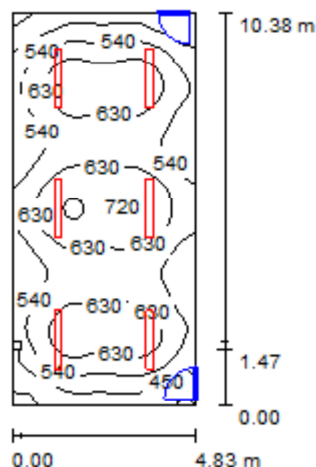
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.462 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.289 (1:3)

Valor de eficiencia energética:  $13.67 \text{ W/m}^2 = 3.87 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $25.41 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Sala Climatización / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:200

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	574	330	732	0.575
Suelo	49	499	333	602	0.668
Techo	80	303	176	762	0.580
Paredes (5)	50	426	262	746	/

### Plano útil:

Altura: 0.760 m  
 Trama: 32 x 64 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [m]	P [W]
1	6	Mazda TCS097 2xTL-D58W HFP VP (1.000)	10400	110.0
			Total:	62400 660.0

Valor de eficiencia energética:  $13.16 \text{ W/m}^2 = 2.29 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $50.15 \text{ m}^2$ )





Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Sala Climatización / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 62400 lm  
 Potencia total: 660.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	340	235	574	/	/
Suelo	274	225	499	49	78
Techo	87	216	303	80	77
Pared 1	136	216	351	50	56
Pared 2	239	227	466	50	74
Pared 3	136	222	358	50	57
Pared 4	239	229	468	50	74
Pared 4_1	179	189	368	50	59

Simetrías en el plano útil

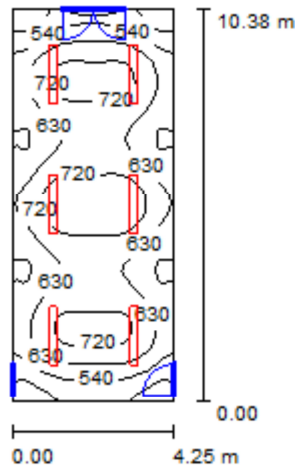
$E_{\min} / E_m$ : 0.575 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.451 (1:2)

Valor de eficiencia energética:  $13.16 \text{ W/m}^2 = 2.29 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $50.15 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Sala de Bombas / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:200

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	629	377	792	0.600
Suelo	49	543	378	650	0.696
Techo	80	338	205	781	0.608
Paredes (4)	50	477	307	874	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.760 m	Pared izq	23	19	
Trama: 32 x 64 Puntos	Pared inferior	23	17	
Zona marginal: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [m]	P [W]
1	6	Mazda TCS097 2xTL-D58W HFP VP (1.000)	10400	110.0
			Total:	62400
				660.0

Valor de eficiencia energética:  $14.96 \text{ W/m}^2 = 2.38 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $44.12 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Sala de Bombas / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 62400 lm  
 Potencia total: 660.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	365	264	629	/	/
Suelo	289	254	543	49	85
Techo	98	240	338	80	86
Pared 1	143	246	389	50	62
Pared 2	261	253	514	50	82
Pared 3	135	239	374	50	59
Pared 4	261	255	517	50	82

Simetrías en el plano útil

	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
$E_{\min} / E_m$ : 0.600 (1:2)	Pared izq	23	19	
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.477 (1:2)	Pared inferior	23	17	

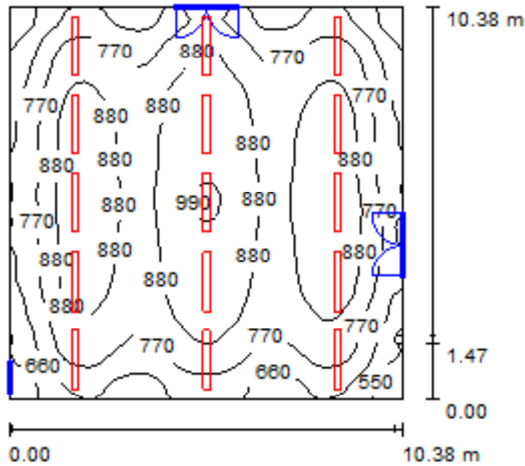
(CIE, SHR = 0.25.)

Valor de eficiencia energética:  $14.96 \text{ W/m}^2 = 2.38 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $44.12 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

**Taller de Mantenimiento / Resumen**



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:200

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	812	466	1001	0.574
Suelo	49	741	450	896	0.607
Techo	80	424	261	853	0.616
Paredes (6)	50	588	387	1044	/

**Plano útil:**

Altura: 0.760 m  
 Trama: 64 x 64 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [m]	P [W]
1	15	Mazda TCS097 2xTL-D58W HFP VP (1.000)	10400	110.0
Total:			156000	1650.0

Valor de eficiencia energética: 15.31 W/m<sup>2</sup> = 1.89 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 107.77 m<sup>2</sup>)

Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Taller de Mantenimiento / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 156000 lm  
 Potencia total: 1650.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	479	333	812	/	/
Suelo	415	326	741	49	116
Techo	104	320	424	80	108
Pared 1	239	314	552	50	88
Pared 2	244	260	504	50	80
Pared 2_1	328	313	640	50	102
Pared 3	236	319	555	50	88
Pared 4	330	316	646	50	103
Pared 4_1	256	242	498	50	79

Simetrías en el plano útil

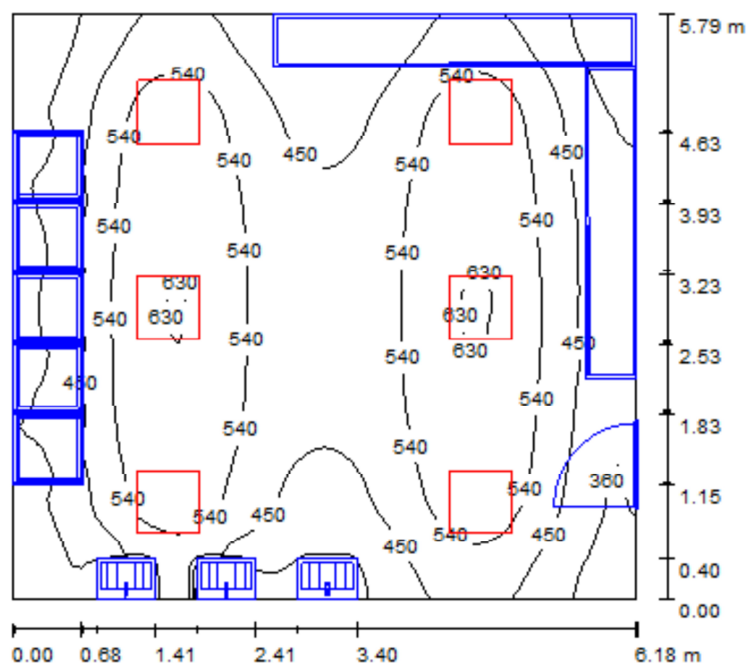
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.574 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.465 (1:2)

Valor de eficiencia energética:  $15.31 \text{ W/m}^2 = 1.89 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $107.77 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Vestuario Femenino / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.585 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:75

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	483	237	638	0.492
Suelo	67	376	11	530	0.030
Techo	80	233	105	285	0.451
Paredes (4)	68	292	32	479	/

### Plano útil:

Altura: 0.760 m  
 Trama: 64 x 64 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	6	Philips TBS331 3xTL-D18W HFP L1 (1.000)	4050	52.5
Total:			24300	315.0

Valor de eficiencia energética:  $8.80 \text{ W/m}^2 = 1.82 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $35.81 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Vestuario Femenino / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 24300 lm  
 Potencia total: 315.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	282	201	483	/	/
Suelo	201	175	376	67	80
Techo	0.00	233	233	80	59
Pared 1	94	224	318	68	69
Pared 2	72	198	271	68	59
Pared 3	94	198	292	68	63
Pared 4	74	210	284	68	62

Simetrías en el plano útil

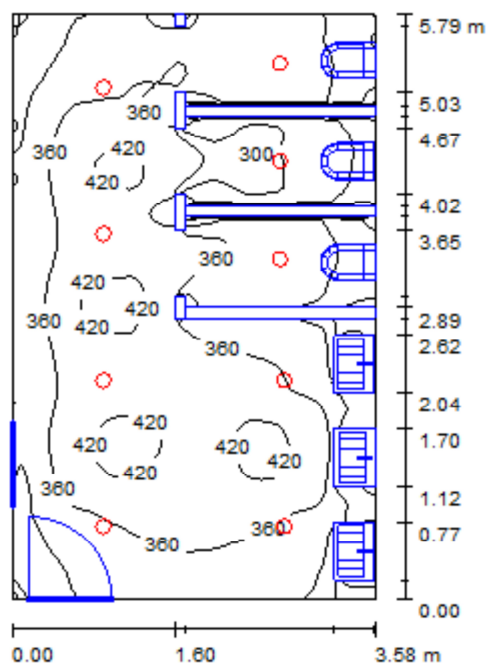
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.492 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.372 (1:3)

Valor de eficiencia energética:  $8.80 \text{ W/m}^2 = 1.82 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $35.81 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Aseo Chicas 2 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.634 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:75

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	346	178	443	0.516
Suelo	67	271	20	404	0.074
Techo	80	142	90	180	0.633
Paredes (4)	68	174	23	419	/

### Plano útil:

Altura: 0.760 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	9	Philips LuxSpace BBS481 1xDLED-3000 (1.000)	1100	18.4
Total:			9900	165.6

Valor de eficiencia energética:  $7.98 \text{ W/m}^2 = 2.31 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $20.74 \text{ m}^2$ )





Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Aseo Chicas 2 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 9900 lm  
 Potencia total: 165.6 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	221	125	346	/	/
Suelo	155	116	271	67	58
Techo	0.00	142	142	80	36
Pared 1	42	147	189	68	41
Pared 2	29	116	145	68	31
Pared 3	48	131	179	68	39
Pared 4	42	146	189	68	41

Simetrías en el plano útil

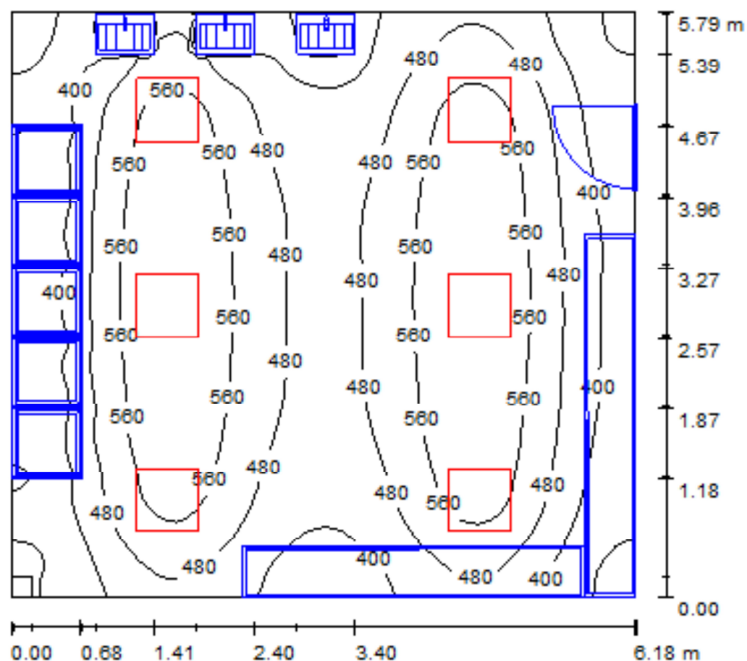
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.516 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.403 (1:2)

Valor de eficiencia energética:  $7.98 \text{ W/m}^2 = 2.31 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $20.74 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

**Vestuario Masculino / Resumen**



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.585 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:75

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	480	250	635	0.520
Suelo	67	368	8.89	524	0.024
Techo	80	229	106	286	0.460
Paredes (4)	68	289	33	476	/

**Plano útil:**

Altura: 0.760 m  
 Trama: 64 x 64 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	6	Philips TBS331 3xTL-D18W HFP L1 (1.000)	4050	52.5
Total:			24300	315.0

Valor de eficiencia energética: 8.80 W/m<sup>2</sup> = 1.83 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 35.81 m<sup>2</sup>)



Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Vestuario Masculino / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 24300 lm  
 Potencia total: 315.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	283	197	480	/	/
Suelo	201	167	368	67	78
Techo	0.00	229	229	80	58
Pared 1	95	191	285	68	62
Pared 2	72	203	276	68	60
Pared 3	94	219	313	68	68
Pared 4	75	205	280	68	61

Simetrías en el plano útil

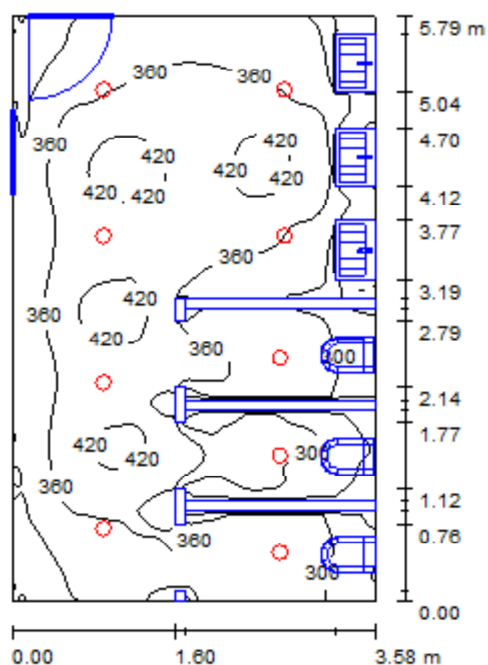
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.520 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.394 (1:3)

Valor de eficiencia energética:  $8.80 \text{ W/m}^2 = 1.83 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $35.81 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Aseo Chicos 2 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.634 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:75

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	348	180	445	0.518
Suelo	67	274	20	404	0.072
Techo	80	145	92	178	0.637
Paredes (4)	68	176	27	418	/

### Plano útil:

Altura: 0.760 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	9	Philips LuxSpace BBS481 1xDLED-3000 (1.000)	1100	18.4
Total:			9900	165.6

Valor de eficiencia energética:  $7.98 \text{ W/m}^2 = 2.29 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $20.74 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Aseo Chicos 2 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 9900 lm  
 Potencia total: 165.6 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	221	127	348	/	/
Suelo	155	118	274	67	58
Techo	0.00	145	145	80	37
Pared 1	48	132	180	68	39
Pared 2	29	122	150	68	33
Pared 3	42	150	192	68	42
Pared 4	42	148	191	68	41

Simetrías en el plano útil

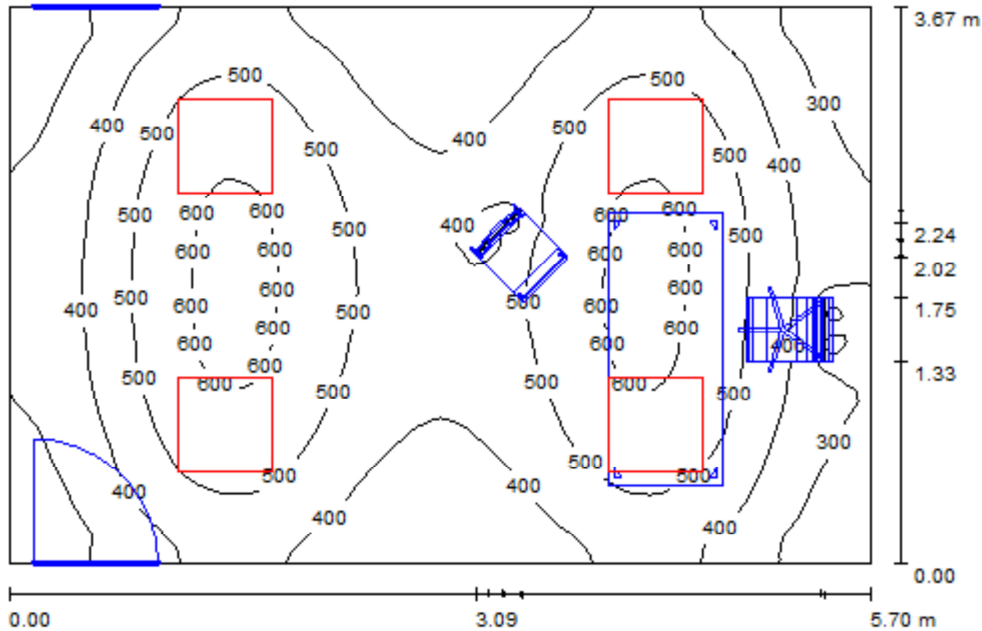
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.518 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.405 (1:2)

Valor de eficiencia energética:  $7.98 \text{ W/m}^2 = 2.29 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $20.74 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Médico / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.585 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:50

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	442	139	629	0.315
Suelo	18	319	56	457	0.176
Techo	80	79	53	103	0.672
Paredes (4)	50	207	80	435	/

**Plano útil:**

Altura: 0.760 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [m]	P [W]
1	4	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1 (1.000)	5400	69.5
Total:			21600	278.0

Valor de eficiencia energética:  $13.27 \text{ W/m}^2 = 3.01 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $20.94 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Médico / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 21600 lm  
 Potencia total: 278.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	354	87	442	/	/
Suelo	234	84	319	18	18
Techo	0.00	79	79	80	20
Pared 1	141	78	219	50	35
Pared 2	106	77	183	50	29
Pared 3	142	78	220	50	35
Pared 4	111	84	195	50	31

Simetrías en el plano útil

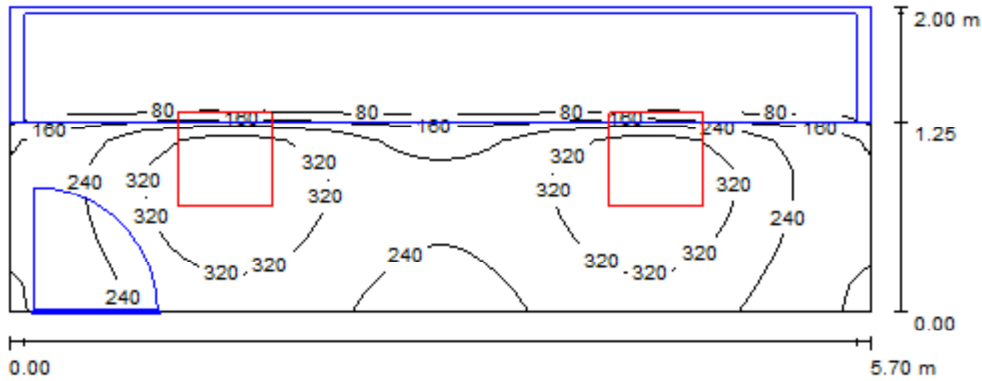
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.315 (1:3)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.221 (1:5)

Valor de eficiencia energética:  $13.27 \text{ W/m}^2 = 3.01 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $20.94 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

**Botiquín / Resumen**



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.585 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:50

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	191	22	393	0.112
Suelo	18	123	1.55	235	0.013
Techo	80	103	31	475	0.305
Paredes (4)	50	80	0.20	283	/

**Plano útil:**

Altura: 0.760 m  
 Trama: 64 x 32 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	2	Philips TBS331 3xTL-D18W HFP L1 (1.000)	4050	52.5
Total:			8100	105.0

Valor de eficiencia energética:  $9.21 \text{ W/m}^2 = 4.81 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $11.40 \text{ m}^2$ )





Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Botiquín / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 8100 lm  
 Potencia total: 105.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	139	52	191	/	/
Suelo	89	35	123	18	7.08
Techo	0.00	103	103	80	26
Pared 1	86	57	143	50	23
Pared 2	42	39	81	50	13
Pared 3	2.89	12	15	50	2.40
Pared 4	42	40	82	50	13

Simetrías en el plano útil

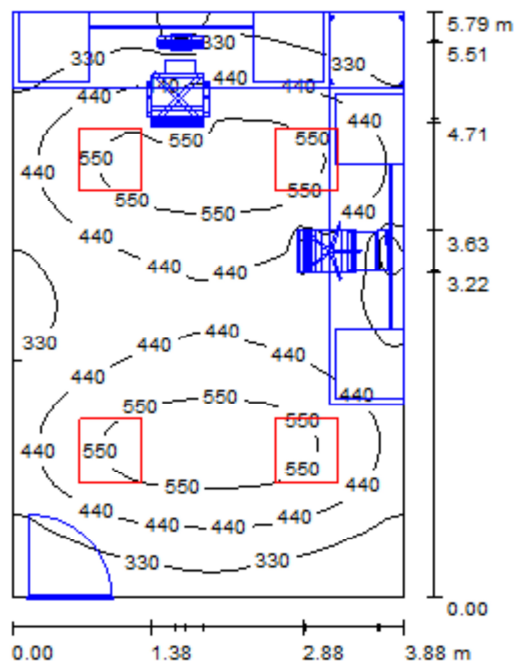
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.112 (1:9)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.055 (1:18)

Valor de eficiencia energética:  $9.21 \text{ W/m}^2 = 4.81 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $11.40 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Calidad / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.580 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:75

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	427	109	612	0.256
Suelo	18	284	6.13	446	0.022
Techo	80	91	60	135	0.653
Paredes (4)	50	186	11	433	/

### Plano útil:

Altura: 0.760 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	4	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1 (1.000)	5400	69.5
Total:			21600	278.0

Valor de eficiencia energética:  $12.37 \text{ W/m}^2 = 2.89 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $22.48 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Calidad / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 21600 lm  
 Potencia total: 278.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	337	90	427	/	/
Suelo	217	67	284	18	16
Techo	0.00	91	91	80	23
Pared 1	102	79	181	50	29
Pared 2	108	82	190	50	30
Pared 3	70	82	152	50	24
Pared 4	128	78	206	50	33

Simetrías en el plano útil

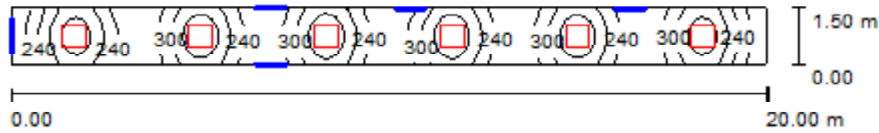
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.256 (1:4)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.179 (1:6)

Valor de eficiencia energética:  $12.37 \text{ W/m}^2 = 2.89 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $22.48 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Pasillo Acceso Personal / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.585 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:200

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	279	134	413	0.480
Suelo	18	212	129	255	0.606
Techo	80	63	44	110	0.691
Paredes (4)	50	154	61	448	/

### Plano útil:

Altura: 0.760 m  
 Trama: 128 x 16 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	6	Philips TBS331 3xTL-D18W HFP L1 (1.000)	4050	52.5
Total:			24300	315.0

Valor de eficiencia energética:  $10.50 \text{ W/m}^2 = 3.76 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $30.00 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Pasillo Acceso Personal / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 24300 lm  
 Potencia total: 315.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	206	73	279	/	/
Suelo	146	66	212	18	12
Techo	0.00	63	63	80	16
Pared 1	93	64	157	50	25
Pared 2	54	57	110	50	18
Pared 3	94	64	158	50	25
Pared 4	41	55	96	50	15

Simetrías en el plano útil

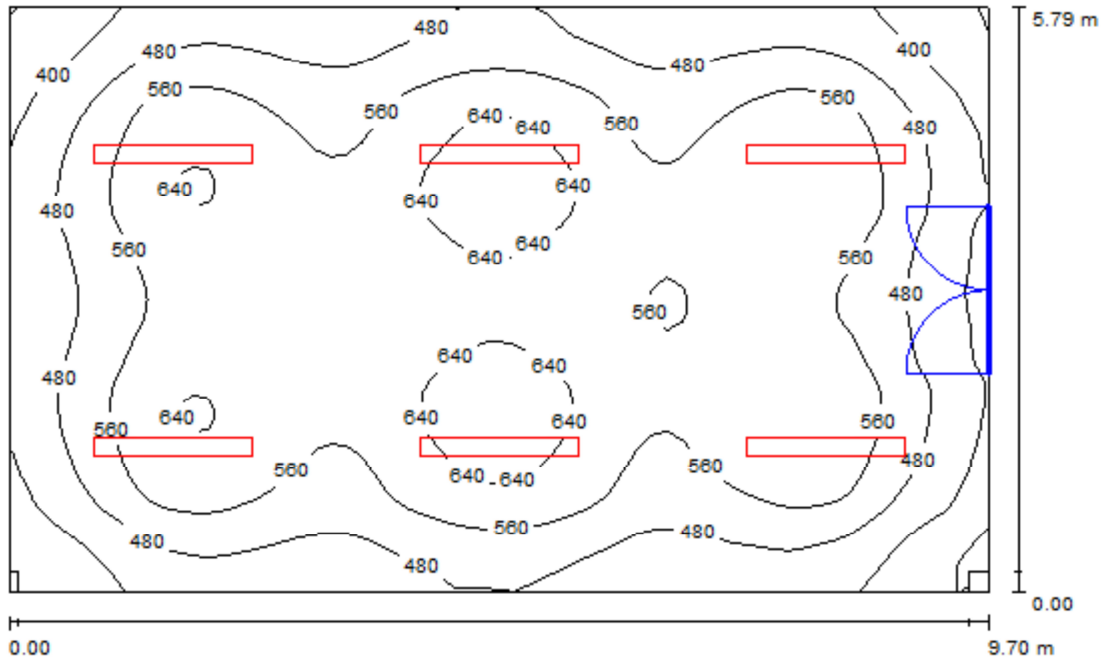
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.480 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.325 (1:3)

Valor de eficiencia energética:  $10.50 \text{ W/m}^2 = 3.76 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $30.00 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Sala de Calderas / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:75

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	537	293	686	0.546
Suelo	49	471	294	568	0.623
Techo	80	282	166	749	0.588
Paredes (4)	50	385	89	600	/

### Plano útil:

Altura: 0.760 m  
 Trama: 64 x 64 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	6	Mazda TCS097 2xTL-D58W HFP VP (1.000)	10400	110.0
Total:			62400	660.0

Valor de eficiencia energética:  $11.74 \text{ W/m}^2 = 2.19 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $56.20 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Sala de Calderas / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 62400 lm  
 Potencia total: 660.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	322	215	537	/	/
Suelo	264	208	471	49	74
Techo	78	203	282	80	72
Pared 1	215	198	413	50	66
Pared 2	129	188	317	50	51
Pared 3	216	207	423	50	67
Pared 4	138	207	345	50	55

Simetrías en el plano útil

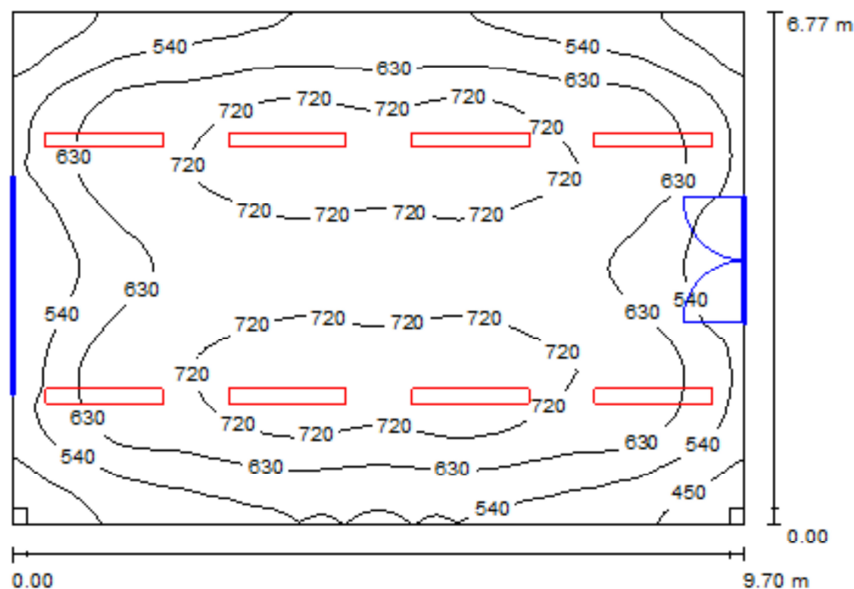
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.546 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.428 (1:2)

Valor de eficiencia energética:  $11.74 \text{ W/m}^2 = 2.19 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $56.20 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Sala de Compresores / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:100

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	635	378	792	0.596
Suelo	49	563	370	676	0.657
Techo	80	331	225	776	0.680
Paredes (4)	50	466	304	653	/

### Plano útil:

Altura: 0.760 m  
 Trama: 64 x 64 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	8	Mazda TCS097 2xTL-D58W HFP VP (1.000)	10400	110.0
Total:			83200	880.0

Valor de eficiencia energética:  $13.39 \text{ W/m}^2 = 2.11 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $65.70 \text{ m}^2$ )





Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Sala de Compresores / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 83200 lm  
 Potencia total: 880.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	382	253	635	/	/
Suelo	318	245	563	49	88
Techo	90	240	331	80	84
Pared 1	253	242	495	50	79
Pared 2	185	244	429	50	68
Pared 3	249	243	492	50	78
Pared 4	184	238	422	50	67

Simetrías en el plano útil

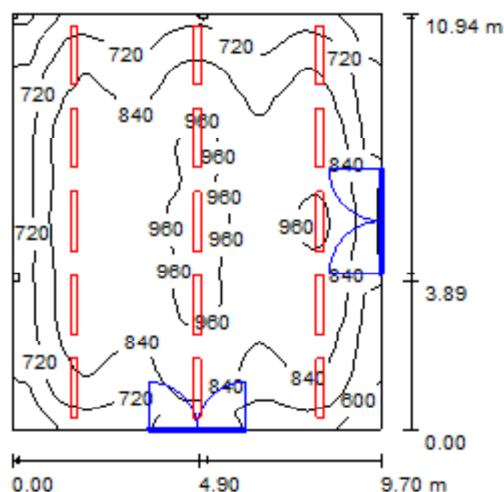
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.596 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.478 (1:2)

Valor de eficiencia energética:  $13.39 \text{ W/m}^2 = 2.11 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $65.70 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Prensa / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:200

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	825	451	1007	0.547
Suelo	49	753	463	908	0.615
Techo	80	433	284	862	0.656
Paredes (6)	50	599	170	923	/

### Plano útil:

Altura: 0.760 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	15	Mazda TCS097 2xTL-D58W HFP VP (1.000)	10400	110.0
Total:			156000	1650.0

Valor de eficiencia energética:  $15.55 \text{ W/m}^2 = 1.89 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $106.12 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por Judith Equiza  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail equiza.60579@e.unavarra.es

## Prensa / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 156000 lm  
 Potencia total: 1650.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	483	342	825	/	/
Suelo	417	336	753	49	117
Techo	105	328	433	80	110
Pared 1	235	327	562	50	89
Pared 2	322	321	644	50	102
Pared 3	227	338	565	50	90
Pared 3_1	233	307	539	50	86
Pared 4	0.00	170	170	50	27
Pared 4_1	318	311	629	50	100

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.547 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.448 (1:2)

Valor de eficiencia energética:  $15.55 \text{ W/m}^2 = 1.89 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $106.12 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Índice

<b>Planta Primera</b>	
Índice	1
Lista de luminarias	3
<b>Philips LuxSpace BBS481 1xDLED-3000</b>	
Hoja de datos de luminarias	4
<b>Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1</b>	
Hoja de datos de luminarias	5
<b>Philips TBS331 3xTL-D18W HFP L1</b>	
Hoja de datos de luminarias	6
<b>Director Gerente</b>	
Resumen	7
Resultados luminotécnicos	8
<b>Director Técnico</b>	
Resumen	9
Lista de luminarias	10
Resultados luminotécnicos	11
<b>Aseo Chicos 3</b>	
Resumen	12
Lista de luminarias	13
Resultados luminotécnicos	14
<b>Aseo Chicas 3</b>	
Resumen	15
Lista de luminarias	16
Resultados luminotécnicos	17
<b>Hall/Pasillo</b>	
Resumen	18
Lista de luminarias	19
Resultados luminotécnicos	20
<b>Sala de Espera</b>	
Resumen	21
Lista de luminarias	22
Resultados luminotécnicos	23
<b>Administración Comercial</b>	
Resumen	24
Lista de luminarias	25
Resultados luminotécnicos	26
<b>Sala de Juntas</b>	
Resumen	27
Lista de luminarias	28
Resultados luminotécnicos	29
<b>Director de Personal</b>	
Resumen	30
Lista de luminarias	31
Resultados luminotécnicos	32
<b>Sala de Informática</b>	
Resumen	33
Lista de luminarias	34
Resultados luminotécnicos	35
<b>Administración</b>	
Resumen	36
Lista de luminarias	37
Resultados luminotécnicos	38
<b>Director Comercial</b>	
Resumen	39



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Índice

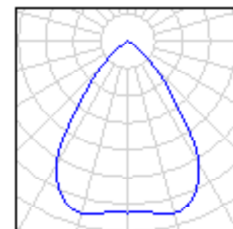
Lista de luminarias	40
Resultados luminotécnicos	41
<b>Sala de Reuniones</b>	
Resumen	42
Lista de luminarias	43
Resultados luminotécnicos	44
<b>Aseo Chicos 4</b>	
Resumen	45
Lista de luminarias	46
Resultados luminotécnicos	47
<b>Aseo Chicas 4</b>	
Resumen	48
Lista de luminarias	49
Resultados luminotécnicos	50



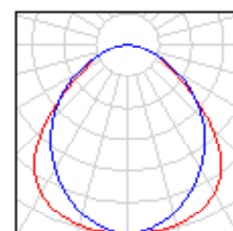
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Planta Primera / Lista de luminarias**

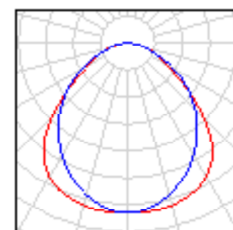
28 Pieza Philips LuxSpace BBS481 1xDLED-3000  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 1100 lm  
Potencia de las luminarias: 18.4 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 87 100 100 100 89  
Lámpara: 1 x DLED-3000 (Factor de corrección 1.000).



27 Pieza Philips TBS331 3xTL-D18W HFP L1  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 4050 lm  
Potencia de las luminarias: 52.5 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 55 86 97 100 72  
Lámpara: 3 x TL-D18W/840 (Factor de corrección 1.000).



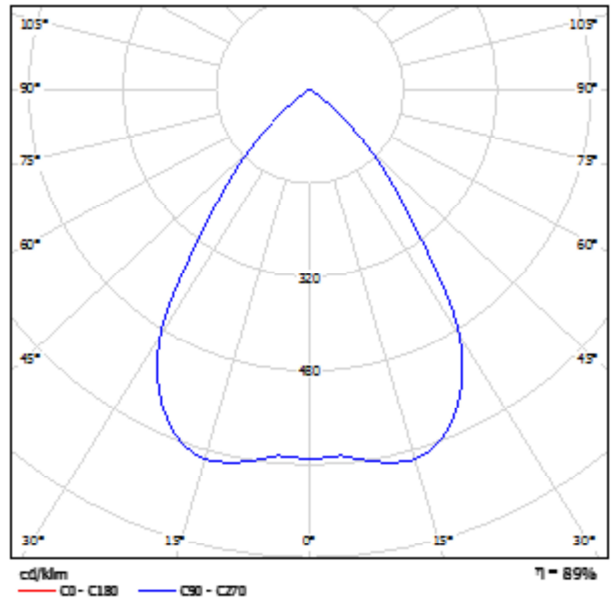
104 Pieza Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 7000 lm  
Potencia de las luminarias: 105.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 55 86 97 100 76  
Lámpara: 4 x TL5-24W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Philips LuxSpace BBS481 1xDLED-3000 / Hoja de datos de luminarias**

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 87 100 100 100 89

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR										
		70	70	90	90	30	70	70	90	90
a) Techo		70	70	90	90	30	70	70	90	90
b) Paredes		30	30	90	30	30	30	30	90	30
c) Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local	X	Y	Mirada en perpendicular al eje de lámpara				Mirada longitudinal al eje de lámpara			
2H	2H	18.8	19.4	18.9	19.5	19.8	18.8	19.4	18.9	19.5
	3H	18.5	19.2	18.5	19.4	19.5	18.5	19.2	18.5	19.4
	4H	18.4	19.0	18.7	19.3	19.8	18.4	19.0	18.7	19.3
	8H	18.3	18.9	18.6	19.2	19.8	18.3	18.9	18.6	19.2
4H	2H	18.4	19.1	18.7	19.3	19.8	18.4	19.1	18.7	19.3
	3H	18.3	18.8	18.6	19.1	19.4	18.3	18.8	18.6	19.1
	4H	18.2	18.7	18.6	19.0	19.3	18.2	18.7	18.6	19.0
	8H	18.1	18.5	18.5	18.9	19.3	18.1	18.5	18.5	18.9
8H	2H	18.1	18.4	18.5	18.8	19.2	18.1	18.4	18.5	18.8
	3H	18.0	18.3	18.5	18.8	19.2	18.0	18.3	18.5	18.8
	4H	18.0	18.2	18.4	18.6	19.1	18.0	18.2	18.4	18.6
	1.2H	17.9	18.1	18.4	18.6	19.1	17.9	18.1	18.4	18.6
1.2H	2H	18.0	18.4	18.5	18.8	19.2	18.0	18.4	18.5	18.8
	3H	18.0	18.2	18.4	18.6	19.1	18.0	18.2	18.4	18.6
	4H	18.0	18.2	18.4	18.6	19.1	18.0	18.2	18.4	18.6
	8H	17.9	18.1	18.4	18.6	19.1	17.9	18.1	18.4	18.6
Variedad de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias										
S = 1.0H		+3.2 / -9.3				+3.2 / -9.3				
S = 1.5H		-6.8 / -16.5				-6.8 / -16.5				
S = 2.0H		-7.5 / -17.5				-7.5 / -17.5				
Tabla estándar		8000				8000				
Sumando de corrección		+0.4				+0.4				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1100lm Flujo luminoso total										

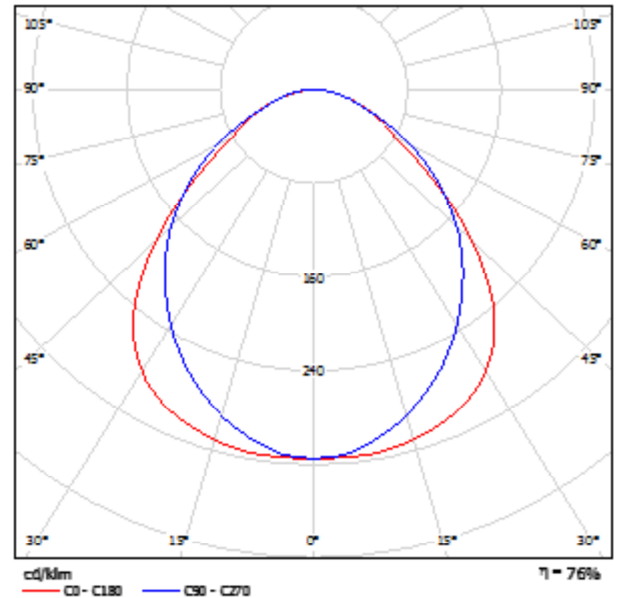
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1 / Hoja de datos de luminarias**

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 55 86 97 100 76



Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
		70	70	50	30	30	70	70	50	30	30
α Techo		70	70	50	30	30	70	70	50	30	30
α Paredes		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
α Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local	X	Y	Mirada en perpendicular al eje de lámpara				Mirada longitudinal al eje de lámpara				
2H	2H	17.1	18.4	17.4	18.8	18.8	17.8	18.9	17.9	19.1	19.3
	3H	18.1	19.2	18.4	19.4	19.7	18.8	19.7	18.9	19.9	20.2
	4H	18.5	19.5	18.8	19.8	20.1	18.9	19.9	19.2	20.2	20.5
	8H	18.8	19.7	19.1	20.0	20.3	19.2	20.1	19.8	20.4	20.7
	12H	18.9	19.8	19.2	20.1	20.4	19.3	20.2	19.8	20.5	20.8
4H	2H	17.8	18.8	17.9	18.9	19.2	18.0	19.0	18.4	19.3	19.6
	3H	18.7	19.6	19.1	19.9	20.3	19.1	20.0	19.5	20.3	20.6
	4H	19.3	20.0	19.7	20.4	20.7	19.6	20.3	20.0	20.7	21.1
	8H	19.7	20.3	20.1	20.7	21.1	20.0	20.8	20.4	21.0	21.4
	12H	19.8	20.4	20.3	20.8	21.2	20.1	20.7	20.6	21.1	21.5
8H	2H	19.9	20.5	20.4	20.9	21.3	20.2	20.8	20.7	21.2	21.6
	3H	20.0	20.5	20.5	20.9	21.4	20.3	20.7	20.7	21.2	21.6
	4H	20.2	20.6	20.7	21.1	21.6	20.5	20.9	20.9	21.3	21.8
	8H	20.4	20.7	20.8	21.2	21.7	20.6	21.0	21.1	21.5	22.0
	12H	20.5	20.8	20.9	21.3	21.8	20.7	21.1	21.2	21.6	22.1
Variedad de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.3 / -0.3				+0.2 / -0.3					
S = 1.5H		+0.5 / -0.9				+0.4 / -0.7					
S = 2.0H		+1.0 / -1.2				+0.8 / -1.2					
Tabla estándar		B/C04				B/C04					
Sumando de corrección		1.5				1.9					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 700lm Flujo luminoso total											



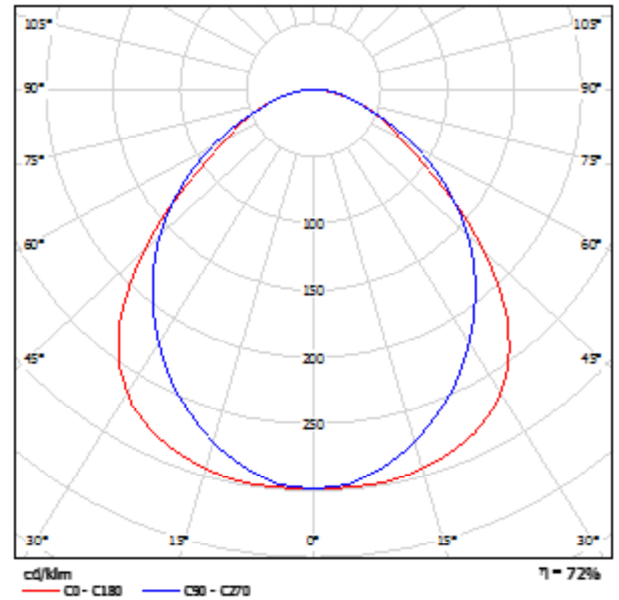
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Philips TBS331 3xTL-D18W HFP L1 / Hoja de datos de luminarias**

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 55 86 97 100 72

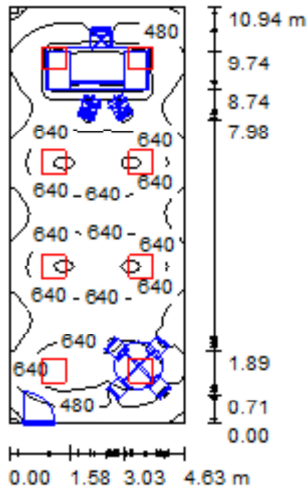


Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
		70	70	90	90	30	70	70	90	90	30
α Techo		70	70	90	90	30	70	70	90	90	30
α Paredes		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
α Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara				Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	18.1	18.3	18.3	18.3	18.7	18.8	18.8	18.8	17.0	17.2
	3H	18.0	17.1	18.3	17.4	17.8	18.5	17.8	18.8	17.8	18.1
	4H	18.4	17.4	18.7	17.7	18.0	18.8	17.8	17.1	18.1	18.4
	8H	18.7	17.7	17.1	17.9	18.3	17.1	18.0	17.4	18.3	18.8
	12H	18.8	17.7	17.2	18.0	18.3	17.2	18.1	17.8	18.4	18.7
4H	2H	18.5	18.8	18.9	18.8	17.1	18.9	17.0	18.3	17.2	17.5
	3H	18.7	17.8	17.0	17.8	18.2	17.0	17.9	17.4	18.2	18.5
	4H	17.2	18.0	17.8	18.3	18.7	17.8	18.3	17.9	18.8	19.0
	8H	17.8	18.3	18.0	18.8	19.0	17.9	18.8	18.3	18.9	19.3
	12H	17.7	18.3	18.2	18.7	19.1	18.0	18.8	18.9	19.0	19.4
8H	2H	17.8	18.4	18.3	18.8	19.2	18.1	18.7	18.8	19.1	19.5
	3H	17.4	18.0	17.8	18.4	18.8	17.7	18.3	18.1	18.7	19.1
	4H	17.9	18.4	18.4	18.8	19.3	18.2	18.7	18.8	19.1	19.5
	8H	18.1	18.9	18.8	19.0	19.5	18.4	18.9	18.9	19.3	19.7
	12H	18.3	18.8	18.8	19.1	19.8	18.5	18.9	19.0	19.4	19.9
12H	4H	17.4	17.9	17.8	18.3	18.8	17.7	18.2	18.1	18.8	19.1
	8H	17.9	18.4	18.4	18.8	19.3	18.2	18.8	18.7	19.1	19.6
	8H	18.2	18.8	18.7	19.0	19.5	18.4	18.9	18.9	19.3	19.8
Variedad de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.3 / -0.3				+0.2 / -0.3					
S = 1.5H		+0.5 / -0.9				+0.4 / -0.7					
S = 2.0H		+1.0 / -1.2				+0.8 / -1.2					
Tabla estándar		B/C04				B/C04					
Sumando de corrección		+0.8				+0.4					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 400lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Director Gerente / Resumen**



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.585 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:200

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	563	52	816	0.093
Suelo	18	435	24	665	0.054
Techo	80	108	83	149	0.767
Paredes (6)	50	264	60	440	/

**Plano útil:**

Altura: 0.760 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	8	Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1 (1.000)	7000	105.0
Total:			56000	840.0

Valor de eficiencia energética:  $16.57 \text{ W/m}^2 = 2.94 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $50.70 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Director Gerente / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 56000 lm  
Potencia total: 840.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	462	101	563	/	/
Suelo	337	98	435	18	25
Techo	0.00	108	108	80	28
Pared 1	0.00	92	92	50	15
Pared 1_1	151	94	245	50	39
Pared 2	175	98	273	50	43
Pared 3	143	89	232	50	37
Pared 4	0.00	75	75	50	12
Pared 4_1	177	99	276	50	44

Simetrías en el plano útil

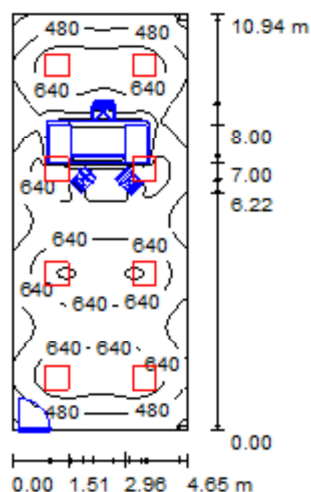
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.093 (1:11)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.064 (1:16)

Valor de eficiencia energética:  $16.57 \text{ W/m}^2 = 2.94 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $50.70 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Director Técnico / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.585 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:200

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	568	37	814	0.064
Suelo	18	461	30	661	0.065
Techo	80	108	84	146	0.782
Paredes (5)	50	268	65	443	/

### Plano útil:

Altura: 0.760 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	8	Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1 (1.000)	7000	105.0
Total:			56000	840.0

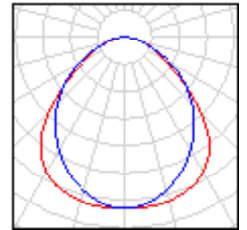
Valor de eficiencia energética:  $16.53 \text{ W/m}^2 = 2.91 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $50.83 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Director Técnico / Lista de luminarias

8 Pieza      Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 7000 lm  
Potencia de las luminarias: 105.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 55 86 97 100 76  
Lámpara: 4 x TL5-24W/840 (Factor de corrección  
1.000).



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Director Técnico / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 56000 lm  
Potencia total: 840.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	467	102	568	/	/
Suelo	358	103	461	18	26
Techo	0.00	108	108	80	27
Pared 1	175	100	276	50	44
Pared 2	155	100	255	50	41
Pared 3	175	96	271	50	43
Pared 4	0.00	86	86	50	14
Pared 4_1	156	97	253	50	40

Simetrías en el plano útil

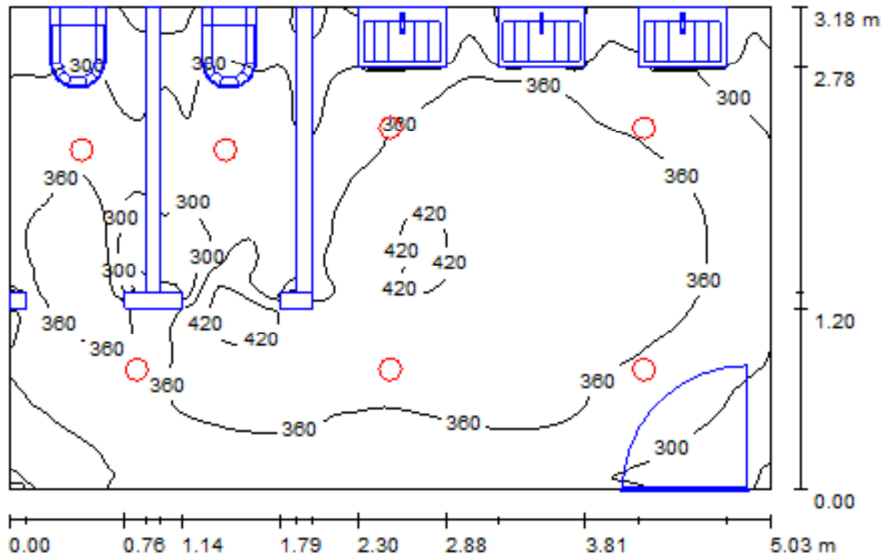
$E_{\min} / E_m$ : 0.064 (1:16)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.045 (1:22)

Valor de eficiencia energética:  $16.53 \text{ W/m}^2 = 2.91 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $50.83 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Aseo Chicos 3 / Resumen**



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.634 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:50

Superficie	ρ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	345	180	439	0.523
Suelo	67	278	63	393	0.228
Techo	80	146	107	171	0.735
Paredes (4)	68	180	30	428	/

**Plano útil:**

Altura: 0.760 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	7	Philips LuxSpace BBS481 1xDLED-3000 (1.000)	1100	18.4
Total:			7700	128.8

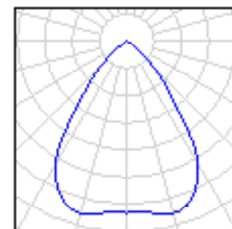
Valor de eficiencia energética:  $8.05 \text{ W/m}^2 = 2.34 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $16.00 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Aseo Chicos 3 / Lista de luminarias

7 Pieza      Philips LuxSpace BBS481 1xDLED-3000  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 1100 lm  
Potencia de las luminarias: 18.4 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 87 100 100 100 89  
Lámpara: 1 x DLED-3000 (Factor de corrección  
1.000).





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Aseo Chicos 3 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 7700 lm  
Potencia total: 128.8 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	215	129	345	/	/
Suelo	149	129	278	67	59
Techo	0.00	146	146	80	37
Pared 1	43	149	192	68	41
Pared 2	41	148	189	68	41
Pared 3	31	132	163	68	35
Pared 4	49	132	180	68	39

Simetrías en el plano útil

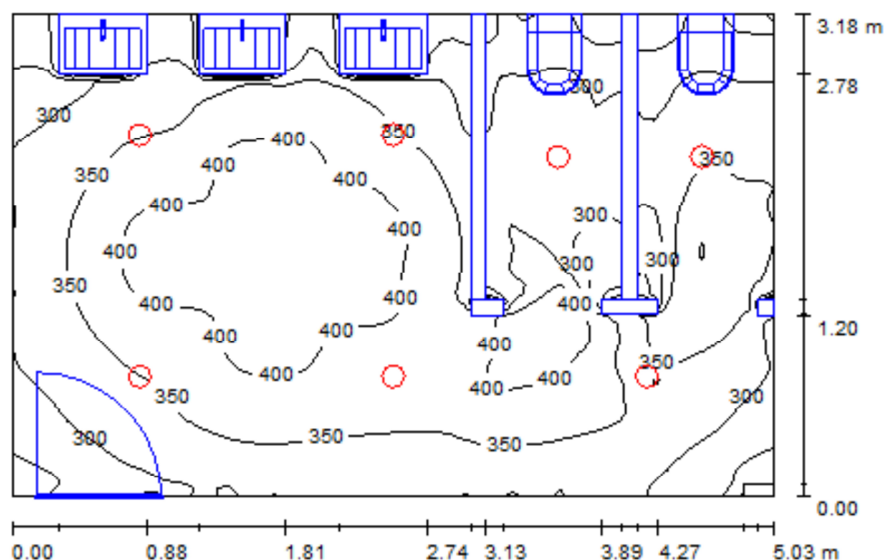
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.523 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.410 (1:2)

Valor de eficiencia energética:  $8.05 \text{ W/m}^2 = 2.34 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $16.00 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Aseo Chicas 3 / Resumen**



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.634 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:50

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	344	194	441	0.563
Suelo	67	277	67	392	0.243
Techo	80	145	107	170	0.741
Paredes (5)	68	178	32	426	/

**Plano útil:**

Altura: 0.760 m  
Trama: 64 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	7	Philips LuxSpace BBS481 1xDLED-3000 (1.000)	1100	18.4
Total:			7700	128.8

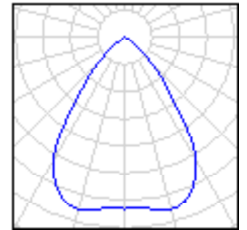
Valor de eficiencia energética:  $8.05 \text{ W/m}^2 = 2.34 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $16.00 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Aseo Chicas 3 / Lista de luminarias

7 Pieza      Philips LuxSpace BBS481 1xDLED-3000  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 1100 lm  
Potencia de las luminarias: 18.4 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 87 100 100 100 89  
Lámpara: 1 x DLED-3000 (Factor de corrección  
1.000).



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Aseo Chicas 3 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 7700 lm  
Potencia total: 128.8 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	216	128	344	/	/
Suelo	149	127	277	67	59
Techo	0.00	145	145	80	37
Pared 1	31	131	162	68	35
Pared 2	41	147	188	68	41
Pared 3	43	148	191	68	41
Pared 3_1	0.00	82	82	68	18
Pared 4	48	126	174	68	38

Simetrías en el plano útil

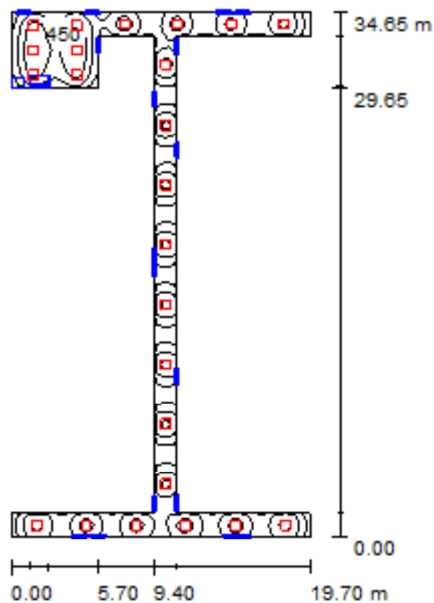
$E_{\min} / E_m$ : 0.563 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.439 (1:2)

Valor de eficiencia energética:  $8.05 \text{ W/m}^2 = 2.34 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $16.00 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Hall/Pasillo / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.585 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:500

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	297	120	548	0.404
Suelo	18	235	18	434	0.076
Techo	80	62	37	157	0.596
Paredes (14)	50	149	34	475	/

**Plano útil:**

Altura: 0.760 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [m]	P [W]
1	24	Philips TBS331 3xTL-D18W HFP L1 (1.000)	4050	52.5
Total:			97200	1260.0

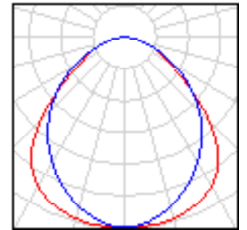
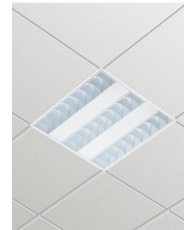
Valor de eficiencia energética:  $9.96 \text{ W/m}^2 = 3.36 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $126.52 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Hall/Pasillo / Lista de luminarias

24 Pieza Philips TBS331 3xTL-D18W HFP L1  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 4050 lm  
Potencia de las luminarias: 52.5 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 55 86 97 100 72  
Lámpara: 3 x TL-D18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Hall/Pasillo / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 97200 lm  
Potencia total: 1260.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	229	68	297	/	/
Suelo	170	64	235	18	13
Techo	0.00	62	62	80	16
Pared 1	117	64	182	50	29
Pared 2	105	71	176	50	28
Pared 3	85	67	152	50	24
Pared 4	82	56	138	50	22
Pared 5	92	65	157	50	25
Pared 6	55	55	111	50	18
Pared 7	90	60	150	50	24
Pared 8	55	58	113	50	18
Pared 9	94	67	161	50	26
Pared 10	80	57	137	50	22
Pared 11	86	64	149	50	24
Pared 12	49	54	103	50	16
Pared 13	100	60	161	50	26
Pared 14	106	68	175	50	28

Simetrías en el plano útil

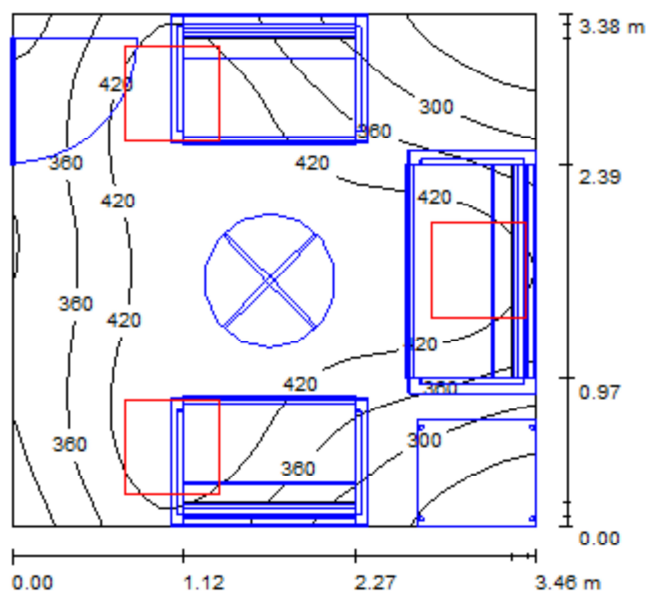
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.404 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.218 (1:5)

Valor de eficiencia energética:  $9.96 \text{ W/m}^2 = 3.36 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $126.52 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Sala de Espera / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.585 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:50

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	383	187	481	0.488
Suelo	18	162	9.57	339	0.059
Techo	80	82	26	236	0.325
Paredes (4)	50	189	9.11	1537	/

**Plano útil:**

Altura: 0.760 m  
Trama: 32 x 32 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	3	Philips TBS331 3xTL-D18W HFP L1 (1.000)	4050	52.5
Total:			12150	157.5

Valor de eficiencia energética:  $13.47 \text{ W/m}^2 = 3.52 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $11.69 \text{ m}^2$ )

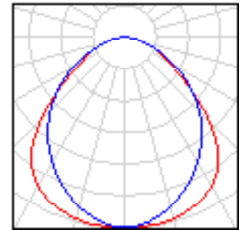




Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Sala de Espera / Lista de luminarias

3 Pieza  
Philips TBS331 3xTL-D18W HFP L1  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 4050 lm  
Potencia de las luminarias: 52.5 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 55 86 97 100 72  
Lámpara: 3 x TL-D18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Sala de Espera / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 12150 lm  
Potencia total: 157.5 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	290	93	383	/	/
Suelo	115	47	162	18	9.31
Techo	0.00	82	82	80	21
Pared 1	121	67	188	50	30
Pared 2	129	60	189	50	30
Pared 3	123	67	190	50	30
Pared 4	109	81	189	50	30

Simetrías en el plano útil

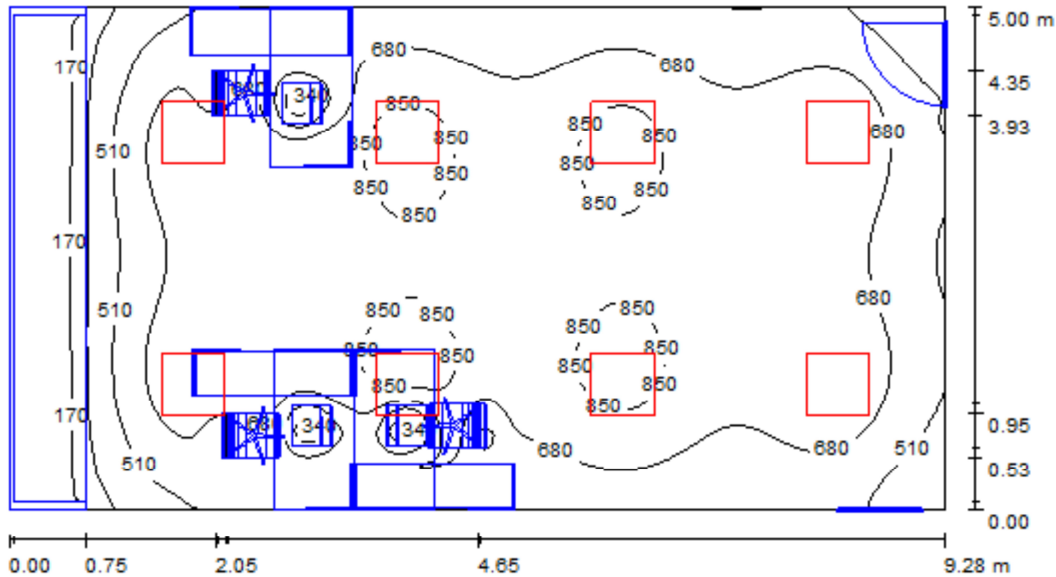
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.488 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.389 (1:3)

Valor de eficiencia energética:  $13.47 \text{ W/m}^2 = 3.52 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $11.69 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Administración Comercial / Resumen**



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.585 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:75

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	652	80	912	0.122
Suelo	18	478	13	764	0.028
Techo	80	126	51	231	0.406
Paredes (4)	50	238	5.97	529	/

**Plano útil:**

Altura: 0.760 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	8	Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1 (1.000)	7000	105.0
Total:			56000	840.0

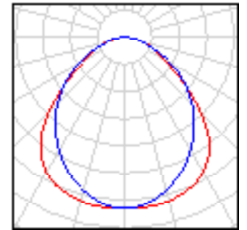
Valor de eficiencia energética:  $18.11 \text{ W/m}^2 = 2.78 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $46.38 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Administración Comercial / Lista de luminarias

8 Pieza      Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 7000 lm  
Potencia de las luminarias: 105.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 55 86 97 100 76  
Lámpara: 4 x TL5-24W/840 (Factor de corrección  
1.000).



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Administración Comercial / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 56000 lm  
Potencia total: 840.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	532	120	652	/	/
Suelo	378	101	478	18	27
Techo	0.00	126	126	80	32
Pared 1	163	112	275	50	44
Pared 2	198	116	314	50	50
Pared 3	173	108	280	50	45
Pared 4	1.58	15	17	50	2.66

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.122 (1:8)

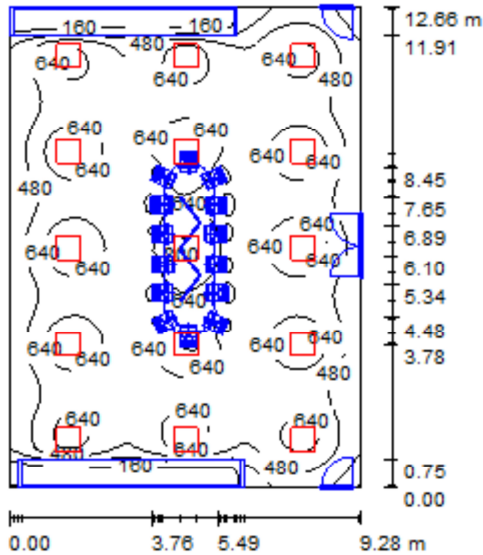
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.087 (1:11)

Valor de eficiencia energética:  $18.11 \text{ W/m}^2 = 2.78 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $46.38 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Sala de Juntas / Resumen**



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.634 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:200

Superficie	ρ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	529	42	823	0.079
Suelo	18	432	21	598	0.049
Techo	80	126	74	276	0.587
Paredes (5)	50	171	7.62	351	/

**Plano útil:**

Altura: 0.760 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	15	Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1 (1.000)	7000	105.0
Total:			105000	1575.0

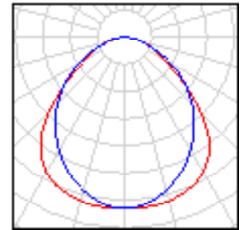
Valor de eficiencia energética:  $13.40 \text{ W/m}^2 = 2.53 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $117.51 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Sala de Juntas / Lista de luminarias

15 Pieza Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 7000 lm  
Potencia de las luminarias: 105.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 55 86 97 100 76  
Lámpara: 4 x TL5-24W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Sala de Juntas / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 105000 lm  
Potencia total: 1575.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	427	102	529	/	/
Suelo	339	93	432	18	25
Techo	0.00	126	126	80	32
Pared 1	44	46	90	50	14
Pared 1_1	0.00	77	77	50	12
Pared 2	141	92	233	50	37
Pared 3	44	45	88	50	14
Pared 4	137	90	227	50	36

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_m$ : 0.079 (1:13)

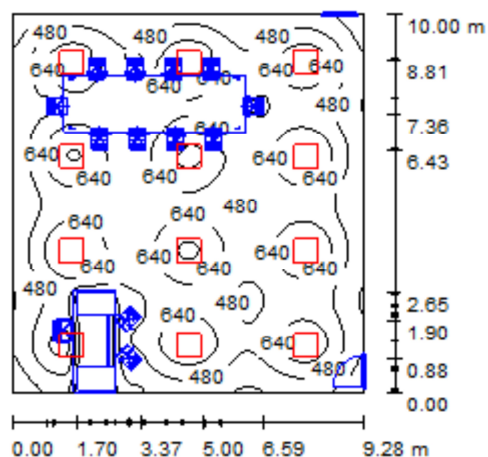
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.051 (1:20)

Valor de eficiencia energética:  $13.40 \text{ W/m}^2 = 2.53 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $117.51 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Director de Personal / Resumen**



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.634 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:200

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	543	48	846	0.088
Suelo	18	416	18	612	0.043
Techo	70	130	86	225	0.659
Paredes (4)	50	243	39	452	/

**Plano útil:**

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

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	12	Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1 (1.000)	7000	105.0
Total:			84000	1260.0

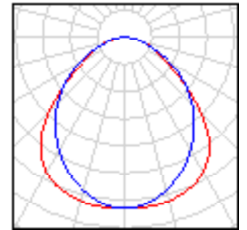
Valor de eficiencia energética:  $13.58 \text{ W/m}^2 = 2.50 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $92.80 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Director de Personal / Lista de luminarias

12 Pieza Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 7000 lm  
Potencia de las luminarias: 105.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 55 86 97 100 76  
Lámpara: 4 x TL5-24W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Director de Personal / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 84000 lm  
Potencia total: 1260.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	446	97	543	/	/
Suelo	324	93	416	18	24
Techo	0.00	130	130	70	29
Pared 1	142	94	236	50	38
Pared 2	144	93	237	50	38
Pared 3	152	107	258	50	41
Pared 4	142	101	243	50	39

Simetrías en el plano útil

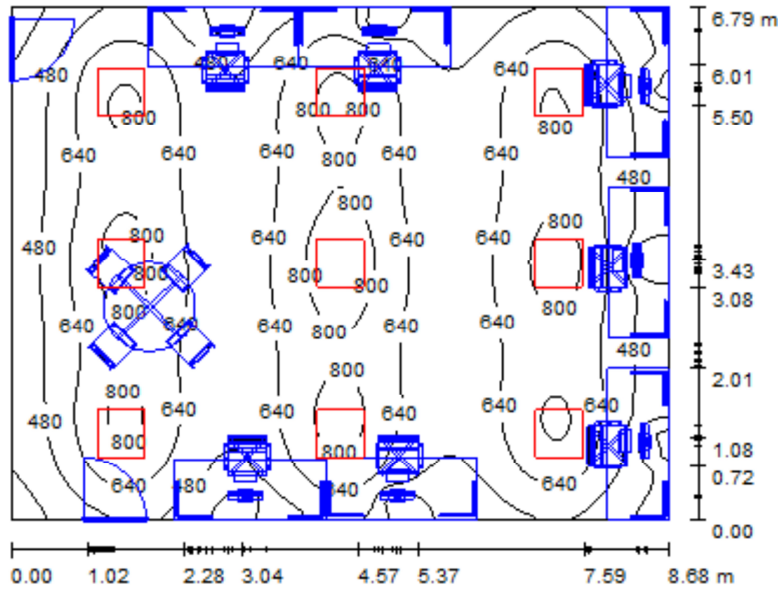
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.088 (1:11)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.057 (1:18)

Valor de eficiencia energética:  $13.58 \text{ W/m}^2 = 2.50 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $92.80 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

Sala de Informática / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.585 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:100

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	603	121	899	0.200
Suelo	18	432	52	687	0.121
Techo	70	119	81	167	0.678
Paredes (4)	50	233	31	496	/

**Plano útil:**

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

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	9	Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1 (1.000)	7000	105.0
Total:			63000	945.0

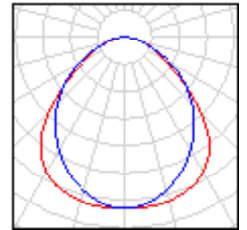
Valor de eficiencia energética: 16.03 W/m<sup>2</sup> = 2.66 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 58.94 m<sup>2</sup>)



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Sala de Informática / Lista de luminarias

9 Pieza  
Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 7000 lm  
Potencia de las luminarias: 105.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 55 86 97 100 76  
Lámpara: 4 x TL5-24W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Sala de Informática / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 63000 lm  
Potencia total: 945.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	506	97	603	/	/
Suelo	353	79	432	18	25
Techo	0.00	119	119	70	27
Pared 1	138	97	235	50	37
Pared 2	105	96	200	50	32
Pared 3	143	96	239	50	38
Pared 4	156	100	256	50	41

Simetrías en el plano útil

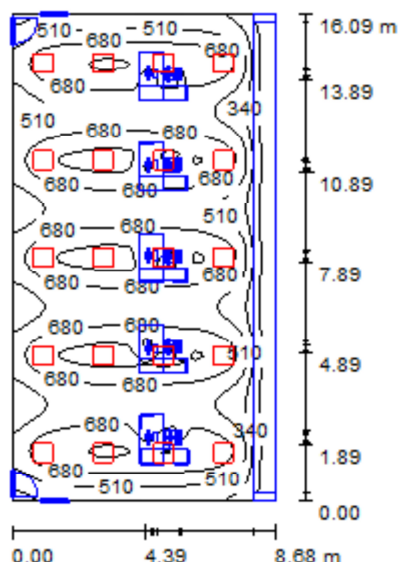
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.200 (1:5)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.134 (1:7)

Valor de eficiencia energética:  $16.03 \text{ W/m}^2 = 2.66 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $58.94 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Administración / Resumen**



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.634 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:250

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	605	108	919	0.178
Suelo	18	476	13	745	0.027
Techo	80	123	54	168	0.444
Paredes (4)	50	191	6.88	542	/

**Plano útil:**

Altura: 0.760 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	20	Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1 (1.000)	7000	105.0
Total:			140000	2100.0

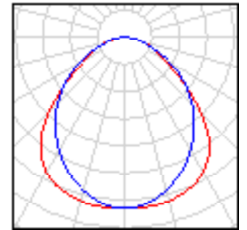
Valor de eficiencia energética:  $15.04 \text{ W/m}^2 = 2.48 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $139.66 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Administración / Lista de luminarias

20 Pieza Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 7000 lm  
Potencia de las luminarias: 105.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 55 86 97 100 76  
Lámpara: 4 x TL5-24W/840 (Factor de corrección 1.000).





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Administración / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 140000 lm  
Potencia total: 2100.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	498	108	605	/	/
Suelo	384	93	476	18	27
Techo	0.00	123	123	80	31
Pared 1	148	93	241	50	38
Pared 2	2.25	17	20	50	3.13
Pared 3	148	97	244	50	39
Pared 4	203	105	307	50	49

Simetrías en el plano útil

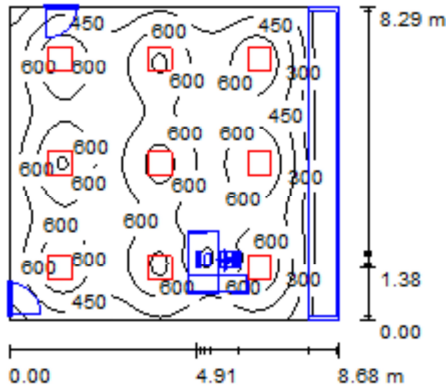
$E_{\min} / E_m$ : 0.178 (1:6)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.117 (1:9)

Valor de eficiencia energética:  $15.04 \text{ W/m}^2 = 2.48 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $139.66 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Director Comercial / Resumen**



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.585 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:200

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	512	66	804	0.129
Suelo	18	427	7.98	621	0.019
Techo	80	92	42	126	0.457
Paredes (4)	50	170	3.24	350	/

**Plano útil:**

Altura: 0.760 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	9	Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1 (1.000)	7000	105.0
Total:			63000	945.0

Valor de eficiencia energética:  $13.14 \text{ W/m}^2 = 2.57 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $71.92 \text{ m}^2$ )

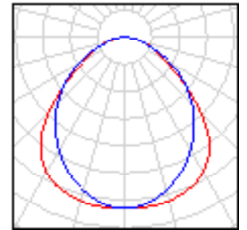


Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Director Comercial / Lista de luminarias

9 Pieza

Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 7000 lm  
Potencia de las luminarias: 105.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 55 86 97 100 76  
Lámpara: 4 x TL5-24W/840 (Factor de corrección  
1.000).



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Director Comercial / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 63000 lm  
Potencia total: 945.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	426	86	512	/	/
Suelo	347	80	427	18	24
Techo	0.00	92	92	80	23
Pared 1	135	80	215	50	34
Pared 2	1.12	9.58	11	50	1.70
Pared 3	133	78	211	50	34
Pared 4	152	87	239	50	38

Simetrías en el plano útil

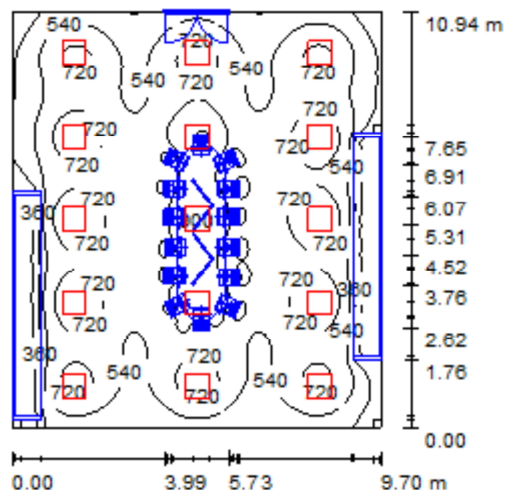
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.129 (1:8)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.082 (1:12)

Valor de eficiencia energética:  $13.14 \text{ W/m}^2 = 2.57 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $71.92 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Sala de Reuniones / Resumen**



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.585 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:200

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	586	46	911	0.079
Suelo	18	463	21	650	0.045
Techo	80	129	55	261	0.427
Paredes (5)	50	184	7.63	468	/

**Plano útil:**

Altura: 0.760 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	15	Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1 (1.000)	7000	105.0
Total:			105000	1575.0

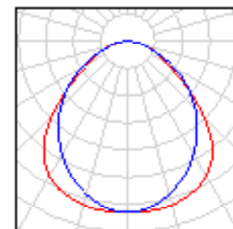
Valor de eficiencia energética:  $14.84 \text{ W/m}^2 = 2.53 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $106.12 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Sala de Reuniones / Lista de luminarias

15 Pieza    Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 7000 lm  
Potencia de las luminarias: 105.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 55 86 97 100 76  
Lámpara: 4 x TL5-24W/840 (Factor de corrección  
1.000).



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Sala de Reuniones / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 105000 lm  
Potencia total: 1575.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	473	114	586	/	/
Suelo	361	101	463	18	27
Techo	0.00	129	129	80	33
Pared 1	167	97	265	50	42
Pared 2	24	38	62	50	9.93
Pared 2_1	131	105	236	50	38
Pared 3	160	99	259	50	41
Pared 4	61	56	117	50	19

Simetrías en el plano útil

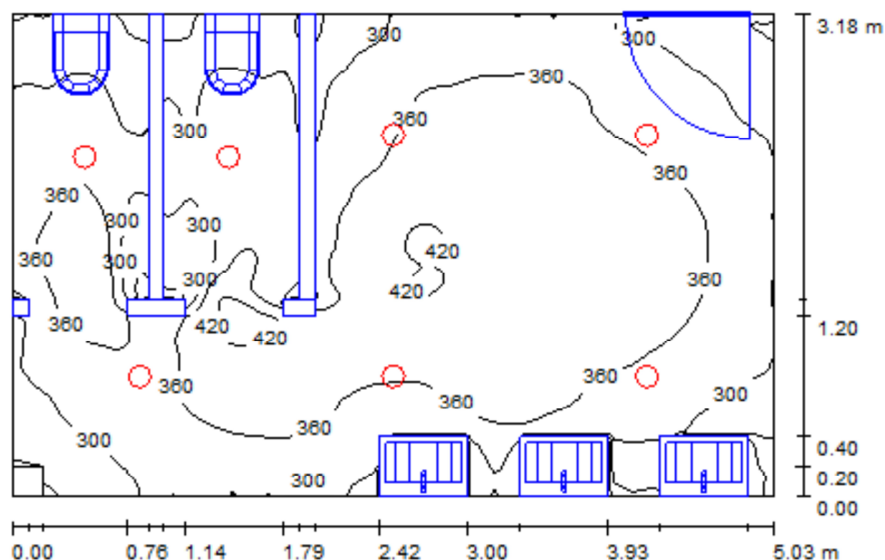
$E_{\min} / E_m$ : 0.079 (1:13)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.051 (1:20)

Valor de eficiencia energética:  $14.84 \text{ W/m}^2 = 2.53 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $106.12 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Aseo Chicos 4 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.634 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:50

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	342	169	443	0.493
Suelo	67	276	61	391	0.221
Techo	80	143	105	167	0.736
Paredes (4)	68	174	29	423	/

**Plano útil:**

Altura: 0.760 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	7	Philips LuxSpace BBS481 1xDLED-3000 (1.000)	1100	18.4
Total:			7700	128.8

Valor de eficiencia energética:  $8.05 \text{ W/m}^2 = 2.35 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $16.00 \text{ m}^2$ )

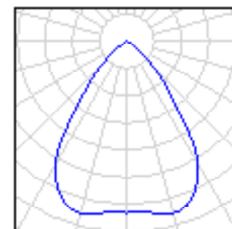




Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Aseo Chicos 4 / Lista de luminarias

7 Pieza      Philips LuxSpace BBS481 1xDLED-3000  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 1100 lm  
Potencia de las luminarias: 18.4 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 87 100 100 100 89  
Lámpara: 1 x DLED-3000 (Factor de corrección  
1.000).



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Aseo Chicos 4 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 7700 lm  
Potencia total: 128.8 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	216	126	342	/	/
Suelo	149	126	276	67	59
Techo	0.00	143	143	80	36
Pared 1	37	139	176	68	38
Pared 2	41	146	187	68	40
Pared 3	35	132	168	68	36
Pared 4	47	120	168	68	36

Simetrías en el plano útil

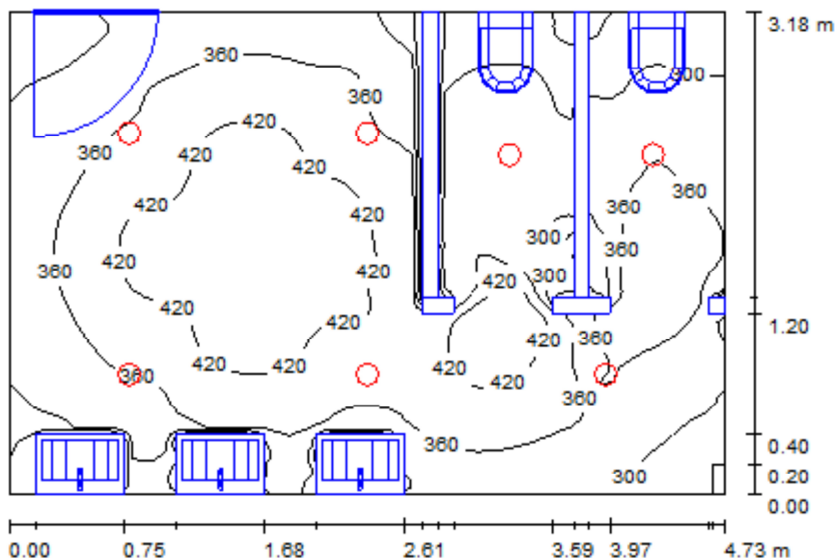
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.493 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.381 (1:3)

Valor de eficiencia energética:  $8.05 \text{ W/m}^2 = 2.35 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $16.00 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Aseo Chicas 4 / Resumen**



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.634 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:50

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	359	208	463	0.579
Suelo	67	285	44	408	0.156
Techo	80	150	110	180	0.733
Paredes (5)	68	184	34	431	/

**Plano útil:**

Altura: 0.760 m  
Trama: 64 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	7	Philips LuxSpace BBS481 1xDLED-3000 (1.000)	1100	18.4
Total:			7700	128.8

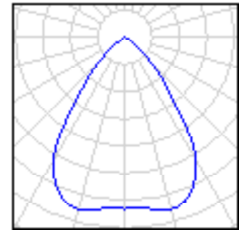
Valor de eficiencia energética:  $8.56 \text{ W/m}^2 = 2.39 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $15.05 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Aseo Chicas 4 / Lista de luminarias

7 Pieza      Philips LuxSpace BBS481 1xDLED-3000  
N° de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 1100 lm  
Potencia de las luminarias: 18.4 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 87 100 100 100 89  
Lámpara: 1 x DLED-3000 (Factor de corrección  
1.000).



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Aseo Chicas 4 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 7700 lm  
Potencia total: 128.8 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	224	134	359	/	/
Suelo	154	131	285	67	61
Techo	0.00	150	150	80	38
Pared 1	40	150	189	68	41
Pared 1_1	0.00	72	72	68	16
Pared 2	49	129	178	68	38
Pared 3	36	136	172	68	37
Pared 4	44	155	199	68	43

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_m$ : 0.579 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.449 (1:2)

Valor de eficiencia energética:  $8.56 \text{ W/m}^2 = 2.39 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $15.05 \text{ m}^2$ )



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE  
INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

PLANOS

Judith Equiza Arbizu

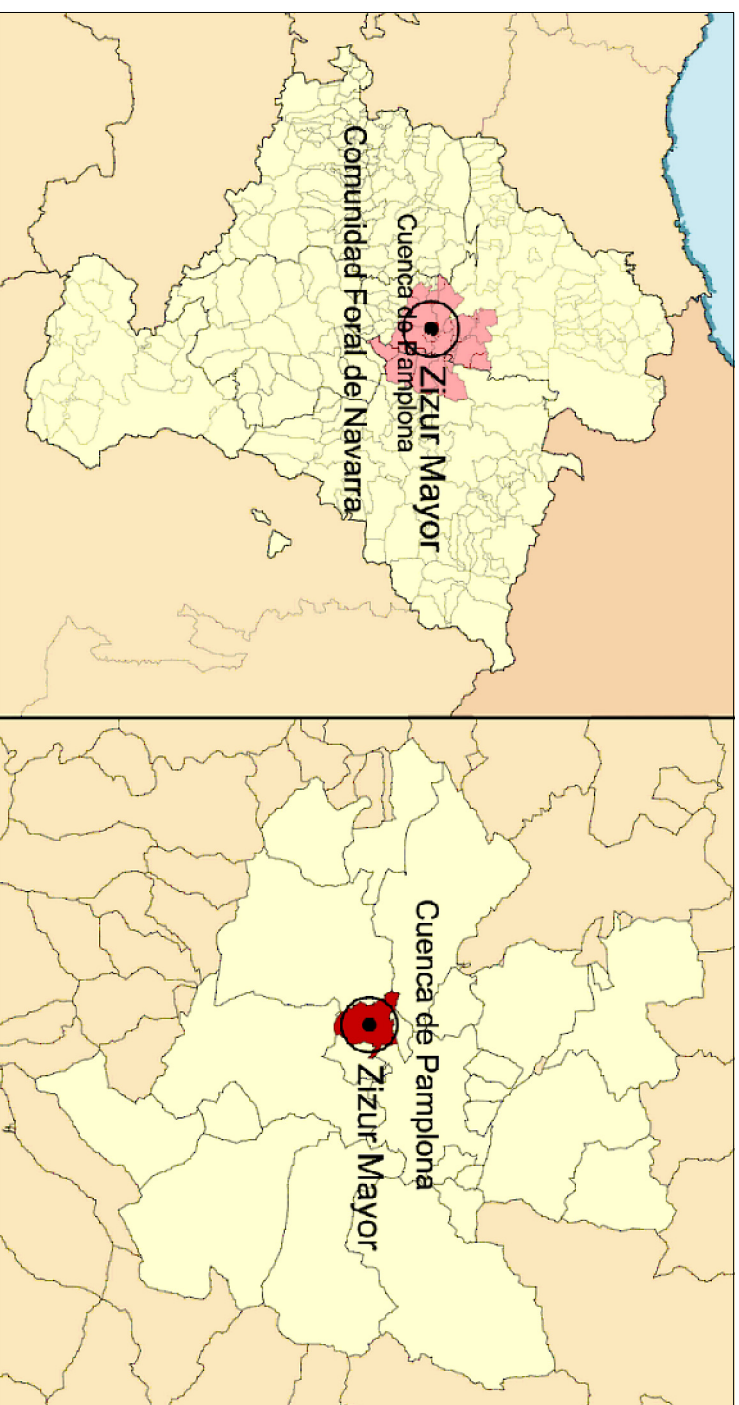
Felix Arroniz Fdez. de Gaceo

Pamplona, 08/09/2011

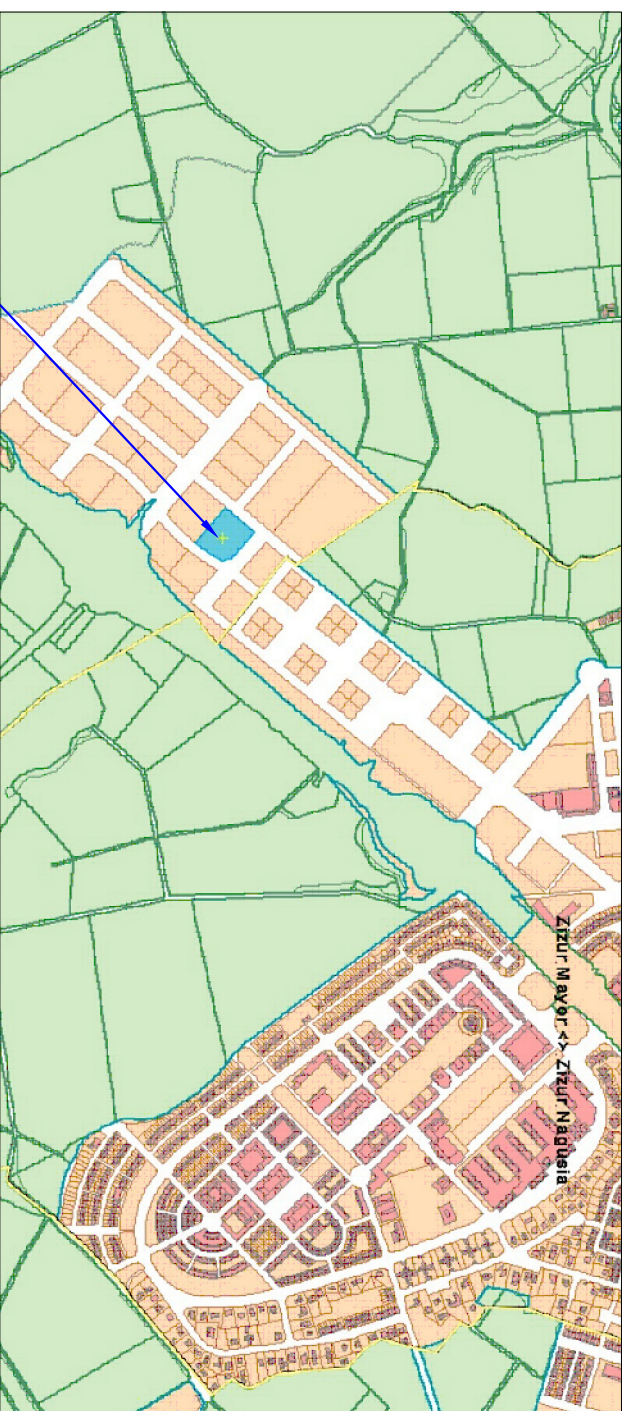
### 3. PLANOS

- 01 SITUACIÓN
- 02 PLANTA NAVE
- 03 ALUMBRADO INTERIOR PRODUCCIÓN
- 04 ALUMBRADO INTERIOR
- 05 ALUMBRADO EXTERIOR-EMERGENCIA
- 06 ALUMBRADO EXTERIOR-EMERGENCIA
- 07 DISTRIBUCIÓN DE CUADROS Y TOMAS DE CORRIENTE
- 08 PUESTA A TIERRA
- 10 DETALLE EXCAVACIÓN, REJILLAS Y COTAS DEL CT
- 11 DISTRIBUCIÓN DEL CT
- 12 ESQUEMA UNIFILAR CT
- 13 PUESTA A TIERRA CT
- 14 ESQUEMA UNIFILAR GENERAL
- 15 ESQUEMA UNIFILAR ALUMBRADO NAVE
- 16 ESQUEMA UNIFILAR CUADRO OFICINA P.BAJA
- 17 ESQUEMA UNIFILAR CUADRO OFICINA P.PRIMERA
- 18 ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SEC.1
- 19 ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SEC.2
- 20 ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SEC.3

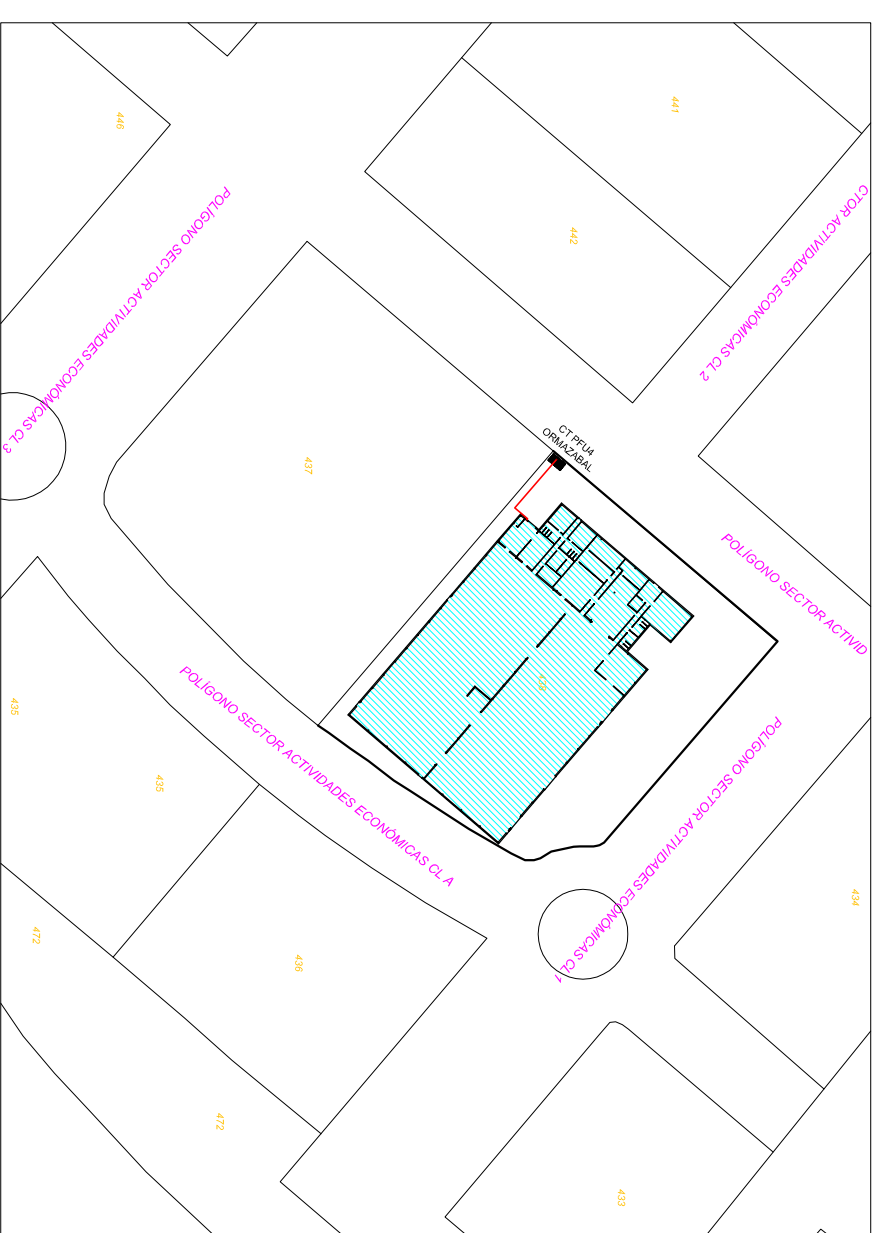
SITUACIÓN: NAVARRA, ZIZUR




EMPLAZAMIENTO: POLIGONO 3 DE ZIZUR



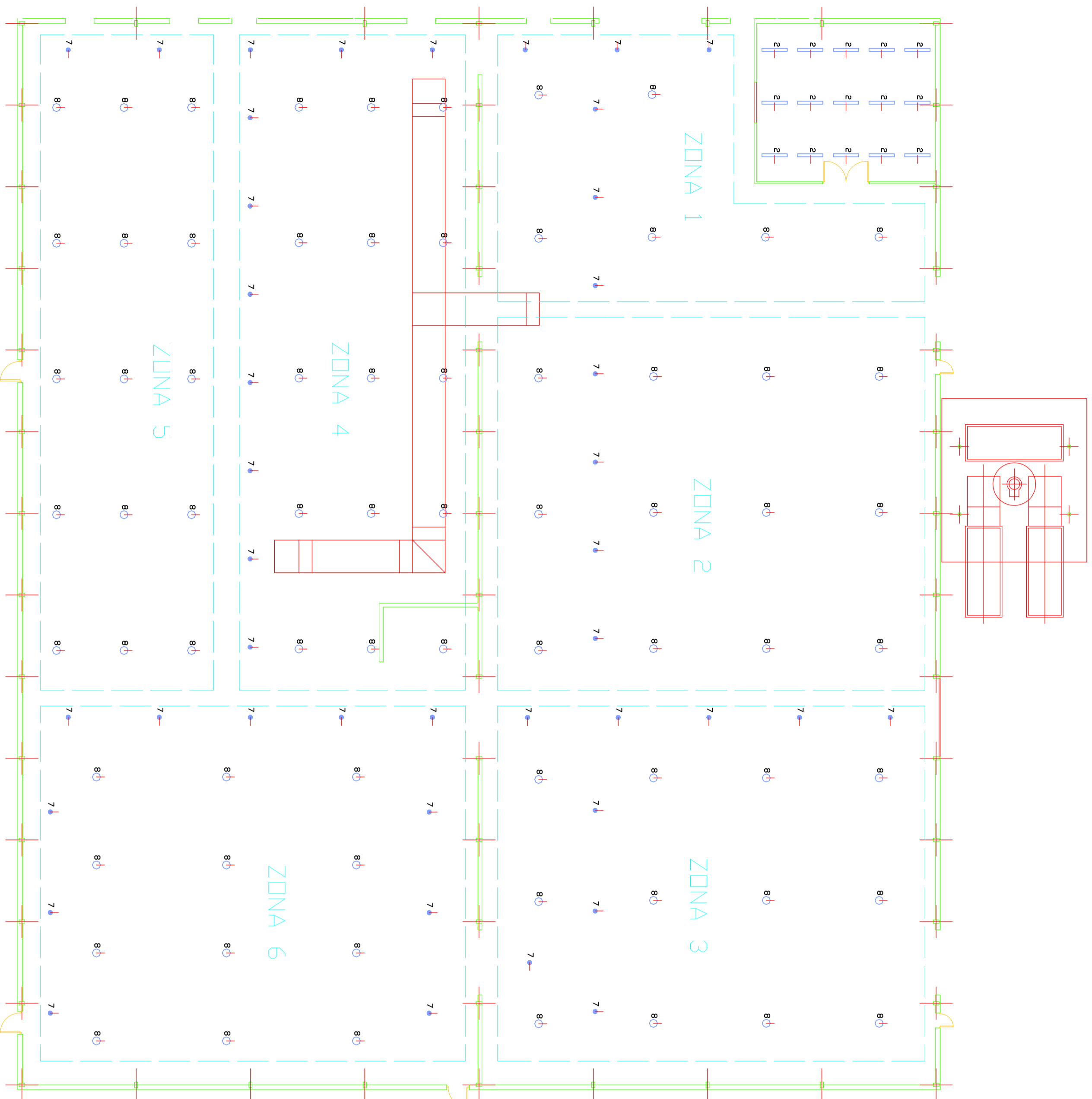
SITUACIÓN NAVE INDUSTRIAL



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE                  PROYECTOS E ING. RURAL</b>
	PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSION DE                  UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE                  TRANSFORMACIÓN</b>	REALIZADO: <b>EQUIZA ARBIZU, JUDITH</b>
PLANO: <b>SITUACIÓN</b>	FIRMA:	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE                  PROYECTOS E ING. RURAL</b>
FECHA: 08/2011	ESCALA: S/E	Nº PLANO: 1







LEYENDA DE SIMBOLOS

- Philips Mazda TOS097 2xTL-D58W HFP VP (Adosada al techo)
- Philips HPK080 1xHPI-P400W-BU (suspended 0.6 m)
- ERCO Parabelle Downlight 70W (suspended 1 m en zonas de paso)
- Línea separación zonas alumbrado

NOTA:

Cada Zona se puede encender de forma independiente, dicho encendido se realizará desde el Cuadro de Alumbrado



Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibersitate Publikoa

**E.T.S.I.I.T.**  
INGENIERO  
TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO DE  
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:  
**INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE  
UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN**

REALIZADO:  
**EQUIZA ARBIZU, JUDITH**

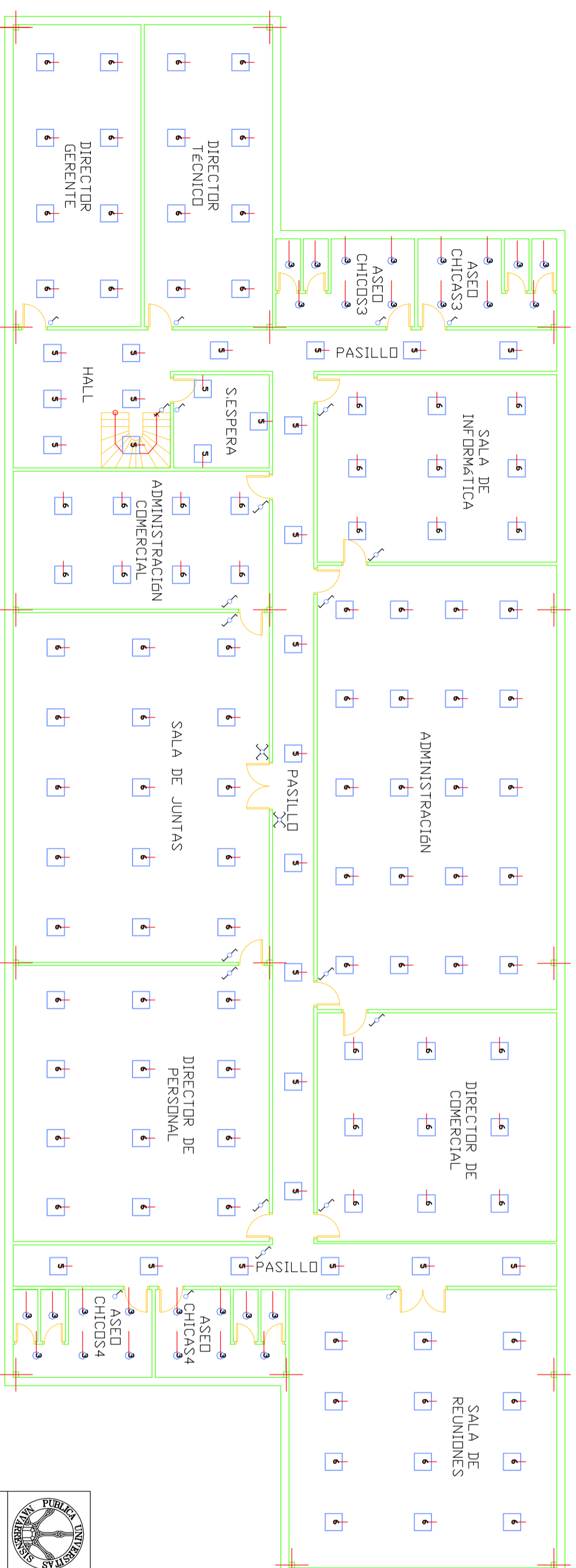
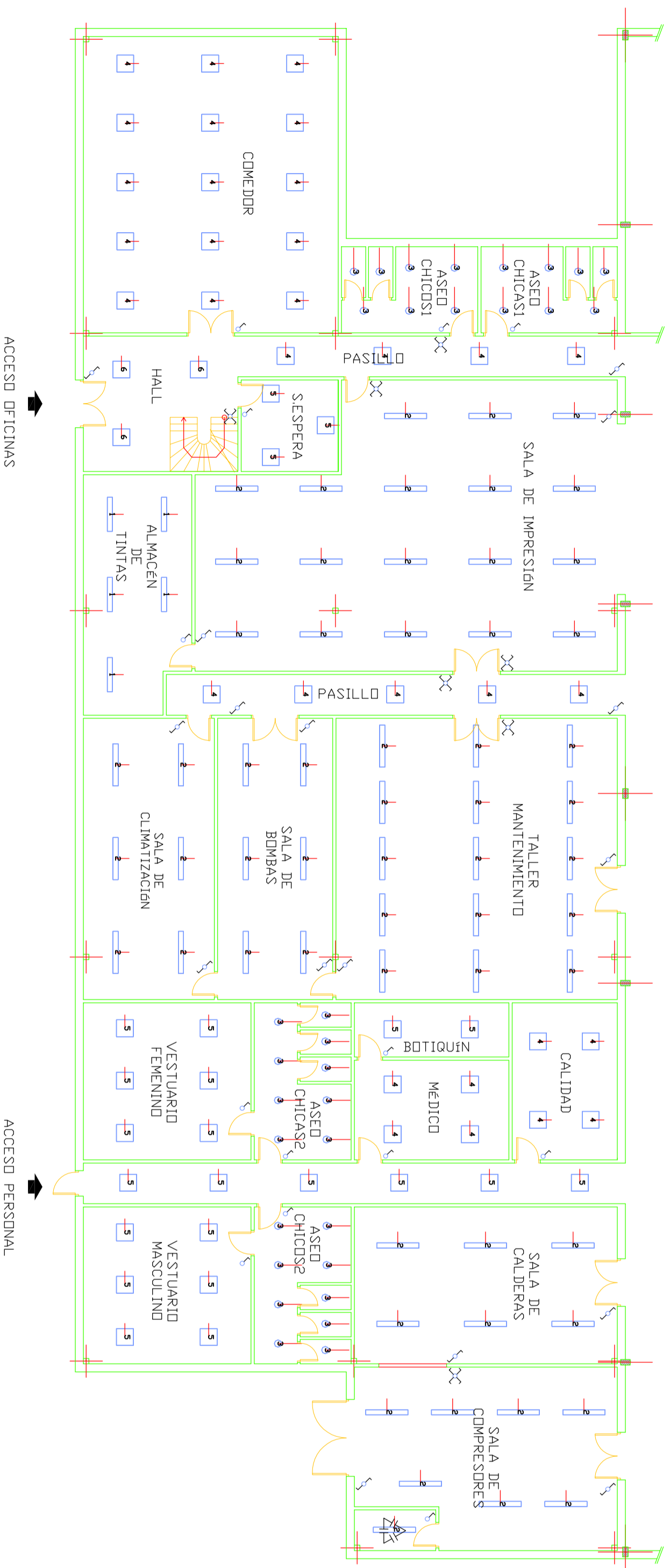
PLANO:

**ALUMBRADO INTERIOR PRODUCCIÓN**

FECHA:  
08/2011

ESCALA:  
1:200

Nº PLANO:  
3



**LEYENDA DE SIMBOLOS**

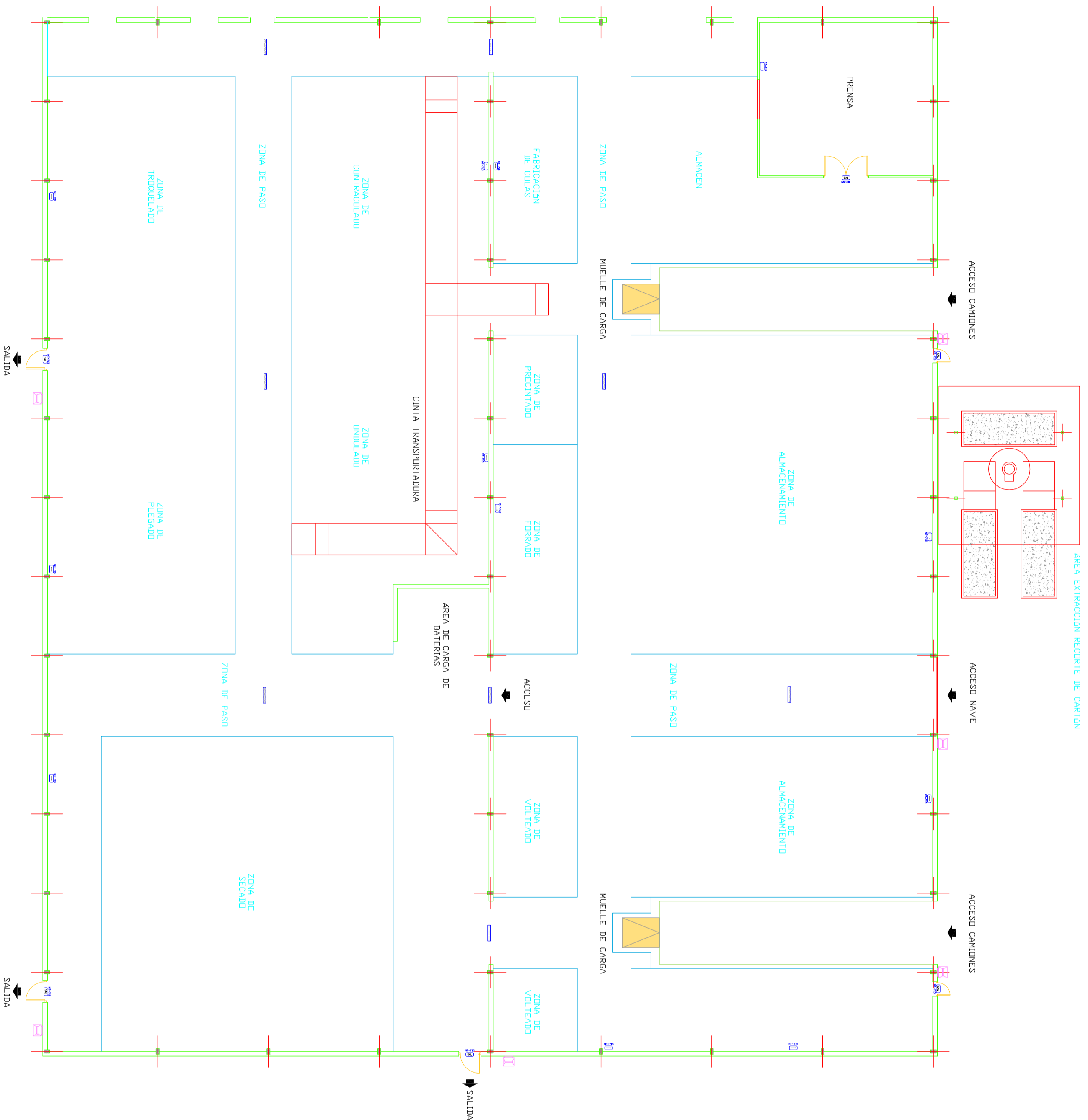
- Philips Mazda TCS097 2xTL-D36W HFP VP (Adosada al techo)
- Philips Mazda TCS097 2xTL-D58W HFP VP (Adosada al techo)
- Philips LuxSpace BBS481 1xDLED-3000 (Empotrada en falso techo)
- Philips TBS162 4xTL-018W HFP L1 (Empotrada en falso techo)
- Philips TBS331 3xTL-018W HFP L1 (Empotrada en falso techo)
- Philips TBS331 4xTL5-D24W HFP L1 (Empotrada en falso techo)
- Interruptor monopolar
- Commutador paralelo o de vaivén
- Commutador paralelo o de vaivén

<p style="font-size: small;">Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO DE
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO: **INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**


PLANO: **ALUMBRADO INTERIOR**


FECHA: 08/2011      ESCALA: 1:150      Nº PLANOS: 4

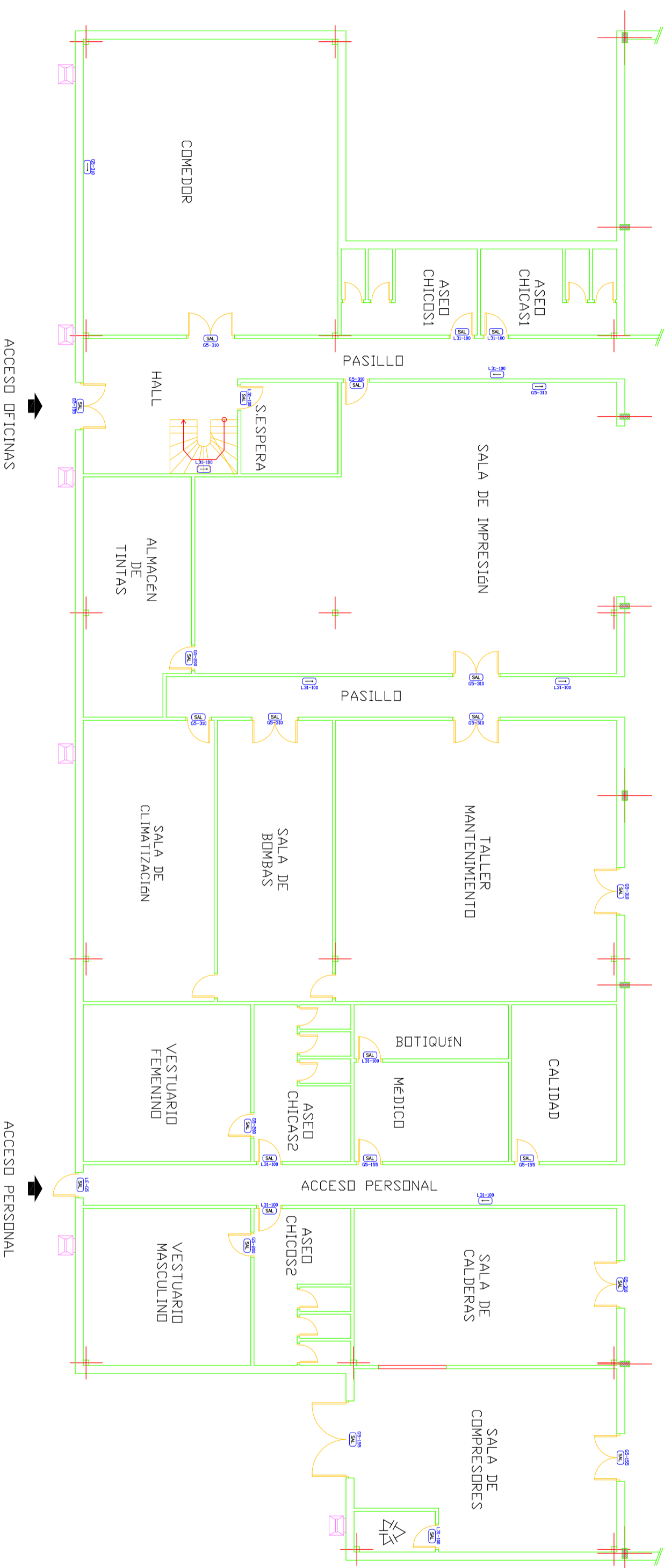


**LEYENDA DE SIMBOLOS**

- BLOQUE AUTONOMO DE EMERGENCIA Y SERIALIZACION (NFL-770 770 lm)
- BLOQUE AUTONOMO DE EMERGENCIA Y SERIALIZACION (NT-715 715 lm)
- BLOQUE AUTONOMO DE EMERGENCIA Y SERIALIZACION (GS-310 310 lm)
- PROYECTOR PHILIPS SNF300 - MASTER HPI-T PLUS DE 250 W

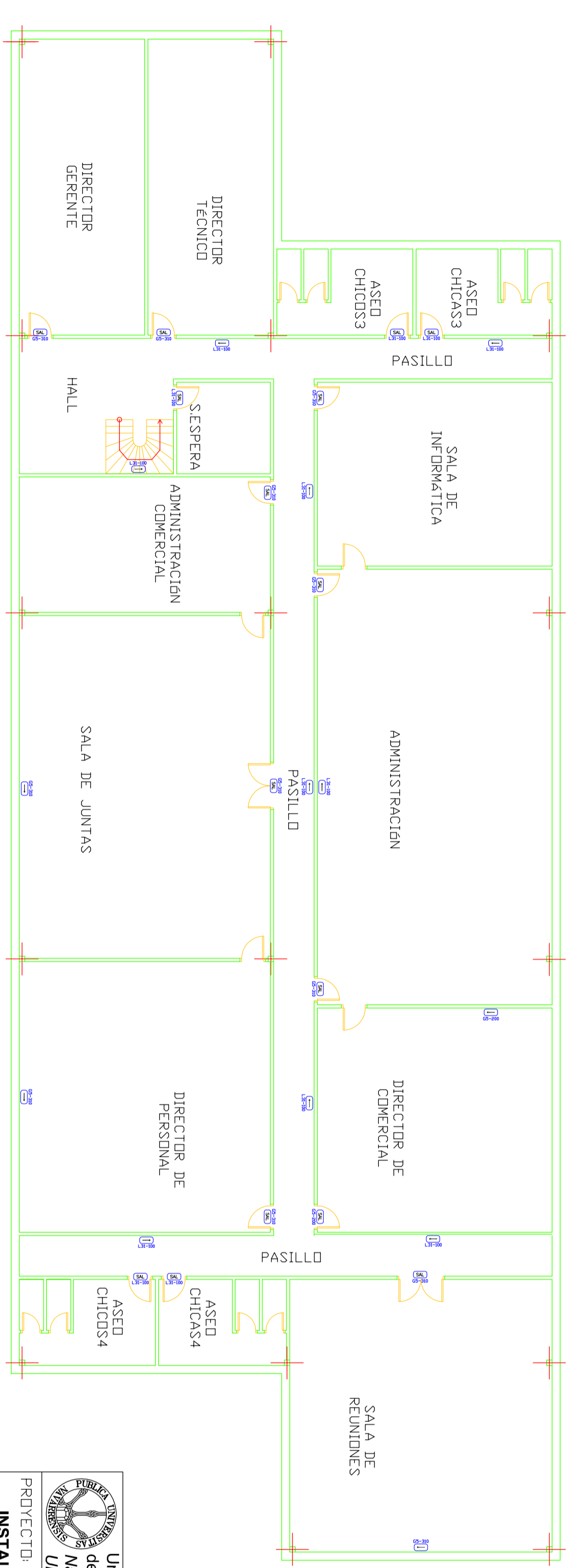
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE          PROYECTOS E ING. RURAL</b>
	<b>PROYECTO:</b> <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE          UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE          TRANSFORMACIÓN</b>	REALIZADO: <b>EQUIZA ARBIZU, JUDITH</b>

PLANO: <b>ALUMBRADO EXTERIOR - EMERGENCIA</b>	FIRMA:
FECHA: 08/2011	ESCALA: 1:200
NPPLANO: 5	



**LEYENDA DE SIMBOLOS**

- BLOQUE AUTONOMO DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACION (G5-310 310 lm)
- BLOQUE AUTONOMO DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACION (G5-200 200 lm)
- BLOQUE AUTONOMO DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACION (G5-155 155 lm)
- BLOQUE AUTONOMO DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACION (L31-100 100 lm)
- PROYECTOR PHILIPS SNF300 - MASTER HPI-T PLUS DE 250 W



Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:  
**INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

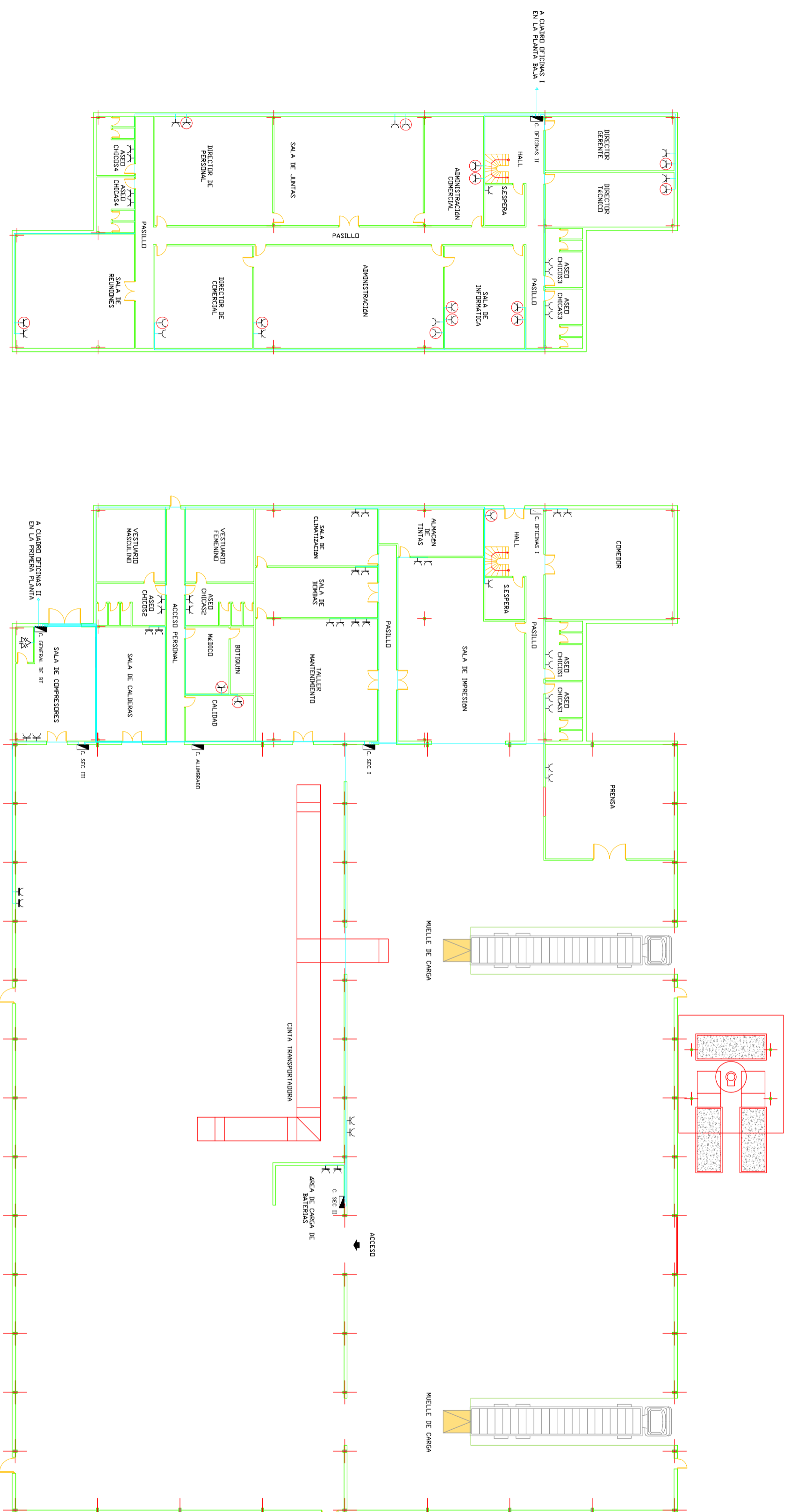
REALIZADO:  
**EQUIZA ARBIZU, JUDITH**

PLANO:  
**ALUMBRADO EXTERIOR - EMERGENCIA**

FECHA: 08/2011

ESCALA: 1:150

Nº PLANO: 6



LEYENDA DE SIMBOLOS

- TOMA DE CORRIENTE MONOFASICA
- TOMA DE CORRIENTE TRIFASICA
- TOMA DE CORRIENTE CIRCUITO ORDENADORES
- CABLEADO ENTRE CUADROS Y TOMAS DE CORRIENTE



Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

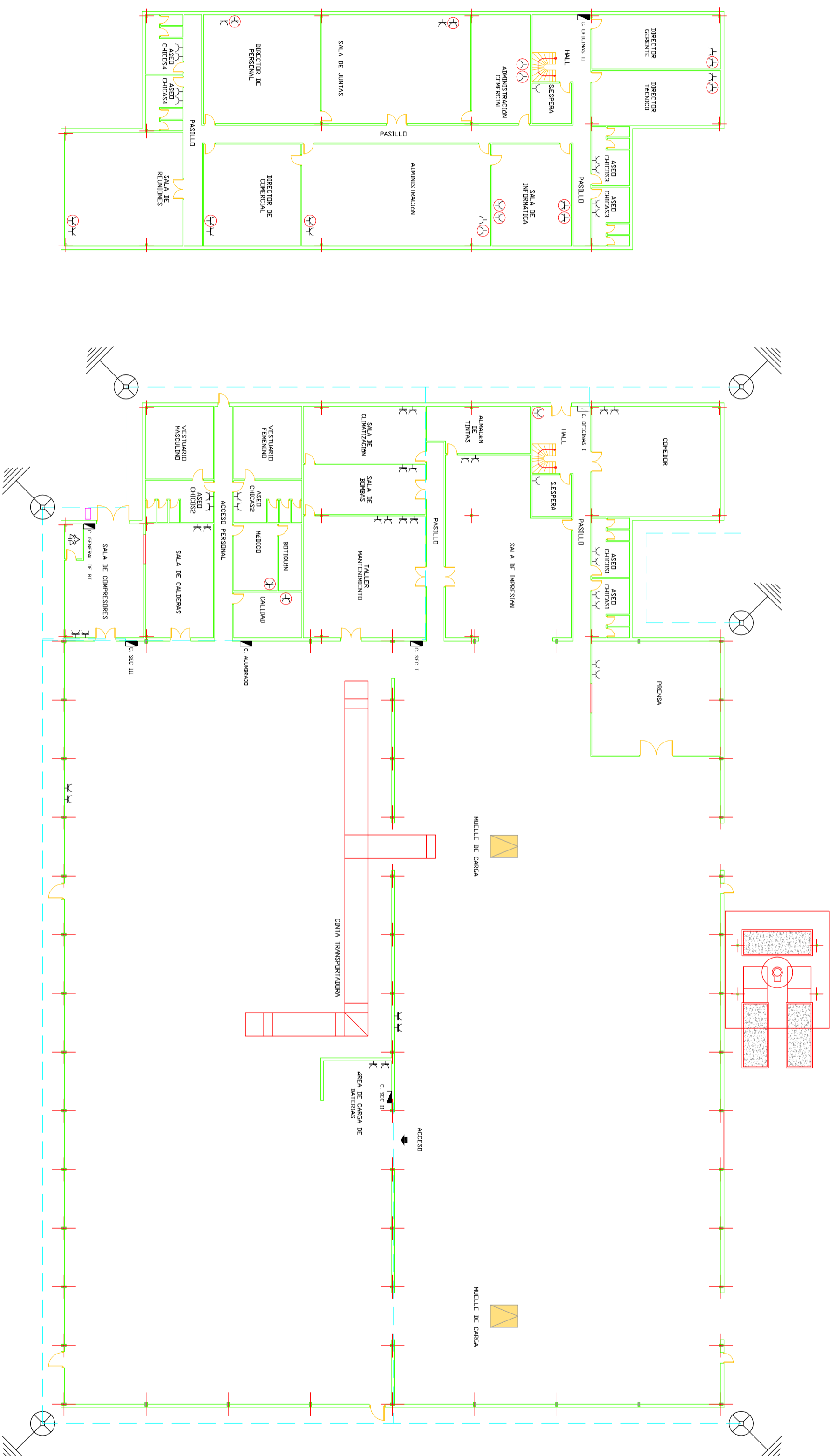
DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO: **INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

REALIZADO: EQUIZA ARBIZU, JUDITH

PLANO: **DISTRIBUCION DE CUADROS Y TOMAS DE CORRIENTE**

FECHA: 08/2011  
ESCALA: 1:300  
Nº PLANO: 7



**LEYENDA DE SIMBOLOS**

- CABLE DE COBRE DESNUDO DE 50 mm<sup>2</sup> DE SECCIÓN ENTERRADO A 0.8 m DE PROFUNDIDAD
- CAJA DE MEDICION Y SECCIONAMIENTO DE PUESTA A TIERRA QUE UNE EL ANILLO DE TIERRA CON EL GMP DE BT
- GRAPAS PARA CONEXION PICA-CONDUCTOR
- PICA DE 2 m DE LONGITUD Y 14 mm DE DIAMETRO

**Universidad Pública de Navarra**  
*Nafarroako Unibertsitate Publikoa*

**E.T.S.I.I.T.**  
**INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.**

DEPARTAMENTO:  
**DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO:

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSION DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACION**

REALIZADO:

**EQUIZA ARBIZU, JUDITH**

FIRMA:

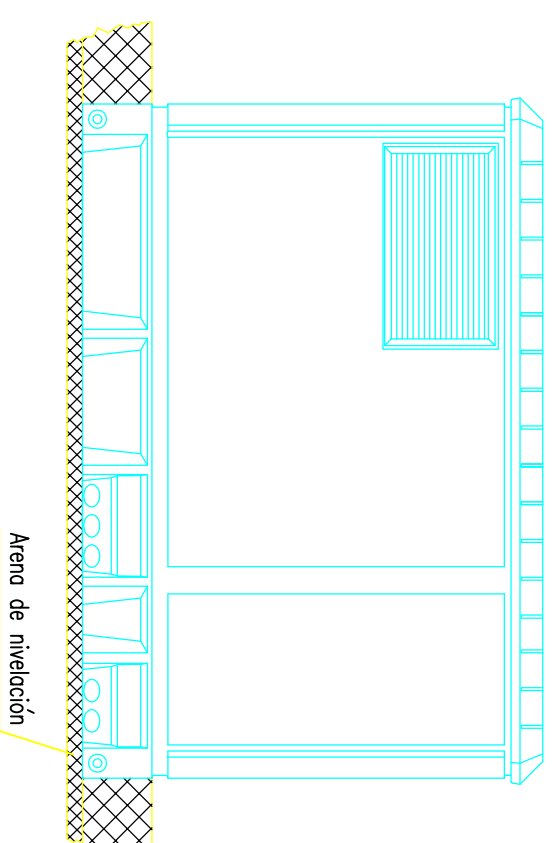
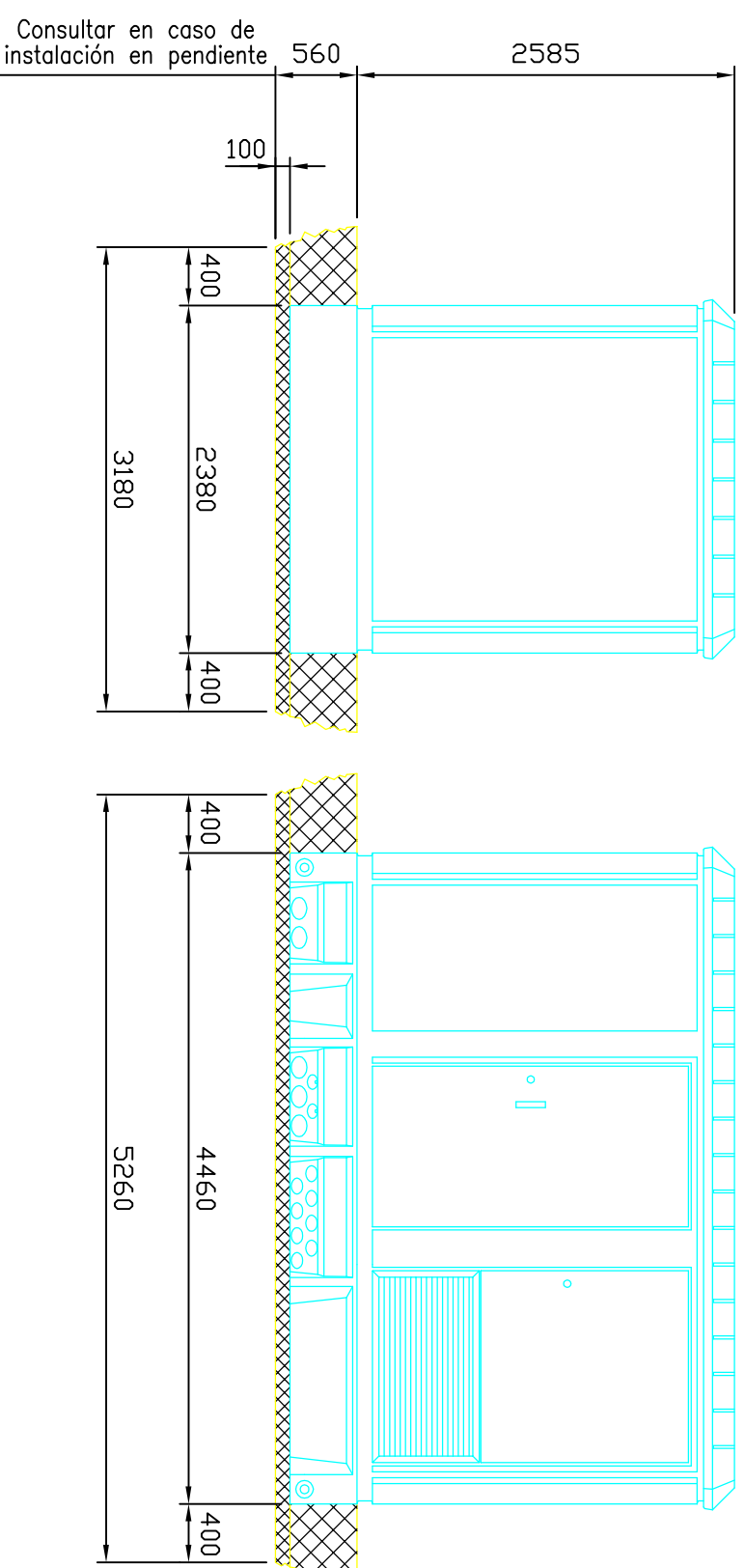
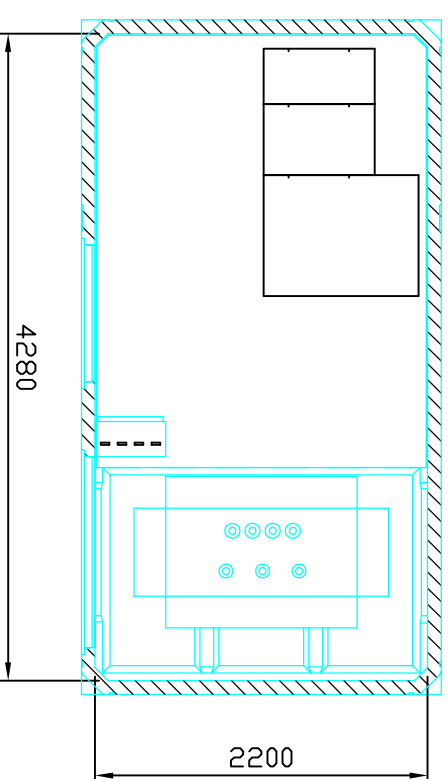
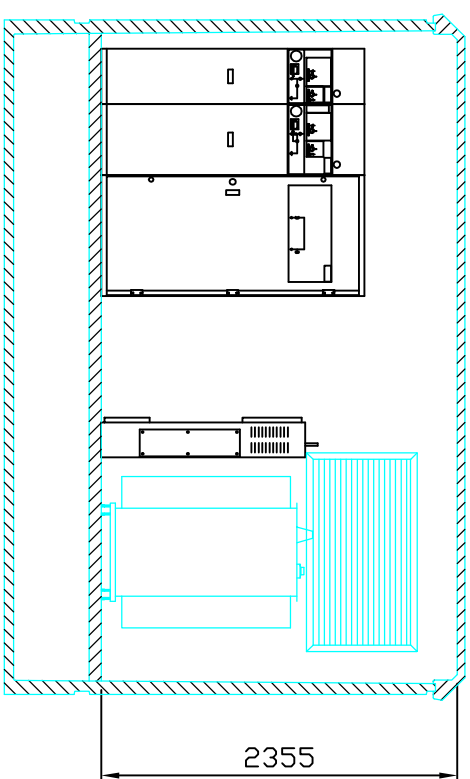
PLANO:

**PUESTA A TIERRA**

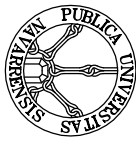
FECHA:  
08/2011

ESCALA:  
1:300

Nº PLANO:  
8



DIMENSIONES DE LA EXCAVACION  
 5,26 m. ancho x 3,18 m. fondo x 0,56 m. profund.

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE <b>DEPARTAMENTO DE          PROYECTOS E ING. RURAL</b>
	<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE          UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE          TRANSFORMACIÓN</b>	REALIZADO: <b>EQUIZA ARBIZU, JUDITH</b>
PLANO: <b>DETALLE EXCAVACION, REJILLAS Y COTAS DEL CT</b>	FIRMA:	FECHA: 08/2011
	ESCALA: 1:50	N° PLANO: 10

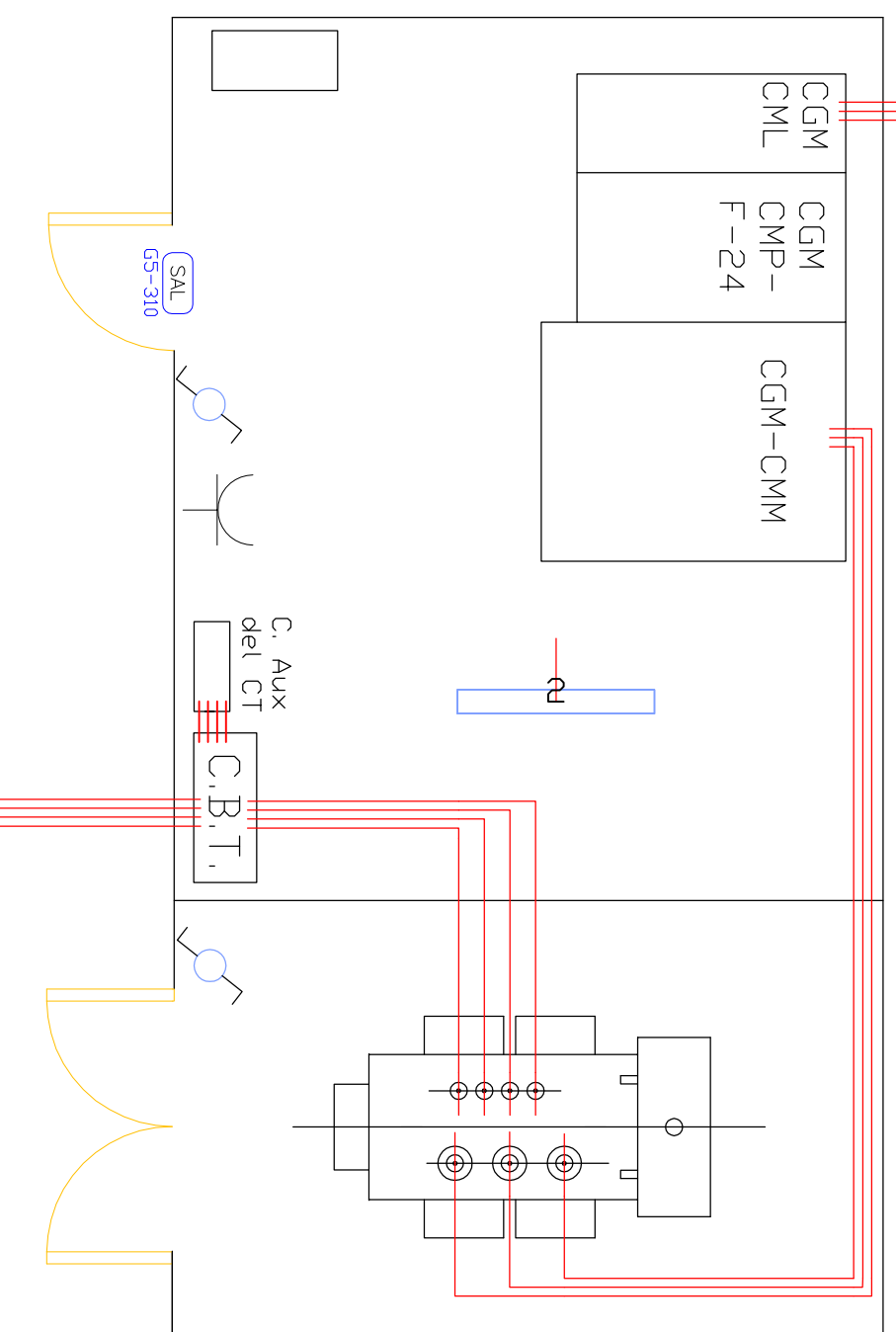


# CENTRO DE TRANSFORMACION PREFABRICADO

Dimensiones exteriores Planta: 4460 x 2380

Línea de Media tensión  
13,2KV; IBERDROLA  
Subterránea

Cuadro de  
contadores

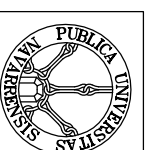


CGM-CML: Celda de línea CGM-CMP-F-24: Celda de protección con fusible CGM-CMM: Celda de medida	
	Toma monofásica
	Luminaria Philips Mazda TCS097 1xTL-D58W HFP
	Interruptor conmutado
	Alumbrado de emergencia
	Cuadro General de Distribución

Cuadro General  
de Distribución

RZ1 0,6/1kV 4x240 Cu  
Enterrado a 0,7 m

L=25 m



Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

**E.T.S.I.I.T.**  
INGENIERO  
TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO DE  
**PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO:

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE  
UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN**

REALIZADO:

**EQUIZA ARBIZU, JUDITH**

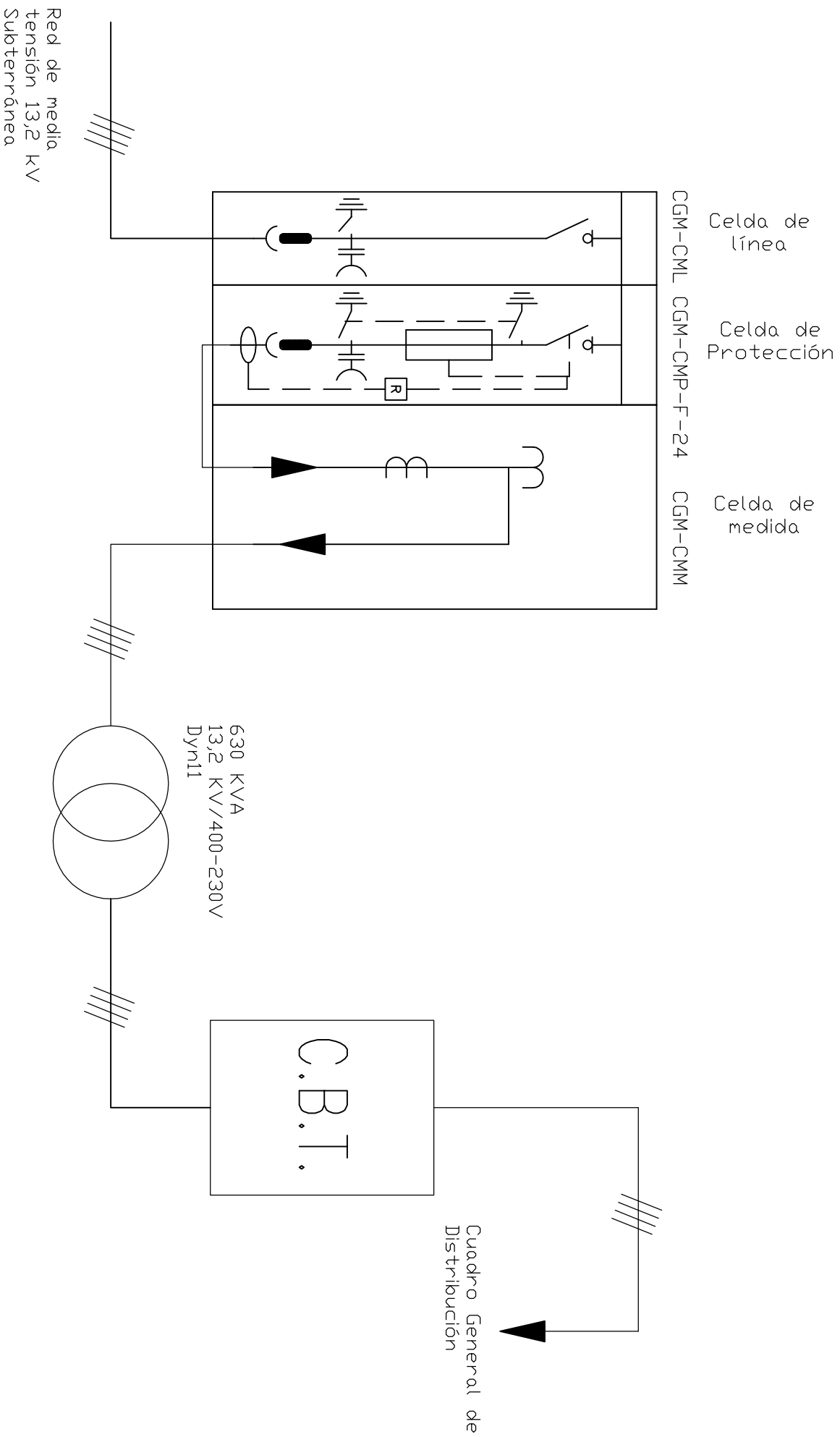
PLANO:

**DISTRIBUCION DEL CENTRO DE TRANSFORMACION**

FECHA:  
08/2011

ESCALA:  
S/E

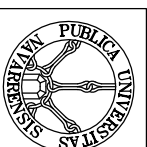
Nº PLANO:  
11



	Seccionador de puesta a tierra
	Interruptor seccionador
	Indicador de presencia de tensión
	Interruptor automático de corte con fusible
	Transformador de tensión
	Transformador de intensidad
	Transformador Dyn11

### CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS CELDAS

CGM-CML: Celda de línea	Un=24KV, In=400A Interruptor-seccionador rotativo, Intensidad de cortocircuito:16KA-20KA Capacidad de cierre: 40KA
CGM-CMP-F-24: Celda de protección con fusible	Un=24KV, In=400A Interruptor-seccionador rotativo, Intensidad de cortocircuito:16KA-20KA Capacidad de cierre: 40KA Fusibles: 3x63A
CGM-CMM: Celda de medida	Un=24KV, In=400A 3 Transformadores de intensidad de relación 15-30/5A Clase 05 Aislamiento 24KV, 3 Transformadores de tensión de relación 13200-22000/110 Clase 05 Aislamiento 24KV.



Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

**E.T.S.I.I.T.**  
INGENIERO  
TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO DE  
**PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO:

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE  
UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN**

REALIZADO:

**EQUIZA ARBIZU, JUDITH**

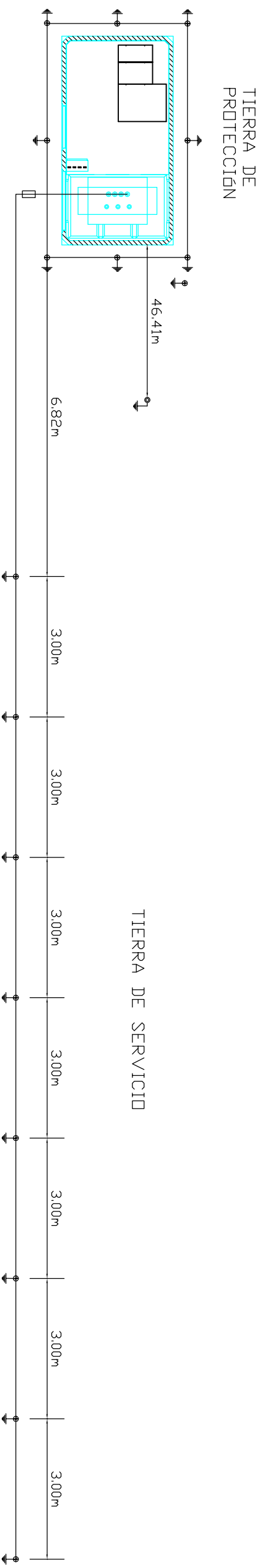
PLANO:

**ESQUEMA UNIFILAR CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**


FECHA:  
08/2011

ESCALA:  
S/E

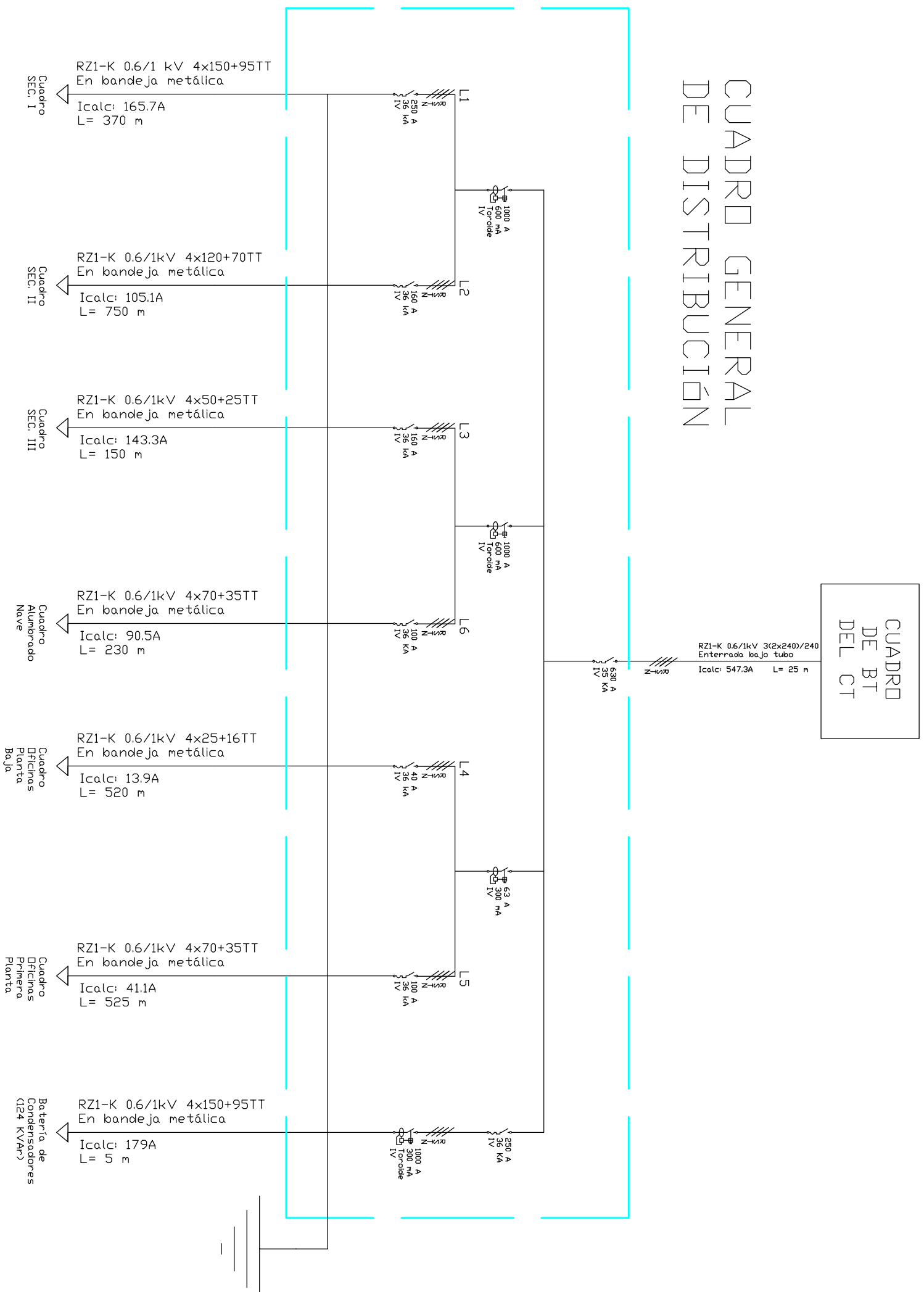
Nº PLANO:  
125




---	Conductor de cobre desnudo de 50mm <sup>2</sup>
—	Conductor de cobre aislado 0,6/1 KV de 50 mm <sup>2</sup>
☐	Caja de medición y seccionamiento de puesta a tierra
⊕	Arqueta de registro
⊙	Punta Franklin
—	Pica de cobre de 14mm de diámetro

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
	<b>PROYECTO:</b> INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	<b>REALIZADO:</b> EQUIZA ARBIZU, JUDITH
<b>PLANO:</b> PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACION	<b>FIRMA:</b>	<b>FECHA:</b> 08/2011
	<b>ESCALA:</b> 1:100	<b>Nº PLANO:</b> 13

# CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCION



Calibre Sensibilidad	Interruptor diferencial
Inom. PDC	Interruptor automática magneto térmico
Nº Polos	

  
**Universidad Pública de Navarra**  
**Nafarroako Unibertsitate Publikoa**

**E.T.S.I.I.T.**  
**INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.**

**DEPARTAMENTO DE DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO:

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSION DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

REALIZADO:

**EQUIZA ARBIZU, JUDITH**

PLANO:

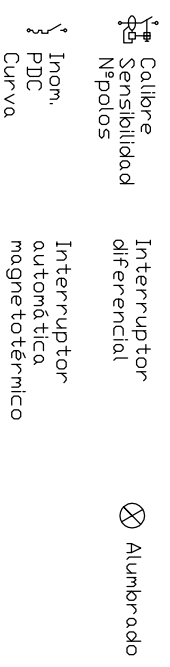
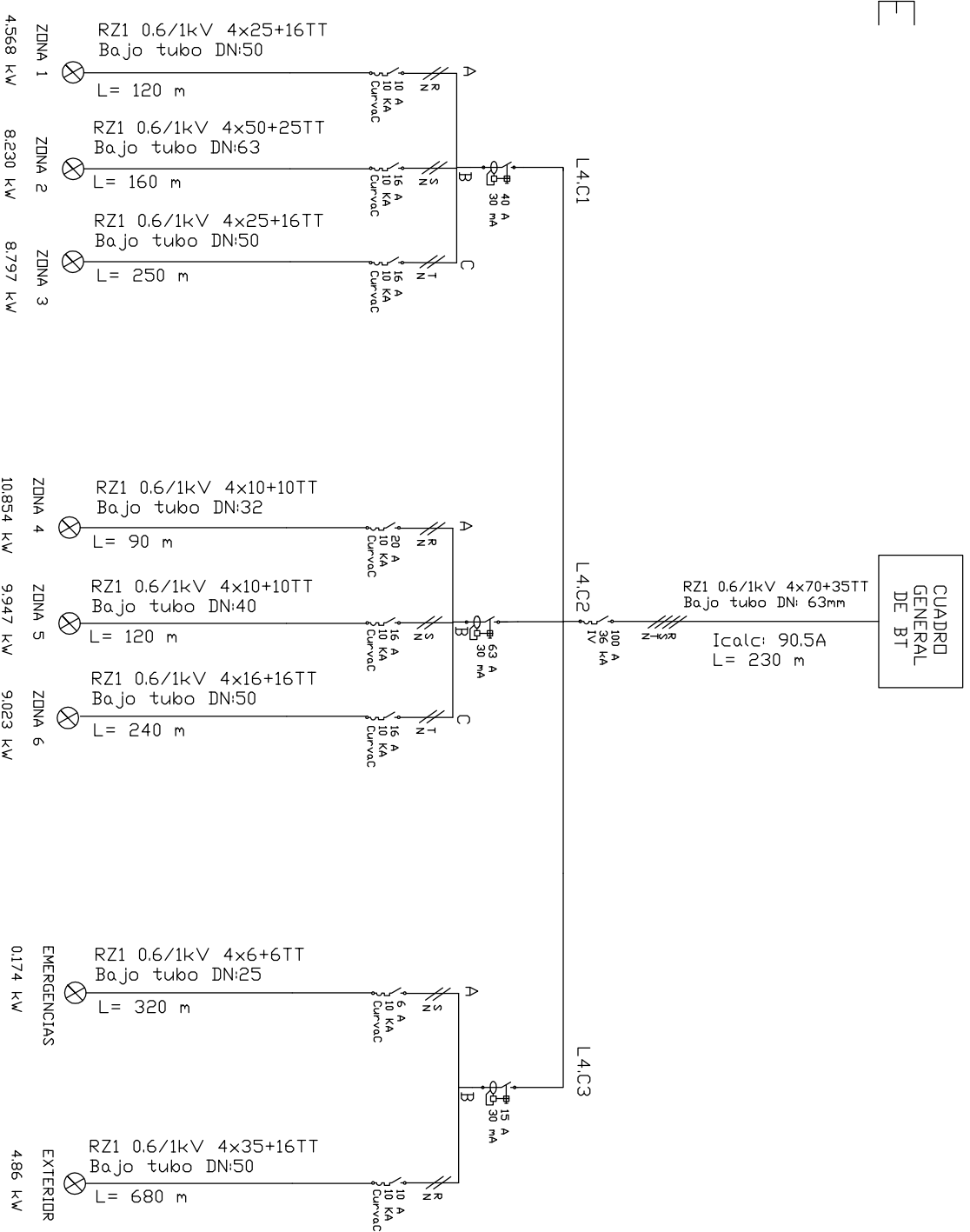
**ESQUEMA UNIFILAR CUADRO GENERAL**


FECHA:  
08/2011

ESCALA:  
S/E

Nº PLANOS:  
14

# CUADRO ALUMBRADO NAVE

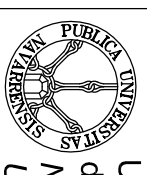
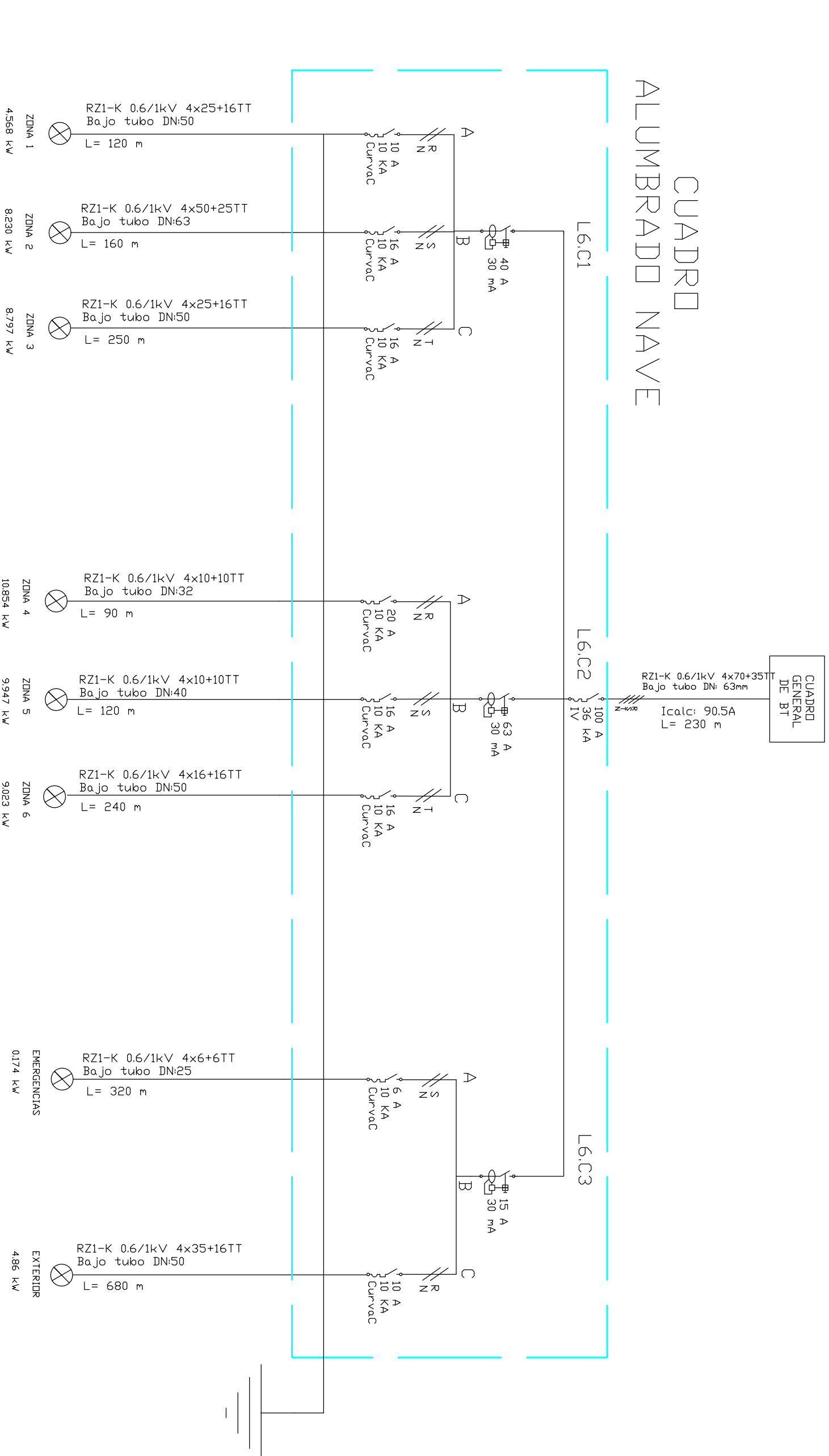


 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
	REALIZADO: <b>EQUIZA ARBIZU, JUDITH</b>	

PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>	FIRMA:
---	--------

PLANO: <b>ESQUEMA UNIFILAR CUADRO ALUMBRADO NAVE</b>	FECHA: 08/2011	ESCALA: S/E	N° PLANOS: 15
---	-------------------	----------------	------------------

# CUADRO ALUMBRADO NAVE



Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**E.T.S.I.I.T.**  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL

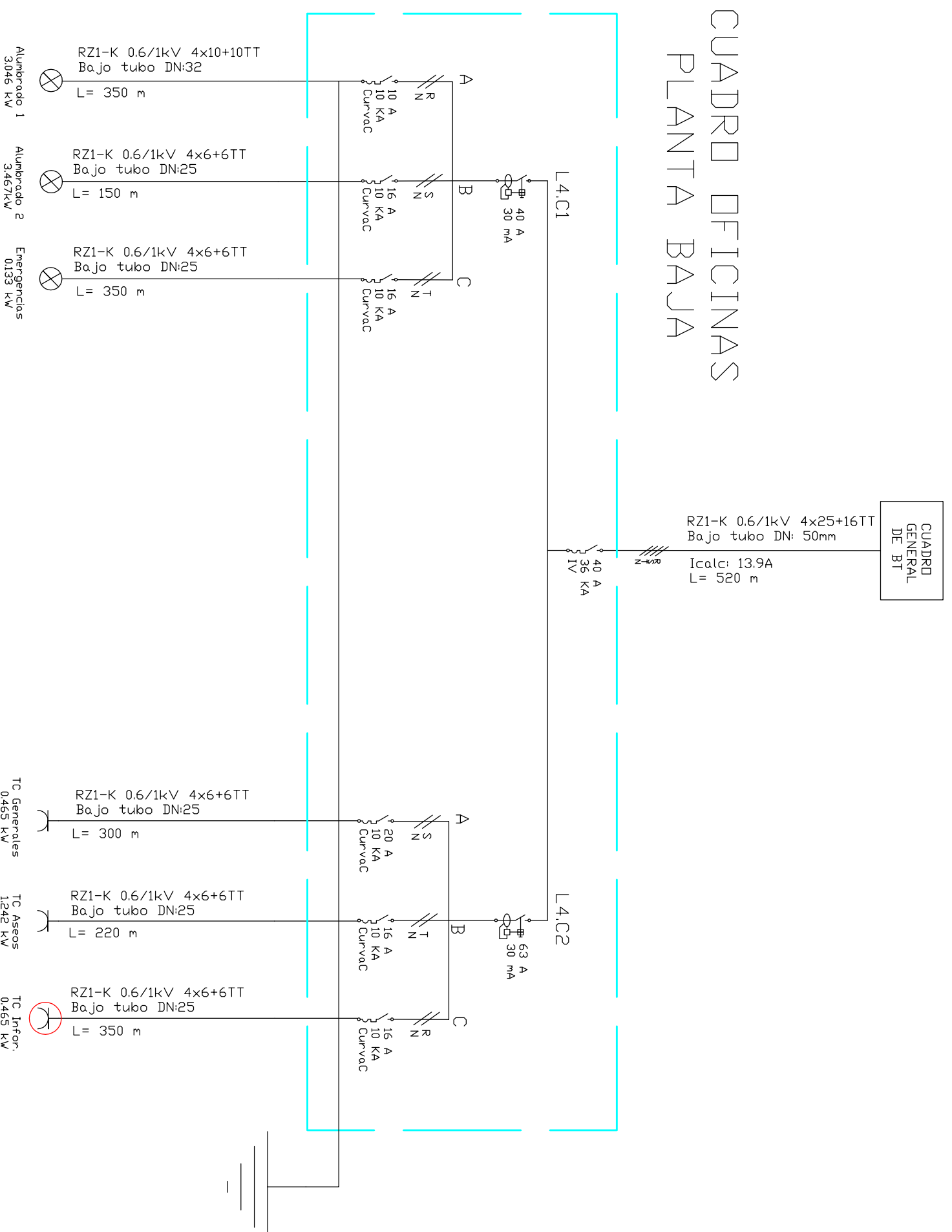
PROYECTO:  
**INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

REALIZADO:  
**EQUIZA ARBIZU, JUDITH**

PLANO:  
**ESQUEMA UNIFILAR CUADRO ALUMBRADO NAVE**

FECHA: 08/2011  
ESCALA: S/E  
Nº PLANOS: 15

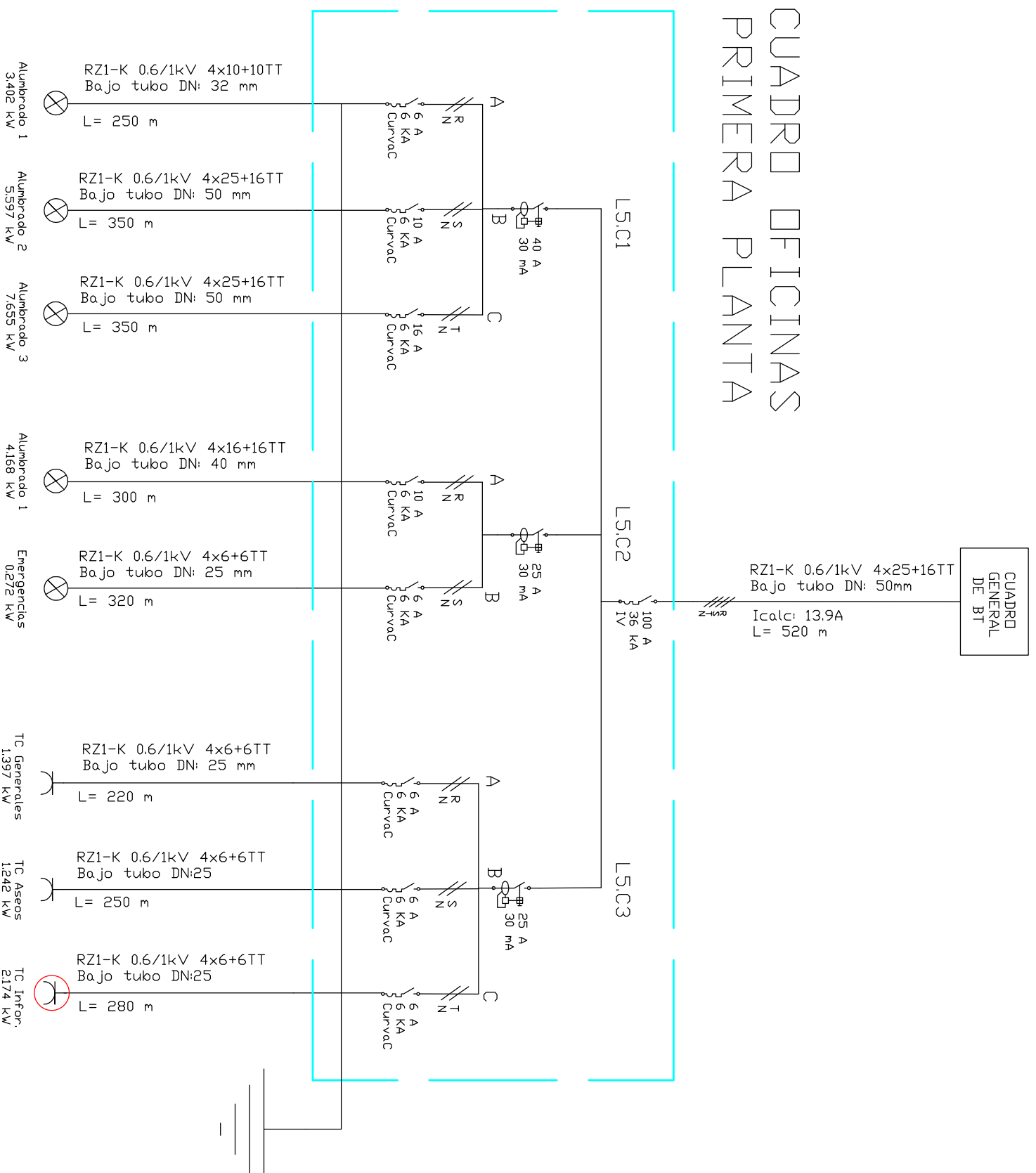
# CUADRO OFICINAS PLANTA BAJA



	Callibre Sensibilidad Nº polos		Interruptor diferencial
	Inom. PDC Curva		Interruptor automática magneto térmico
	Alumbrado		TC 16A 2P+T
	TC 16A 2P+T Infor		

Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
		REALIZADO: <b>EQUIZA ARBIZU, JUDITH</b>
PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSION DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>		FIRMA:
PLANO: <b>ESQUEMA UNIFILAR CUADRO OFICINA P. BAJA</b>	FECHA: 08/2011	ESCALA: S/E
		Nº PLANOS: 16

# CUADRO OFICINAS PRIMERA PLANTA



	Calibre Sensibilidad Nº polos		Interruptor diferencial
	Intom. PDC Curva		Interruptor automático magneto térmico
	Alumbrado		TC 16A 2P+T Infor



Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

**E.T.S.I.I.T.**  
INGENIERO  
TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:  
**DEPARTAMENTO DE  
PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO:

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE  
UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN**

REALIZADO:

**EQUIZA ARBIZU, JUDITH**

PLANO:

**ESQUEMA UNIFILAR CUADRO OFICINA P. PRIMERA**

FECHA:

08/2011

ESCALA:

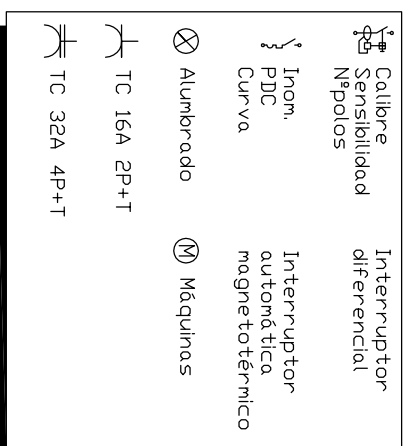
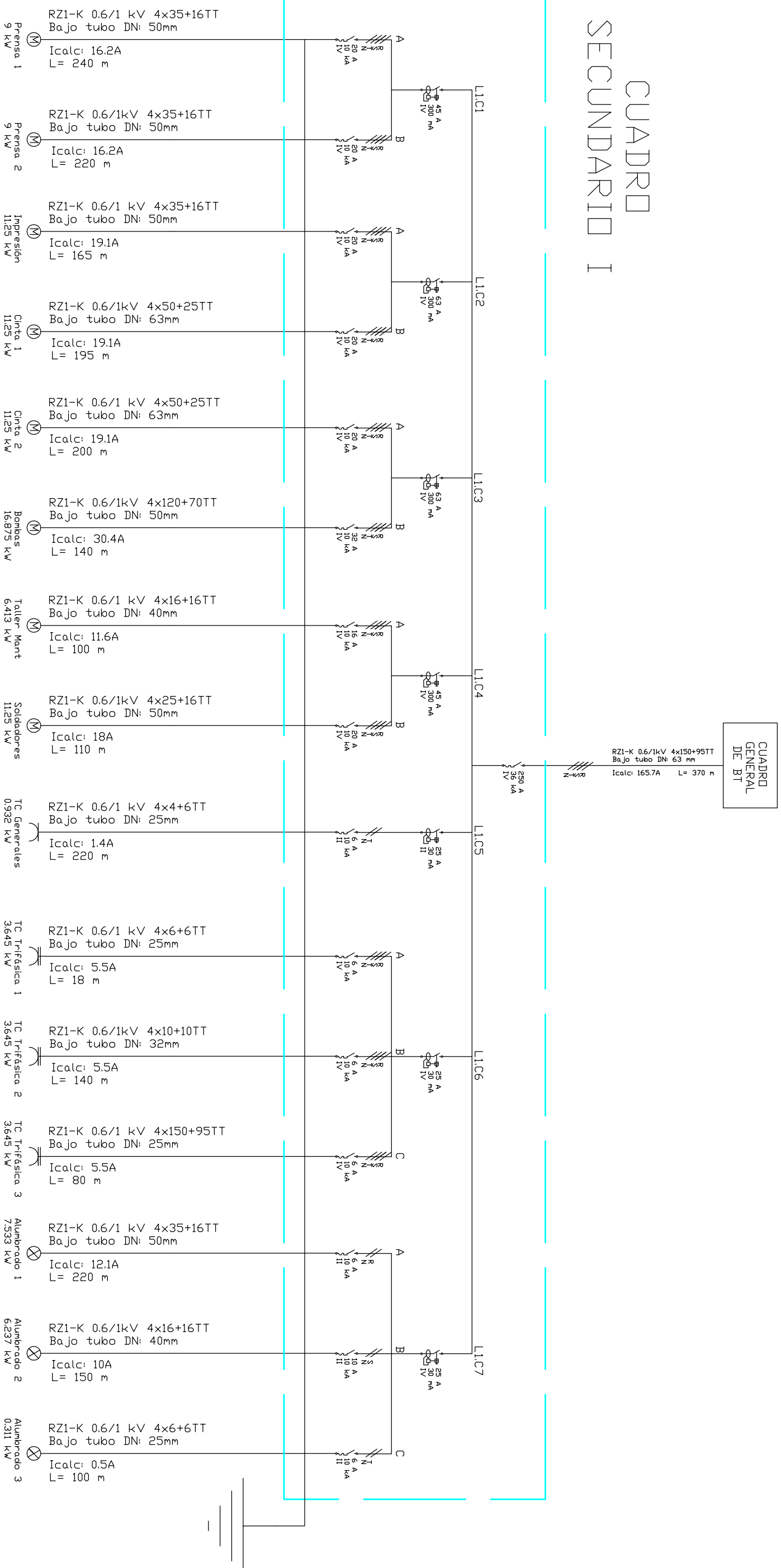
S/E

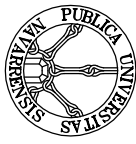

Nº PLANO:

17

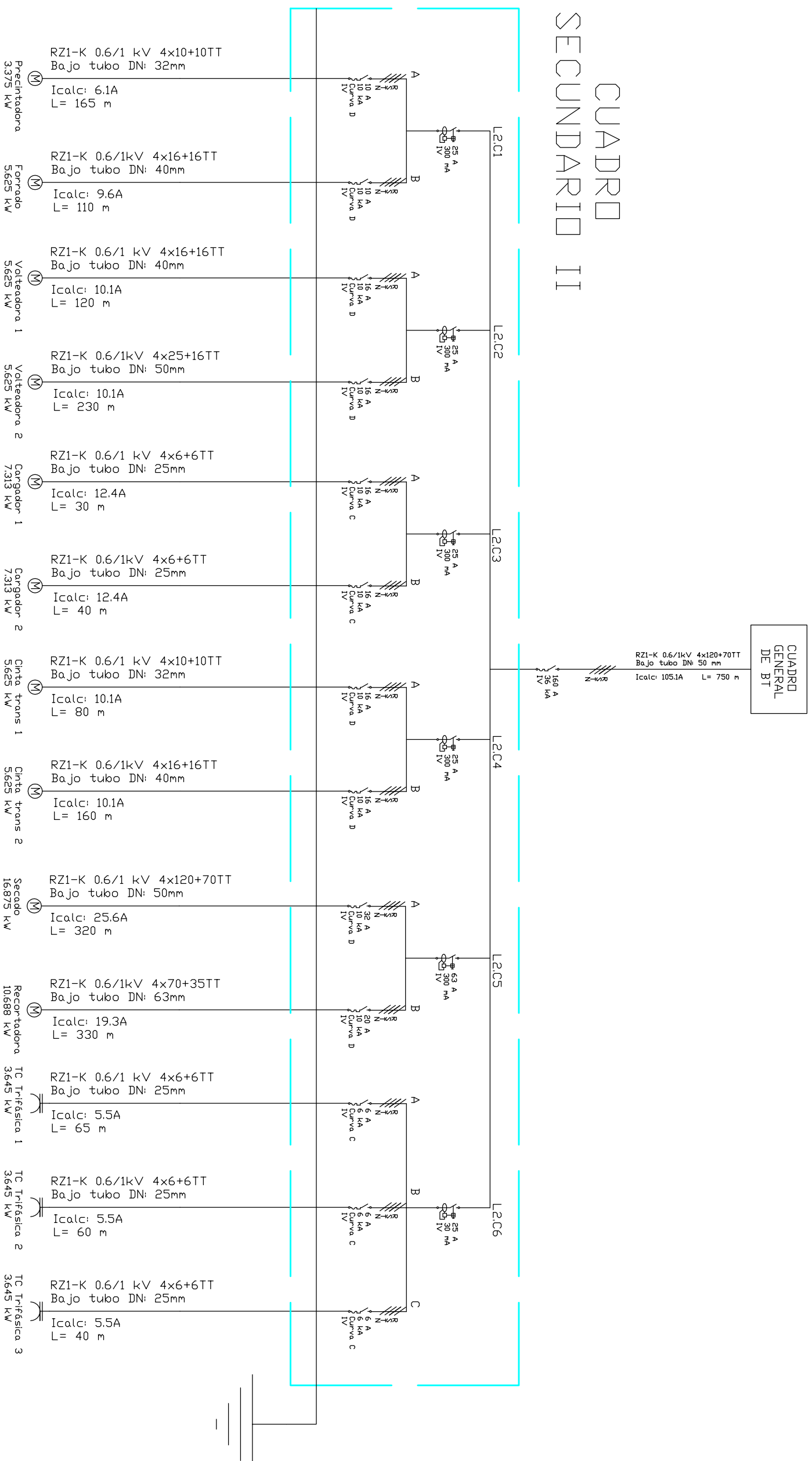


# CUADRO SECUNDARIO I



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		DEPARTAMENTO DE EQUIZA ARBIZU, JUDITH	
PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>		REALIZADO:	
PLANO: <b>ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO I</b>		FIRMA:	
FECHA: 08/2011		ESCALA: S/E	
N.º PLANOS: 18			

# CUADRO SECUNDARIO II

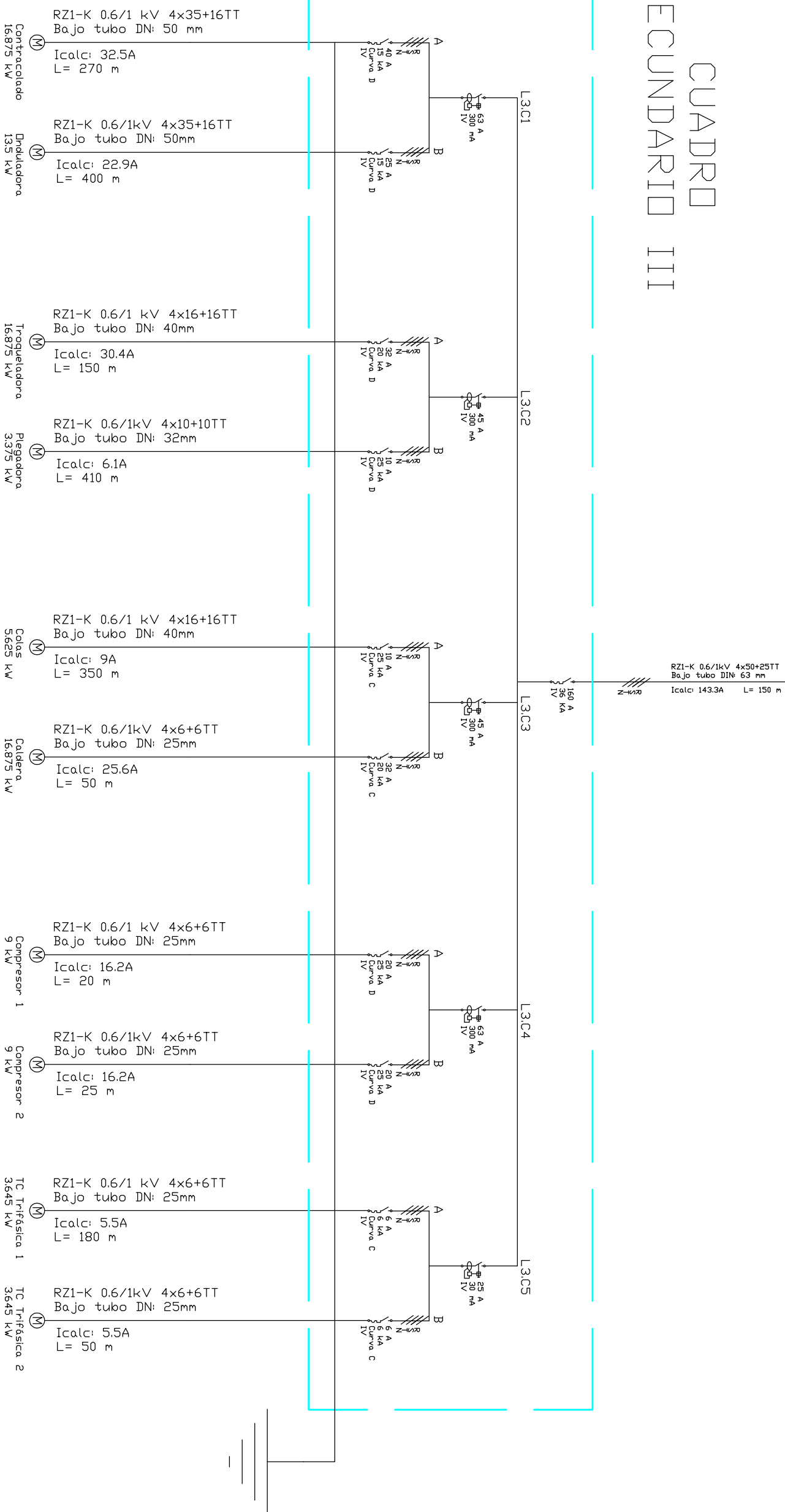


	Calibre N°polos		Interruptor diferencial
	Inom. PDC Curva		Interruptor automática magneto térmico
	Alumbrado		Máquinas
	TC 32A 4P+T		

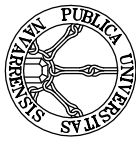
<p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	<p><b>E.T.S.I.I.T.</b></p> <p>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</p>	<p>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</p>	
			<p>PROYECTO:</p> <p><b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b></p>
<p>PLANO:</p> <p><b>ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO II</b></p>	<p>FECHA:</p> <p>08/2011</p>	<p>ESCALA:</p> <p>S/E</p>	<p>Nº PLANO:</p> <p>19</p>

# CUADRO SECUNDARIO III

CUADRO DE BT DEL CT



Callibre N° polos	Interruptor diferencial
Inom. Curva	Interruptor automática magnetotérmico
Alumbrado	
Máquinas	

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		DEPARTAMENTO DE EQUIZA ARBIZU, JUDITH	
PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>		REALIZADO:	
PLANO: <b>ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO III</b>		FIRMA:	
FECHA:	08/2011	ESCALA:	S/E
		N° PLANOS:	20



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE  
INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

PLIEGO DE CONDICIONES

Judith Equiza Arbizu

Felix Arroniz Fdez. de Gaceo

Pamplona, 08/09/2011

## 4. PLIEGO DE CONDICIONES

4.1 OBJETO .....	1
4.2 CONDICIONES GENERALES .....	1
4.2.1 normas generales.....	1
4.2.2 Ámbito aplicación.....	1
4.2.3 Conformidad y variación de las condiciones.....	1
4.2.4 Rescisión de contrato .....	1
4.2.5 Condiciones generales .....	2
4.3 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN.....	2
4.3.1 Datos de obra .....	2
4.3.2 Obras que comprende .....	2
4.3.3 Mejoras y variaciones del proyecto .....	3
4.3.4 Personal.....	3
4.3.5 Abonos de obra .....	3
4.4 CONDICIONES PARTICULARES.....	4
4.4.1 Disposiciones aplicables.....	4
4.4.2 Contradicciones y omisiones del proyecto .....	4
4.4.3 Prototipos.....	4
4.5 NORMATIVA GENERAL .....	4
4.6 REDES SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN .....	5
4.6.1 Objetivo.....	5
4.6.2 Condiciones generales .....	5
4.6.3 Ejecución de trabajo.....	5
4.6.4 Trazado de zanjas.....	6
4.6.5 Tendido de conductores .....	6
4.6.6 Identificación de conductores.....	7
4.6.7 Cierre de zanjas.....	7
4.7 RECEPTORES .....	7
4.7.1 Condiciones generales de la instalación .....	7
4.7.2 Receptores de alumbrado, instalación .....	8
4.7.3 Conexiones de receptores.....	8
4.7.4 Receptores a motor, instalación .....	9
4.7.5 Materiales auxiliares .....	9
4.8 PROTECCIONES CONTRA SOBREENTENSIDADES Y SOBRETENSIONES.....	9
4.8.1 Protecciones de las instalaciones.....	9
4.8.1.1 Contra sobreenintensidades .....	9
4.8.1.2 Contra sobrecargas.....	10
4.8.2 Situación de los dispositivos de protección .....	10
4.8.3 Características de los dispositivos.....	10
4.9 PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS.....	11
4.9.1 Protecciones contra contactos directos.....	11
4.9.2 Protecciones contra contactos indirectos.....	11
4.9.3 Puesta a tierra de las masas.....	12
4.10 ALUMBRADOS ESPECIALES.....	12
4.10.1 Alumbrado de emergencia.....	12
4.10.2 Alumbrado de señalización .....	13
4.10.3 Locales.....	13
4.10.4 Fuentes propias de energía.....	13
4.10.5 Instrucciones complementarias .....	13
4.11 LOCAL .....	14
4.11.1 Preinscripciones de carácter general .....	14

4.12 MEJORAMIENTO DEL FACTOR DE POTENCIA.....	14
4.13 PUESTA A TIERRA .....	15
4.13.1 Generalidades .....	15
4.13.2 Ensayos.....	15



## 4. Pliego de condiciones

### 4.1 Objeto

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto definir al Contratista el alcance del trabajo y la ejecución cualitativa del mismo. Determina los requisitos a los que debe de ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de energía Eléctrica cuyas características técnicas se especifican en el Proyecto.

El trabajo eléctrico consistirá en la instalación eléctrica completa de fuerza, alumbrado interior, exterior, toma tierra y el Centro de transformación de la Nave Industrial dedicada a la fabricación de cajas de cartón.

La nave estará situada en el Polígono 3 de Zizur (Navarra), en la parcela 438.

### 4.2 Condiciones generales

#### 4.2.1 Normas generales

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las preinscripciones indicadas en los Reglamentos de Seguridad y Normas Técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones, tanto de ámbito nacional, autonómico como municipal, así como, todas las otras que se establezcan en la Memoria Descriptiva del mismo.

Se adaptarán además, a las presentes condiciones particulares que complementarán las indicadas por los reglamentos y Normas citadas.

#### 4.2.2 Ámbito aplicación

Se aplicará todo lo expuesto en el presente pliego de condiciones en las obras de suministro y colocación de todas y cada una de las piezas o unidades de la obra necesarias para efectuar debidamente la instalación eléctrica de la nave industrial anteriormente descrita.

#### 4.2.3 Conformidad y variación de las condiciones

Se aplicarán estas condiciones para todas incluidas en el apartado anterior, entendiéndose que el contratista, conoce estos pliegos, no admitiéndose otras modificaciones más que aquellas que pudiera introducir el autor del proyecto.

#### 4.2.4 Rescisión del contrato

Se considerarán causas suficientes para la rescisión del contrato las siguientes:

- Primera: Muerte o incapacitación del Contratista.
- Segunda: La quiebra del contratista.
- Tercera: Modificación del proyecto cuando produzca alteración en más p menos el 25% del valor contratado.
- Cuarta; Modificación de las unidades de obra en número superior al 40% del original.



- Quinta: La no iniciación de las obras en el plazo estimado cuando sea por causas ajenas a la Propiedad.
- Sexta: La suspensión de las obras ya iniciadas siempre que el plazo de suspensión sea mayor a seis meses.
- Séptima: Incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique mala fe.
- Octava: Terminación del plazo de ejecución de las obras sin haberse llegado a completar ésta.
- Novena: Actuación de mala fe en la ejecución de los trabajos.
- Décima: Destajar o subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin la autorización del Técnico Director y la Propiedad.

## 4.2.5 Condiciones generales

El contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del trabajo correspondiente, la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en sucesivo se dicten. En particular deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 2402 "Contratación de Obras. Condiciones Generales", siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

## 4.3 Condiciones generales de ejecución

### 4.3.1 Datos de la obra

Se entregará al contratista una copia de la Memoria, Planos y Pliego de Condiciones, así como cuantos datos necesite para la completa ejecución de la obra.

El contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del proyecto.

El contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de la Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá de actualizar diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones, en los datos fijados por el Proyecto, salvo por la aprobación previa del Director de Obra.

### 4.3.2 Obras que comprende

Las obras se ejecutan conforme al proyecto, a las condiciones contenidas en el pliego de condiciones y el particular, si lo hubiese, y de acuerdo con las normas de la empresa suministradora.

Las obras que comprende este proyecto, abarcan el suministro e instalación de los materiales precisos para efectuar la instalación eléctrica en la nave industrial, considerando Nave Industrial a las oficinas, almacenes, nave propiamente dicha, locales no nombrados que se encuentren dentro de la propiedad, así como el centro de transformación.





Las labores comprendidas son las siguientes:

- Los transportes necesarios, tanto para la traída de materiales, como para el envío de estos fuera de la zona.
- Suministros de todo material necesario para las instalaciones.
- Ejecución de los trabajos necesarios para la instalación de todo lo reseñado.
- Colocación de luminarias.
- Colocación de cableado.
- Instalación de las protecciones eléctricas.
- Colocación de bandejas y tubos protectores para cableado.
- Ejecución del centro de transformación.

### 4.3.3 Mejoras y variaciones del proyecto

No se considerarán como mejoras o variaciones del proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por el Director de Obra y convenido precio del proceder a su ejecución.

Las obras delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

### 4.3.4 Personal

El contratista no podrá utilizar personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo la excepción del apartado anterior. Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al trabajo propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo. El contratista deberá tener al frente de los trabajadores un técnico suficientemente especializado a juicio del director de obra.

El contratista deberá emplear en sus trabajos el número de operarios que sean necesarios para llevar a cabo con la conveniente rapidez, así como organizar el número de brigadas que se le indiquen, para trabajar en varios puntos a la vez.

El contratista tendrá al frente de los trabajadores, personal idóneo, el cual deberá atender cuantas ordenes procedan de la dirección técnicas de las obras, estando a la expectativa, con objeto de que se lleven con el orden debido. El contratista es el único responsable de todas las contravenciones que él o su personal cometan durante la ejecución de las obras u operaciones relacionadas con las mismas.

También es responsable de los accidentes o daños por errores, inexperiencia o empleo de métodos inadecuados que se produzcan a la propiedad, a los vecinos o terceros en general. El contratista es el único responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia laboral respecto de su personal y por tanto los accidentes que puedan sobrevenir y de los derechos que puedan derivarse de ellos.

### 4.3.5 Abono de la obra

En el contrato se deberán fijar detalladamente la forma y plazos en que se abonarán las obras. Las liquidaciones parciales que puedan establecerse tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a certificados que resulten de la liquidación final. No suponiendo, dichas liquidaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprenden. Terminadas



las obras se precederá a la liquidación final que se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

Cuando la propiedad o el director de obra presumiese la existencia de vicios o defectos de construcción sea en el curso de la ejecución de la obra o antes de su recepción definitiva, podrán ordenar la demolición y reconstrucción de la parte o extensión necesaria. Los gastos de estas operaciones serán por cuenta del contratista, cuando se confirmen los vicios o defectos supuestos.

## 4.4 Condiciones particulares

### 4.4.1 Disposiciones aplicables

Antes de las disposiciones contenidas en este pliego de condiciones, serán de aplicación en todas las instalaciones lo siguiente:

- Todas las disposiciones generales vigentes para la contratación de obras públicas.
- Normas UNE del instituto de normalización Española y aplicándose ante la no existencia de dichas normativa, las especificaciones recogidas en las Normas Internacionales; ISO, CIE, o en su defecto DIN, UTE o rango equivalente.
- Normas de la compañía suministradora de energía.

### 4.4.2 Contradicciones y omisiones del proyecto

Lo mencionado en la memoria o omitido en los planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos; en caso de contradicciones entre planos y memoria, prevalecerá lo prescrito en esta última.

Las omisiones en los planos o las descripciones erróneas de los detalles de la obra en este pliego de condiciones, no sólo no eximen al contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra, omitidos o erróneamente descritos sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si estuviesen correctamente especificados en los planos y en este pliego de condiciones.

### 4.4.3 Prototipos

Antes de comenzar la obra, el adjudicatario podrá someter a la aprobación de la Dirección de Obras un prototipo de alguno de los materiales de los que consta el proyecto, con los cuales podrán realizarse los ensayos que estimen oportunos.

Tanto los materiales como el importe de los ensayos serán por parte del adjudicatario.

## 4.5 Normativa general

- a) Se calificará como instalación eléctrica de baja tensión todo conjunto de aparatos y circuitos asociados en previsión de un fin particular; producción, conservación, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica, cuyas tensiones nominales sean iguales o inferiores a 1000V para corriente alterna.
- b) Los materiales, aparatos y receptores utilizados en las instalaciones eléctricas de baja tensión cumplirán en lo que se refiere a condiciones de seguridad técnica dimensiones y calidad, lo determinado en el reglamento.



- c) Si en la instalación eléctrica están integrados circuitos en los que las tensiones empleadas son superiores al límite establecido para baja tensión se deberá cumplir en ellos las preinscripciones del reglamento de alta tensión.

**Nota:** en virtud de este artículo se detallará la normativa a cerca del transformador en un capítulo específico del presente pliego.

- d) Cuando se construya un local, edificio, o agrupación de estos, cuya previsión de carga exceda de 50KVA, o cuando la demanda de un nuevo suministro sea superior a esta cifra, la propiedad del inmueble deberá reservar un local destinado al montaje de la instalación de un centro de transformación, cuya disposición en el edificio corresponda a las características de la red de suministro aérea o subterránea y tenga las dimensiones necesarias para el montaje de los quipos y aparatos requeridos para dar suministro de energía previsible. El local, que debe ser de fácil acceso, se destinará exclusivamente a la finalidad prevista y no podrá utilizarse como depósito de materiales, ni de piezas o elementos de recambio.
- e) Corresponde al Ministerio de Industria, con arreglo a la ley del 24 de Noviembre de 1939, la ordenación e inspección de la generación, transformación, distribución y aplicación de la energía eléctrica.
- f) Las delegaciones provinciales del Ministerio de Industrial, autorizarán el enganche y funcionamiento de las instalaciones eléctricas de baja tensión. Según su importancia, sus fines o la peligrosidad de sus características o de su situación, las delegaciones exigirán la presentación de un proyecto de la instalación, suscrito por un técnico competente, antes de iniciarse en el montaje de la misma. En todo caso, y para autorizar cualquier instalación, la delegación deberá recibir y conformar el boletín extendido por el instalador autorizado que realiza el montaje, así como un acta de las pruebas realizadas por la compañía suministradora en la forma en que se establece en las instrucciones complementarias.

## 4.6 Redes subterráneas de baja tensión

### 4.6.1 objetivo

Se determinan las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras en la instalación de redes subterráneas de distribución.

### 4.6.2 Condiciones generales

Se refieren al suministro de los materiales necesarios en la ejecución de las redes subterráneas de baja y media tensión.

Cualquier duda de cualquier tipo que pueda surgir de la interpretación del presente pliego durante el periodo de construcción, será resuelta por el director de obra, cuya interpretación será aceptada inminentemente.

### 4.6.3 Ejecución de trabajo

Corresponde al contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.



## 4.6.4 Trazado de zanjas

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las tomas donde se dejan las llaves para la contención del terreno. Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado. Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se denominarán las protecciones precisas tanto de las zanjas como de los pasos que sean necesarios, así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos. Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a colocar.

## 4.6.5 Tendido de conductores

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable sea superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

En todo caso, el radio de curvatura del cable no debe ser inferior a los valores indicados en las Normas UNE correspondientes relativas a cada tipo de cable. Cuando los cables se tienden a mano los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja. También se puede tender mediante cabrestantes tirando del extremo del cable al que se la habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción de  $\text{mm}^2$  de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tensión.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable. Durante el tendido se tomarán precauciones para evitar que el cable sufra esfuerzos importantes, golpes o rozaduras. No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas, deberá siempre hacerse a mano. Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, siempre bajo la vigilancia del Director de Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a  $0^{\circ}\text{C}$  no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento. No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10cm de arena fina y la protección de rasillas.

La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta con una capa de arena fina en el fondo antes de proceder al tendido del cable. En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando los cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,5m. Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, se deberá efectuar la canalización asegurada con cemento en el tramo afectado.



Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en las que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al Director de Obra y a la empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de obra por parte del Contratista deberá conocer la dirección de los servicios públicos así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

En el caso de que los cables sean unipolares:

- Se recomienda colocar en cada metro y medio por fase y en el neutro unas vueltas de cinta adhesiva para indicar el color distinto de dicho conductor.
- Cada metro y medio, envolviéndose las tres fases de Media Tensión, o las tres fases y el neutro en Baja Tensión, se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos.

## 4.6.6 Identificación del conductor

Los cables deberán llevar marcas que indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características. Estas marcas serán grabadas de forma indeleble y se distanciarán entre sí unos 30cm, tal y como se indica en las normas UNE-21123 y R.U.3305

## 4.6.7 Cierre de zanjas

Una vez colocadas al cable las protecciones señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de excavación, debiendo realizarse los primeros 20cm de forma manual.

El cierre de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10cm de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas si fuese necesario con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno.

El contratista será el responsable de los hundimientos que se produzcan y serán de su cuenta las posteriores reparaciones oportunas. La carga y el transporte a vertederos de las tierras sobrantes están incluidos en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

## 4.7 Receptores

### 4.7.1 Condiciones generales de la instalación

Los receptores que se instalen tendrán que cumplir los requisitos de correcta utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberán producir perturbaciones en las redes de distribución pública ni en las comunicaciones.

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase de local, emplazamiento, utilización, etc...), con los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación necesarias para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos, pueda producirse en funcionamiento. Soportarán la influencia de agentes exteriores a que estén sometidos en servicio: polvo, humedad, gases, etc.



Los circuitos que formen parte de los receptores salvo las excepciones que para cada caso puedan señalar las preinscripciones de carácter particular, deberán estar protegidos contra sobrecargas siendo de aplicación para ellos lo dispuesto en la instrucción ITC BT-22. Se adaptarán las características intensidad-tiempo de los dispositivos, de acuerdo con las características y condiciones de utilización de los receptores a proteger.

#### 4.7.2 Receptores de alumbrado, instalación:

Se prohíbe terminantemente colgar las armaduras de las lámparas utilizando para ellos los conductores que llevan la corriente a las mismas. Las armaduras irán firmemente enganchadas a los techos mediante tirafondos atornillados o sistemas similares. Si se emplea otro sistema de suspensión, este deberá ser firme y estar aislado totalmente de la armadura.

En caso de lámparas fluorescentes se utilizarán modelos iguales o similares a los presentados en la memoria, siendo la única condición que lleven una corrección del factor de potencia de por lo menos 0,90.

Para la instalación de lámparas suspendidas en el exterior, se seguirá lo dispuesto en la ITC BT-09 del RBT.

#### 4.7.3 Conexiones de receptores

Todo receptor será accionado por un dispositivo que puede ir incorporado al mismo o a la instalación de alimentación. Para este accionamiento se utilizará alguno de los dispositivos indicados en la ITC BT-43.

Se admitirá, cuando preinscripciones particulares no señalen lo contrario, que el accionamiento afecta a un conjunto de receptores.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por intermedio de un conducto móvil. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento, proceder a su mantenimiento y controlar esta conexión. Si la conexión se efectuara por intermedio de un conductor móvil, este incluirá el número de conductores necesarios y, si procede, el conductor de protección.

En cualquier caso, los conductores en la entrada del aparato estarán protegidos contra riesgos de tracción, torsión, cizallamiento, abrasión, plegados excesivos, etc., por medio de dispositivos apropiados constituidos por materiales aislantes. No se permitirá anudar los conductores o atarlos al receptor. Los conductores de protección tendrán una longitud tal que, en caso de fallar el dispositivo impeditivo de tracción, queden únicamente sometidos hasta después que la hayan soportado los conductores de alimentación.

En los receptores que produzcan calor, si las partes del mismo que puedan tocar su conducto de alimentación alcanza más de 85°C de temperatura, la envolvente exterior del conductor no será de materia termoplástica.

La conexión de conductores móviles a la instalación alimentadora se realizará utilizando:

- Tomas de corriente.
- Cajas de conexión.
- Trole para el caso de vehículos a tracción eléctrica o aparatos móviles.



## 4.7.4 Receptores a motor, Instalación:

Los motores se instalarán de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. No estarán nunca en contacto con materiales fácilmente combustibles, guardando las siguientes distancias de seguridad:

- 0,5m si la potencia del motor es igual o menor a 1KW.
- 1m si la potencia nominal es superior a 1KW.

Todos los motores de potencia superior a 0,25CV y todos los situados en los locales con riesgo de incendio o explosión tendrán su instalación propia de protección. Ésta constará de por los menos un juego de fusibles cortacircuitos de acuerdo con las características del motor.

También se dotará al motor de un sistema de protección contra la falta de tensión mediante un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes o perjudicar a éste.

## 4.7.5 Materiales auxiliares

Toda la tornillería, así como arandelas, tuercas, contratueras, etc., que se utilizan como material auxiliar de la instalación eléctrica, serán de acero inoxidable. La pasta de sellado de tubos metálicos, cajas de derivación, etc., será por cuenta del contratista.

Todos los tubos protectores de PVC estarán sellados con espuma de poliuretano o producto equivalente.

# 4.8 Protecciones contra sobreintensidades y sobretensiones

## 4.8.1 Protección de las instalaciones

### 4.8.1.1 Contra sobreintensidades

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interpretación de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluyendo el conductor neutro o compensador, estarán protegidos contra los efectos de sobreintensidades.

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



### 4.8.1.2 Contra sobrecargas

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

El dispositivo de protección general puede estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar o por un interruptor automático que corte únicamente los conductores de fase o polares bajo la acción del elemento que controle la corriente en el conductor neutro.

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

### 4.8.2 Situación de los dispositivos de protección

Todos los dispositivos de protección se instalarán en los diferentes cuadros instalados en la nave. Estos dispositivos protegerán tanto a las instalaciones como a las personas contra sobrecarga y cortocircuitos.

Se instalarán a tal interruptor automático, diferencial y fusibles.

### 4.8.3 Características de los dispositivos

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

Los fusibles irán colocados sobre material aislante incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Cumplirán la condición de permitir su recambio bajo tensión de la instalación sin peligro alguno. Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo.

Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger en su funcionamiento a las curvas intensidad-tiempo adecuadas. Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de si instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito.

Los interruptores automáticos, llevarán marcada la intensidad y tensiones nominales, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse y el símbolo que indique las características de desconexión, de acuerdo con la norma que le corresponda, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.





## 4.9 Protecciones contra contactos directos e indirectos

### 4.9.1 Protección contra contactos directos

Para considerar satisfactoria la protección contra los contactos directos se tomará una de las siguientes medidas:

- Alejamiento de las partes activas de la instalación del lugar donde circulen las personas habitualmente son un mínimo de 2,5m hacia arriba, 1m abajo y 1m lateralmente.
- Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Los obstáculos deben estar fijados de forma segura y resistir a los esfuerzos mecánicos usuales que pueden presentarse en su función.
- Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medios de un aislamiento apropiado capaz de conservar sus propiedades con el tiempo y que limite la corriente de contacto a un valor no superior a 1mA.

### 4.9.2 Protección contra contactos indirectos

Para la elección de las medidas de protección contra contactos indirectos, se tendrá en cuenta la naturaleza de los locales o emplazamientos, las masas y los elementos conductores, la extensión e importancia de la instalación, etc., que obligarán en cada caso a adoptar la medida de protección más adecuada.

Para instalaciones con tensiones superiores a 250V con relación a tierra es necesario establecer sistemas de protección cualquiera que sea el local, naturaleza del suelo, etc.

Las medidas de protección contra contactos indirectos pueden ser de las clases siguientes:

#### **Clase A:**

Se basa en los siguientes sistemas:

- Separación de circuitos.
- Empleo de pequeñas tensiones.
- Separación entre las partes activas y las masas accesibles por medio de aislamientos de protección; inaccesibilidad sumulatáneamente de elementos conductores y masas.
- Recubrimiento de las masas con aislamientos de protección.
- Conexiones equipotenciales.

#### **Clase B:**

Se basa en los siguientes sistemas:

- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.
- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por tensión de defecto.
- Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.



La aplicación de los sistemas de protección de la Clase A no es generalmente posible, sin embargo, se puede aplicar de manera limitada y solamente para ciertos equipos, materiales o partes de la instalación.

### 4.9.3 Puesta a tierra de las masas

Este sistema de protección consiste en la puesta a tierra de las masas, asociada a un dispositivo de corte automático sensible a la intensidad de defecto que origine la desconexión de la instalación defectuosa. Requiere que se cumplan las condiciones siguientes:

En instalaciones con el punto neutro unido directamente a tierra (como es el caso):

- La corriente a tierra producida por un solo defecto franco debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 segundos.
- Una masa cualquiera no puede permanecer en relación a una toma de tierra eléctricamente distinta, a un potencial superior, en valor eficaz a:
  - 24 voltios en locales conductores
  - 50 voltios en los demás casos
- Todas las masas de una instalación deber estar unidas a la misma toma de tierra.

Se utilizarán como dispositivos de corte automáticos sensibles a la corriente de defecto interruptores diferenciales. Los diferenciales provocan la apertura automática de la instalación cuando la suma vectorial de las intensidades que atraviesan los polos del aparato alcanza un valor determinado.

El valor mínimo de la corriente de defecto, a partir de la cual el interruptor diferencial abre automáticamente, en su tiempo conveniente a la instalación de proteger, determina la sensibilidad de funcionamiento del aparato.

## 4.10 Alumbrados especiales

### 4.10.1 Alumbrado de emergencia

Es aquel que debe permitir, en caso de fallo del alumbrado general, la evacuación segura y fácil del personal hacia el exterior. Solamente podrá ser alimentado por fuentes propias de energía, sean o no exclusivas para dicho alumbrado, pero no por fuente de suministro exterior, cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos automáticos, se podrá utilizar un suministro exterior para proceder a su carga.

El alumbrado de emergencia deberá poder funcionar durante un mínimo de una hora proporcionando en el eje de los pasos principales una iluminación adecuada.

Este alumbrado se instalará en las salidas y en las señales indicadoras de la dirección de las mismas. Si hay un cuadro principal de distribución, en el local donde éste se instale, así como sus accesos, estarán provistos de alumbrado de emergencia.

Deberán entrar en funcionamiento al producirse el fallo de los alumbrados generales o cuando la tensión de estos baje al menos del 70% de su tensión nominal.



## 4.10.2 Alumbrado de señalización

Es el que se instala para funcionar de modo continuo durante determinados periodos de tiempo. Este alumbrado debe señalar de modo permanente la situación de puertas pasillos, escaleras y salidas de los locales, durante todo el tiempo que permanezcan con público. Deberá ser alimentado, al menos por dos suministros, sean ellos normales, complementarios o procedentes de fuentes propia de energía eléctrica. Deberá proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 Lux.

Cuando el suministro habitual del alumbrado de señalización falle, o su tensión baje a menos del 70% de su valor nominal, la alimentación del alumbrado de señalización pasará automáticamente al segundo suministro.

Cuando los locales o dependencias que deban iluminarse con este alumbrado coincidan con los que precisan alumbrado de emergencia, los puntos de luz de ambos alumbrados podrán ser los mismos.

## 4.10.3 Locales

- Con alumbrado de emergencia: Todos los locales de reunión que puedan albergar 300 personas o más, los locales de espectáculos y los establecimientos sanitarios.
- Con alumbrado de señalización: Estacionamientos subterráneos de vehículos, teatros y cines en sala oscura, grandes establecimientos sanitarios y cualquier otro local donde puedan producirse aglomeraciones de público en horas o lugares en los que la iluminación natural de luz solar no sea suficiente para proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 Lux.

## 4.10.4 Fuentes propias de energía

La fuente propia de energía estará construida por baterías de acumuladores o aparatos automáticos autónomos o grupos electrógenos: la puesta en funcionamiento de unos y otros se producirá al producirse la falta de tensión en los circuitos alimentados por los diferentes suministros procedentes de la empresa o empresas distribuidoras de energía eléctrica, o cuando aquella tensión descienda por debajo del 70% de su valor nominal. La fuente propia de energía en ningún caso podrá estar constituida por baterías de pilas.

## 4.10.5 Instrucciones complementarias

Las líneas que alimentan directamente los circuitos individuales de las lámparas de los alumbrados especiales estarán protegidas por interruptores automáticos con una intensidad nominal de 10A como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz, o si en el local existen varios puntos de luz estos deberán ser alimentados por, al menos, dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a 12.



## 4.11 Local

### 4.11.1 Preinscripciones de carácter general

Las instalaciones en los locales a que afectan las presentes preinscripciones, cumplirán las condiciones de carácter general que a continuación se señalan, así como para determinados locales, las complementarias que más adelante se fijan:

- a) Será necesario disponer de una acometida individual, siempre que el conjunto de las dependencias del local considerado constituya un edificio independiente o, igualmente, en el caso en que existan varios locales o viviendas en el mismo edificio y la potencia instalada en el local de pública concurrencia lo justifique.
- b) El cuadro general de distribución deberá colocarse en el punto más próximo posible a la entrada de la acometida o de la derivación individual y se colocará junto o sobre el dispositivo de mando y protección preceptivo según la instrucción MI BT-16. Cuando no sea posible la instalación del cuadro general en este punto, se instalará, de todas formas en dicho punto, un dispositivo de mando y protección. Del citado general saldrán las líneas que alimentan directamente los aparatos receptores o bien las líneas generales de distribución a las que se conectará mediante cajas o a través de cuadros secundarios.
- c) El cuadro general de distribución e, igualmente, los cuadros secundarios, se instalarán en locales o recintos a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro acusado de incendios o de pánico (cabinas de proyección, escenarios, salas de público, escaparates...), por medio de elementos a prueba de incendios y puertas no propagadoras del fuego. Los contadores podrán instalarse en otro lugar, de acuerdo con la empresa distribuidora de energía eléctrica.
- d) En el cuadro general de distribución o en los secundarios se dispondrán dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución, y las de alimentación directa a receptores. Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se colocará una placa indicadora del circuito al que pertenecen.
- e) En las instalaciones para alumbrado de locales o dependencias donde se reúna público, el número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas a alimentar, deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de las lámparas instaladas en los locales o dependencias que se iluminan alimentadas por dichas líneas.
- f) Las canalizaciones estarán constituidas por:
  - Conductores aislados, de tensión nominal no inferior a 750V, colocados bajo tubos protectores, de tipo no propagador de la llama, preferentemente empotrados, en especial en las zonas accesibles al público.
  - Conductores aislados, de tensión nominal no inferior a 750V, con cubierta de protección, colocados en huecos de la construcción, totalmente contruidos en materiales incombustibles.
  - Conductores rígidos, aislados de tensión nominal no inferior a 1000V, armados directamente sobre paredes.
- g) Se adoptarán las disposiciones convenientes para que las instalaciones no puedan ser alimentadas simultáneamente por dos fuentes de alimentación independientes entre sí.

## 4.12 Mejoramiento del factor de potencia

Las instalaciones que suministren energía a receptores de los que resulte un factor de potencia inferior a 0,90 deberán ser compensadas, si que en ningún momento la energía absorbida por la red pueda ser capacitiva.



La compensación del factor de potencia podrá hacerse por una de las dos formas siguientes:

- Por cada receptor o grupo de receptores que funcionen por medio de un solo interruptor; es decir funcionen simultáneamente.
- Por la totalidad de la instalación. En este caso, la instalación de compensación ha de estar dispuesta para que, de forma automática, asegure que la variación del factor de potencia no sea superior a un 10% del valor medio obtenido en un prolongado periodo de funcionamiento.

Cuando se instalen condensadores y la conexión de éstos con los receptores pueda ser cortada por medio de interruptores, estarán provistos aquellos de resistencias o reactancias de descarga a tierra.

## 4.13 Puesta a tierra

### 4.13.1 Generalidades

En cada instalación se efectuará una red de tierra. El conjunto de líneas y tomas de tierra tendrán unas características tales, que las masas metálicas no podrán ponerse a una tensión superior a 24V, respecto de la tierra.

Todas las carcasas de aparatos de alumbrado, así como enchufes..., dispondrán de su toma de tierra, conectada a una red general independiente de la de los centros de transformación y de acuerdo con el Reglamento de BT.

Las instalaciones de toma de tierra, seguirán las normas establecidas en el RBT y sus instrucciones complementarias.

Los materiales que compondrán la red de tierra estarán formados por placas, electrodos, terminales, cajas de pruebas con sus terminales de aislamiento y medición, etc....

Donde se prevea falta de humedad o terreno de poca resistencia se colocarán tubos de humidificación además de reforzar la red con aditivos químicos. La resistencia mínima a corregir no alcanzará los 4 ohmios.

La estructura de obra civil será conectada a tierra. Todos los empalmes serán tipo soldadura aluminotermia sistema CADWELL o similar.

### 4.13.2 Ensayos

La recepción de los materiales se hará comprobando que cumplan las condiciones funcionales y de calidad fijadas en el RBT y en el resto de normativas vigente.

Cuando el material llegue a la obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas normativas, su recepción se realizará comprobando únicamente sus características aparentes.

El tipo de ensayos a realizar, así como su número y las condiciones de no aceptación automática serán fijados por la NTE-IEP/1973: "Instalaciones de electricidad: Puesta a Tierra".



PAMPLONA, SEPTIEMBRE 2011-09-02

Judith Equiza Arbizu



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE  
INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

PRESUPUESTO

Judith Equiza Arbizu

Felix Arroniz Fdez. de Gaceo

Pamplona, 08/09/2011

## 5. PRESUPUESTO

5.1 CAPÍTULO I, Acometida .....	1
5.2 CAPÍTULO II, Protecciones.....	1
5.2.1 Cuadro General de Distribución .....	1
5.2.2 Cuadro Secundario I .....	1
5.2.3 Cuadro Secundario II .....	2
5.2.4 Cuadro Secundario III .....	2
5.2.5 Cuadro de Oficinas I .....	3
5.2.6 Cuadro de Oficinas II .....	3
5.2.7 Cuadro de Alumbrado Nave.....	4
5.2.8 Armarios Cuadros Secundarios .....	4
5.2.9 Resumen protecciones.....	4
5.3 CAPÍTULO II, Conductores, Tubos y Canalizaciones .....	5
5.3.1 Conductores .....	5
5.3.2 Tubos .....	5
5.3.3 Canalizaciones .....	6
5.3.4 Resumen.....	6
5.4 CAPÍTULO IV, Puesta a Tierra .....	6
5.5 CAPÍTULO V, Equipos de alumbrado .....	7
5.5.1 Alumbrado Interior .....	7
5.5.2 Alumbrado Exterior .....	7
5.5.3 Alumbrado de Emergencia.....	8
5.5.4 Resumen Equipos de alumbrado .....	8
5.6 CAPÍTULO VI, Elementos varios.....	8
5.7 CAPÍTULO VII, Compensación de energía reactiva.....	9
5.8 CAPÍTULO VIII, Centro de Transformación .....	9
5.8.1 Obra Civil .....	9
5.8.2 Caseta del Centro .....	9
5.8.3 Transformador de potencia .....	10
5.8.4 Aparamenta de MT .....	10
5.8.5 Equipo de BT .....	10
5.8.6 Puesta a tierra del centro.....	11
5.8.7 Resumen CT.....	11
5.9 CAPÍTULO IX, Equipo de seguridad y salud .....	12
5.10 RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE INSTALACIÓN.....	13



## 5. Presupuesto

### 5.1 Capítulo I: Acometida

Nº orden	Ud	Descripcion	Cantidad	Precio unitario(€)	Importe(€)
5.1.1	m	Marca: PRYSMIAN Cable RZ1-k 0.6/1 KV Flexible 3(2x240+240 mm2) cobre	25	26,75	668,75
5.1.2	m	Bajo tubo, subterránea, corrugado	25	5,25	131,25
5.1.3	m	Zanja sobre tierra de 40x70 cm. Con arena lavada debajo de tubo y rellano de tierra excavada	25	3,15	78,75
5.1.4	h	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	5	22,5	112,5
				<b>Subtotal</b>	<b>991,25</b>

### 5.2 Capítulo II: Protecciones

#### 5.2.1 Cuadro general de distribución

Nº orden	Ud	Descripcion	Cantidad	Precio unitario(€)	Importe(€)
5.2.1.1	Ud	interruptor magnetotérmico IV pdC 36KA calibre 40A curva C	1	228,35	228,35
5.2.1.2	Ud	interruptor magnetotérmico IV pdC 36KA calibre 100A regulable	2	1681,88	3363,76
5.2.1.3	Ud	interruptor magnetotérmico IV pdC 36KA calibre 160A regulable	2	2189,05	4378,1
5.2.1.4	Ud	interruptor magnetotérmico IV pdC 36KA calibre 250A regulable	2	3931,1	7862,2
5.2.1.5	Ud	interruptor magnetotérmico IV pdC 50KA calibre 630A regulable	1	4030,55	4030,55
5.2.1.6	Ud	relé diferencial MERLIN GERIN VIGIREX RH10E Toroide 300mA 1000A IV	1	658,5	658,5
5.2.1.7	Ud	relé diferencial MERLIN GERIN VIGIREX RH10E Toroide 600mA 1000A IV	2	658,5	1317
5.2.1.8	Ud	interruptor diferencial 300mA 63 A IV	1	158,2	158,2
5.2.1.9	h	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	5	22,5	112,5
				<b>Subtotal</b>	<b>22109,16</b>

#### 5.2.2 Cuadro secundario I

Nº orden	Ud	Descripcion	Cantidad	Precio unitario(€)	Importe(€)
5.2.2.1	Ud	interruptor magnetotérmico IV pdC 36KA calibre 250A regulable	1	3931,1	3931,1
5.2.2.2	Ud	interruptor magnetotérmico IV pdC 10KA calibre 20A curva D	6	72,2	433,2
5.2.2.3	Ud	interruptor magnetotérmico IV pdC 10KA calibre 32A curva D	1	95,3	95,3
5.2.2.4	Ud	interruptor magnetotérmico IV pdC 10KA calibre 16A curva D	1	50,7	50,7



5.2.2.5	Ud	interruptor magnetotérmico II pdC 10KA calibre 6A curva C	3	22,55	67,65
5.2.2.6	Ud	interruptor magnetotérmico II pdC 10KA calibre 10A curva C	1	45,6	45,6
5.2.2.7	Ud	interruptor magnetotérmico IV pdC 10KA calibre 6A curva C	3	22,55	67,65
5.2.2.8	Ud	interruptor diferencial 30mA 25 A II	1	30,2	30,2
5.2.2.9	Ud	interruptor diferencial 30mA 25 A IV	2	30,2	60,4
5.2.2.10	Ud	interruptor diferencial 300mA 45 A IV	4	115,7	462,8
5.2.2.11	Ud	interruptor diferencial 300mA 63 A IV	2	158,2	316,4
5.2.2.12	h	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	5	22,5	112,5
				<b>Subtotal</b>	<b>5673,5</b>

### 5.2.3 Cuadro secundario II

Nº orden	Ud	Descripcion	Cantidad	Precio unitario(€)	Importe(€)
5.2.3.1	Ud	interruptor magnetotérmico IV pdC 36KA calibre 160A regulable	1	2189,05	2189,05
5.2.3.2	Ud	interruptor magnetotérmico IV pdC 10KA calibre 10A curva D	2	45,6	91,2
5.2.3.3	Ud	interruptor magnetotérmico IV pdC 10KA calibre 16A curva D	4	50,7	202,8
5.2.3.4	Ud	interruptor magnetotérmico IV pdC 10KA calibre 16A curva C	2	50,7	101,4
5.2.3.5	Ud	interruptor magnetotérmico IV pdC 6KA calibre 6A curva C	3	20,3	60,9
5.2.3.6	Ud	interruptor magnetotérmico IV pdC 10KA calibre 32A curva D	1	95,3	95,3
5.2.3.7	Ud	interruptor magnetotérmico IV pdC 10KA calibre 20A curva D	1	72,2	72,2
5.2.3.8	Ud	interruptor diferencial 30mA 25 A IV	1	30,2	30,2
5.2.3.9	Ud	interruptor diferencial 300mA 25A IV	4	30,2	120,8
5.2.3.10	Ud	interruptor diferencial 300mA 63A IV	1	158,2	158,2
5.2.3.11	h	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	5	22,5	112,5
				<b>Subtotal</b>	<b>3234,55</b>

### 5.2.4 Cuadro Secundario III

Nº orden	Ud	Descripcion	Cantidad	Precio unitario(€)	Importe(€)
5.2.4.1	Ud	interruptor magnetotérmico IV pdC 36KA calibre 160A regulable	1	2189,05	2189,05
5.2.4.2	Ud	interruptor magnetotérmico IV pdC 15KA calibre 40A curva D	1	122,8	122,8
5.2.4.3	Ud	interruptor magnetotérmico IV pdC 20KA calibre 32A curva C	1	170,6	170,6
5.2.4.4	Ud	interruptor magnetotérmico IV pdC 20KA calibre 32A curva D	1	170,6	170,6
5.2.4.5	Ud	interruptor magnetotérmico IV pdC 15KA calibre 25A curva D	1	110,5	110,5
5.2.4.6	Ud	interruptor magnetotérmico IV pdC 25KA calibre 20A curva D	2	105,3	210,6
5.2.4.7	Ud	interruptor magnetotérmico IV pdC 25KA calibre 10A curva C	1	47,8	47,8



5.2.4.8	Ud	interruptor magnetotérmico IV pdC 25KA calibre 10A curva D	1	47,8	47,8
5.2.4.9	Ud	interruptor magnetotérmico IV pdC 6KA calibre 6A curva C	2	20,3	40,6
5.2.4.10	Ud	interruptor diferencial 30mA 25A IV	1	30,2	30,2
5.2.4.11	Ud	interruptor diferencial 300mA 45A IV	2	115,7	231,4
5.2.4.12	Ud	interruptor diferencial 300mA 63A IV	2	158,2	316,4
5.2.4.13	h	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	5	22,5	112,5
				<b>Subtotal</b>	<b>3800,85</b>

## 5.2.5 Cuadro de Oficinas I

Nº orden	Ud	Descripcion	Cantidad	Precio unitario(€)	Importe(€)
5.2.5.1	Ud	interruptor magnetotérmico IV pdC 36KA calibre 40A curva C	1	228,35	228,35
5.2.5.2	Ud	interruptor magnetotérmico II pdC 10KA calibre 16A curva C	4	50,7	202,8
5.2.5.3	Ud	interruptor magnetotérmico II pdC 10KA calibre 20A curva C	1	72,2	72,2
5.2.5.4	Ud	interruptor magnetotérmico II pdC 10KA calibre 10A curva C	1	45,6	45,6
5.2.5.5	Ud	interruptor diferencial 30mA 40A IV	1	112,6	112,6
5.2.5.6	Ud	interruptor diferencial 30mA 63A IV	1	158,2	158,2
5.2.5.7	h	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	5	22,5	112,5
				<b>Subtotal</b>	<b>932,25</b>

## 5.2.6 Cuadro de Oficinas II

Nº orden	Ud	Descripcion	Cantidad	Precio unitario(€)	Importe(€)
5.2.6.1	Ud	interruptor magnetotérmico IV pdC 36KA calibre 100A regulable	1	1681,88	1681,88
5.2.6.2	Ud	interruptor magnetotérmico II pdC 6KA calibre 6A curva C	5	20,3	101,5
5.2.6.3	Ud	interruptor magnetotérmico II pdC 6KA calibre 10A curva C	2	42,3	84,6
5.2.6.4	Ud	interruptor magnetotérmico II pdC 6KA calibre 16A curva C	1	32,45	32,45
5.2.6.5	Ud	interruptor diferencial 30mA 25 A III	1	30,2	30,2
5.2.6.6	Ud	interruptor diferencial 30mA 25 A IV	1	30,2	30,2
5.2.6.7	Ud	interruptor diferencial 30mA 40A IV	1	112,6	112,6
5.2.6.8	h	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	5	22,5	112,5
				<b>Subtotal</b>	<b>2185,93</b>

## 5.2.7 Cuadro Alumbrado nave

Nº orden	Ud	Descripción	Cantidad	Precio unitario(€)	Importe(€)
5.2.7.1	Ud	interruptor magnetotérmico II pdC 10KA calibre 6A curva C	1	21,3	21,3
5.2.7.2	Ud	interruptor magnetotérmico II pdC 10KA calibre 10A curva C	2	45,6	91,2
5.2.7.3	Ud	interruptor magnetotérmico II pdC 10KA calibre 16A curva C	5	50,7	253,5
5.2.7.4	Ud	interruptor magnetotérmico II pdC10kA calibre 20A curva C	1	72,2	72,2
5.2.7.5	Ud	interruptor magnetotérmico II pdC 36kA calibre 100A regulable	1	286,45	286,45
5.2.7.6	Ud	interruptor diferencial 30mA 15 A III	1	38,4	38,4
5.2.7.7	Ud	interruptor diferencial 30mA 40A IV	1	112,6	112,6
5.2.7.8	Ud	interruptor diferencial 30mA 63 A IV	1	158,2	158,2
5.2.7.9	h	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	5	22,5	112,5
				<b>Subtotal</b>	<b>1146,35</b>

## 5.2.8 Armarios cuadros secundarios

Nº orden	Ud	Descripción	Cuadro	Cantidad	Precio unitario(€)	Importe(€)
5.2.8.1	m	Armario metálico ABB modelo ARTU K, o similar, de dimensiones 2231x2388x362 construido en chapa de acero de 2mm de espesor laminada y plegada en frío, pintada exterior e interiormente con pintura epoxy endurecida al horno y soportes de barras. Totalmente colocado	General Distribucion	1	1969,73	1969,73
5.2.8.2	m	Armario metálico de distribución. Marca: Merlin Gerin. Model: Prisma, Sistema G, con IP55, de 11 módulos, de medida: 650x600x250 mm. Con su placa de montaje y puesta a tierra Ref: 08303	Oficinas y Alumbrado	3	188,72	566,16
5.2.8.3	m	Armario metálico de distribución. Marca: Merlin Gerin. Model: Prisma, Sistema G, con IP55, de 15 módulos, de medida: 850x600x250 mm. Con su placa de montaje y puesta a tierra Ref: 08304	Secundarios I,II y III	3	214,16	642,48
				<b>Subtotal</b>	<b>3178,37</b>	

## 5.2.9 Resumen protecciones

Nº Orden	Presupuesto Total, Capítulo II	Importe (€)
5.2.9.1	Cuadro General de Distribución	22109,16
5.2.9.2	Cuadro Sec. I	5673,50
5.2.9.3	Cuadro Sec. II	3234,55
5.2.9.4	Cuadro Sec. III	3800,85
5.2.9.5	Cuadro de Oficinas I	932,25
5.2.9.6	Cuadro de Oficinas II	932,25
5.2.9.7	Cuadro de Alumbrado	1146,35
5.2.9.8	Armario de cuadros Secundarios	3178,37
<b>Subtotal</b>		<b>41007,28</b>

## 5.3 Capítulo III: Conductores, tubos y canalizaciones

### 5.3.1 Conductores

Nº orden	Ud	Descripcion	Cantidad	Precio unitario(€)	Importe(€)
5.3.1.1	m	Cable RZ1 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 10 mm <sup>2</sup>	8025	7,3	58582,5
5.3.1.2	m	Cable RZ1 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 16mm <sup>2</sup>	13565	8,8	119372
5.3.1.3	m	Cable RZ1 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 6 mm <sup>2</sup>	18160	5,2	94432
5.3.1.4	m	Cable RZ1 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 25 mm <sup>2</sup>	12735	12,6	160461
5.3.1.5	m	Cable RZ1 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 120 mm <sup>2</sup>	7840	45,3	355152
5.3.1.6	m	Cable RZ1 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 50 mm <sup>2</sup>	3420	20,3	69426
5.3.1.7	m	Cable RZ1-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 4 mm <sup>2</sup> Cu	880	4,8	4224
5.3.1.8	m	Cable RZ1-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 150 mm <sup>2</sup> Cu	3300	50,6	166980
5.3.1.9	m	Cable RZ1-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 240 mm <sup>2</sup> Cu	175	70,9	12407,5
5.3.1.10	m	Cable RZ1-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 95 mm <sup>2</sup> Cu	492	33,7	16580,4
5.3.1.11	m	Cable RZ1 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 70 mm <sup>2</sup>	7220	27,2	196384
5.3.1.12	m	Cable RZ1 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 35 mm <sup>2</sup>	10095	14,9	150415,5
5.3.1.13	h	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	5	22,5	112,5
				<b>Subtotal</b>	<b>1404529,4</b>

### 4.3.2 Tubos

Nº orden	Ud	Descripcion	Cantidad	Precio unitario(€)	Importe(€)
4.3.2.1	m	Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, Ø 32 mm	600	0,8	480
4.3.2.2	m	Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, Ø 50 mm	1740	1,1	1914
4.3.2.3	m	Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, Ø 40 mm	300	1	300
4.3.2.4	m	Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, Ø 25 mm	2440	0,5	1220
4.3.2.5	m	Tubo de metálico de acero Ø 50 mm	5625	1,2	6750
4.3.2.6	m	Tubo de metálico de acero Ø 63 mm	2940	1,32	3880,8
4.3.2.7	m	Tubo de metálico de acero Ø 40 mm	1260	1,1	1386
4.3.2.8	m	Tubo de metálico de acero Ø 25 mm	1398	0,75	1048,5
4.3.2.9	m	Tubo de metálico de acero Ø 32 mm	885	0,9	796,5
4.3.2.10	h	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	6	22,5	135
				<b>Subtotal</b>	<b>17910,8</b>

### 4.3.3 Canalizaciones

Nº orden	Ud	Descripcion	Cantidad	Precio unitario(€)	Importe(€)
4.3.2.1	m	Soporte para la bandeja (cada 3 m) Marca: Pemsaband Modelo: Omega	766	6,58	5040,28
4.3.2.2	m	Montaje superficial	2300	5,2	11960
4.3.2.3	m	Tubo grapado	15	2,5	37,5
4.3.2.4	h	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	5	22,5	112,5
<b>Subtotal</b>					<b>17150,28</b>

### 4.3.4 Resumen

Nº Orden	Presupuesto Total, Capítulo II	Importe (€)
4.3.4.1	Conductores	1404529,40
4.3.4.2	Tubos	17910,80
4.3.4.3	Canalizaciones	17150,28
<b>Subtotal</b>		<b>1439590,48</b>

## 5.4 Capítulo IV: Puesta a tierra

Nº orden	Ud	Descripcion	Cantidad	Precio unitario(€)	Importe(€)
5.4.1	Ud	Pica de tierra de 2 metros de longitud de acero-cobre. Incluida soldadura aluminotérmica CADWEL a la red de tierra y otros accesorios.	8	14,35	114,8
5.4.2	Ud	Arqueta de registro de instalación de tierra con tapa de registro URIARTE TR-230, recibida en hormigón HM-20-E-40-2B de espesor 25 cm y 80 cm de profundidad.	8	27,32	218,56
5.4.3	Ud	Red de tierra constituida con cable de cobre desnudo de 50 mm <sup>2</sup> de sección.	100	5,44	544
5.4.4	Ud	Caja de seccionamiento de tierra URIARTE CCST-50 con pletina de seccionamiento y bornes de conexión. Incluidos accesorios.	1	25,87	25,87
5.4.5	h	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	5	22,5	112,5
<b>Subtotal</b>					<b>1015,73</b>

## 5.5 Capítulo V: Equipos de alumbrado

### 5.5.1 Alumbrado Interior

Nº Orden	Ud	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.5.1.1	Ud	Mazda TCS097 2xTL-D36W HFP VP	5	155,50	777,50
		Mano de Obra: Electricista			
5.5.1.2	h	Ayudate electricista	1,5	30,86	46,29
5.5.1.3	Ud	Mazda TCS097 2xTL-D58W HFP VP	74	156,13	11553,62
		Mano de Obra: Electricista			
5.5.1.4	h	Ayudate electricista	22,2	30,86	685,09
5.5.1.5	Ud	Philips LuxSpace BBS481 1xDLED-3000	60	275,00	16500,00
		Mano de Obra: Electricista			
5.5.1.6	h	Ayudate electricista	48	30,86	1481,28
5.5.1.7	Ud	Philips TBS162 4xTL-D18W HFP L1	32	147,91	4733,12
		Mano de Obra: Electricista			
5.5.1.8	h	Ayudate electricista	25,6	30,86	790,02
5.5.1.9	Ud	Philips TBS331 3xTL-D18W HFP L1	50	134,88	6744,00
		Mano de Obra: Electricista			
5.5.1.10	h	Ayudate electricista	40	30,86	1234,40
5.5.1.11	Ud	Philips TBS331 4xTL5-24W HFP L1	107	172,25	18430,75
		Mano de Obra: Electricista			
5.5.1.12	h	Ayudate electricista	85,6	30,86	2641,62
5.5.1.13	Ud	ERCO 87610000 Parabelle Downlight pendular 1xHIT-CE 70W	42	201,53	8464,26
		Mano de Obra: Electricista			
5.5.1.14	h	Ayudate electricista	16,8	30,86	518,45
5.5.1.15	Ud	Philips HPK080 1xHPI-P400W-BU R GC	72	216,00	15552,00
		Mano de Obra: Electricista			
5.5.1.16	h	Ayudate electricista	21,6	30,86	666,58
				<b>Subtotal</b>	<b>90152,39</b>

### 5.5.2 Alumbrado exterior

Nº Orden	Ud	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.5.2.1	Ud	Philips SNF300 - MASTER HPI-T Plus - 250 W	12	487,00	5844,00
		Mano de Obra: Electricista			
5.5.2.2	h	Ayudate electricista	3,6	30,86	111,10
				<b>Subtotal</b>	<b>5844,00</b>

### 5.5.3 Alumbrado de emergencia

Nº Orden	Ud	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.5.3.1	Ud	Legrand G5 0617 76 de 16W	24	326,87	7844,88
	h	Mano de Obra: Electricista			
5.5.3.2		Ayudate electricista	9,6	30,86	296,26
5.5.3.3	Ud	Legrand G5 0617 61 de 8W	5	210,83	1054,15
	h	Mano de Obra: Electricista			
5.5.3.4		Ayudate electricista	2	30,86	61,72
5.5.3.5	Ud	Legrand G5 0617 64 de 16W	5	203,36	1016,80
	h	Mano de Obra: Electricista			
5.5.3.6		Ayudate electricista	2	30,86	61,72
5.5.3.7	Ud	Legrand L31 6610 19 de 6W	25	106,61	2665,25
	h	Mano de Obra: Electricista			
5.5.3.8		Ayudate electricista	10	30,86	308,60
5.5.3.9	Ud	Legrand NT 0618 35 de 11W	16	277,94	4447,04
	h	Mano de Obra: Electricista			
5.5.3.10		Ayudate electricista	6,4	30,86	197,50
5.5.3.11	Ud	Legrand NFL 0618 49 de 13W	9	293,12	2638,08
	h	Mano de Obra: Electricista			
5.5.3.12		Ayudate electricista	3,6	30,86	111,10
				<b>Subtotal</b>	<b>20592,00</b>

### 5.5.4 Resumen equipos de alumbrado

Nº Orden	Presupuesto Total, Capítulo V	Importe (€)
5.5.4.1	Alumbrado Interior	90152,39
5.5.4.2	Alumbrado Exterior	5844,00
5.5.4.3	Alumbrado de Emergencia	20592,00
<b>Subtotal</b>		<b>116588,39</b>

## 5.6 Capítulo VI: Elementos varios

Nº Orden	Ud	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.6.1	Ud	Toma de corriente monofásica de 16 A (2P+T) con caja de empotrar, 230V. Marca: Legrand	50	8,97	448,5
5.6.2	Ud	Toma de corriente trifásica de 16 A (4P+T) con caja de empotrar, 400V. Marca: Legrand	16	24,13	386,08
5.6.3	Ud	Interruptor unipolar, 10 A, 230/240V, Serie: Coral Marca: BJC	21	3,9	81,9



5.6.4	Ud	Conmutador, 10 A, 230/240V, Serie: Ibiza Marca: BJC	30	11,11	333,3
5.6.5	Ud	Conmutador de cruzamiento	9	10,5	94,5
5.6.6	Ud	Fotocélula 10 A, 230/240V, Marca: Rodman, Ref: 10	1	40,2	40,2
5.6.7	h	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	6	22,5	135
<b>Subtotal</b>					<b>1519,48</b>

## 5.7 Capítulo VII: Compensación de energía reactiva

### Batería de condensadores

Nº orden	Ud	Descripción	Cantidad	Precio unitario(€)	Importe(€)
5.7.1	Ud	Suministro y montaje de batería automática de condensadores de 124 kVAR de potencia reactiva, 5 escalones con una relación de potencia entre condensadores de 1:1:1:1:1, alimentación trifásica a 400 V de tensión y 50 Hz de frecuencia	1	6854	6854
5.7.2	h	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	2	22,5	45
<b>Subtotal</b>					<b>6899</b>

## 5.8 Capítulo VII: Centro de transformación

### 5.8.1 Obra civil

Nº Orden	Ud	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.8.1.1	Ud	Edificio de Transformación: PFU-4/20 Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo PFU-4/20, de dimensiones generales aproximadas 4480 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3045 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según CEI 622171-202, transporte, montaje y accesorios.	1	8400	8400
<b>Subtotal</b>					<b>8400</b>

### 5.8.2 Caseta del centro

Nº Orden	Ud	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.8.2.1	Ud	Caseta tipo PFU-4, de la marca ORMAZABAL, con paneles que forman la envolvente, armaduras de hormigón unidas entre sí y al colector de tierras. Se incluye el precio del montaje y del transporte.	1	7123	7123
<b>Subtotal</b>					<b>7123</b>

### 5.8.3 Transformador de potencia

Nº Orden	Ud	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.8.3.1	Ud	Transformador 1: Transformador aceite 24 kV Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 13,2 - 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %.	1	13175	13175
<b>Subtotal</b>					<b>13175</b>

### 5.8.4 Aparata de media tensión

Nº Orden	Ud	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.8.4.1	Ud	CELDA DE LÍNEA: CML Celda de llegada de línea, de la marca ORMAZABAL, Vn=24 KV, de 370 mm de ancho por 1800 mm de alto y 850 mm de fondo. Dotada con un interruptor seccionador de tres posiciones, permite comunicar el embarrado de conjunto de las celdas con los cables, cortar la corriente asignada, seccionar esta unión o poner a tierra simultáneamente las tres bornas de los cables de Media Tensión. Incluido el transporte, montaje y conexión	1	2085	2085
5.8.4.2	Ud	CELDA DE MEDIDA: Celda de medida de tensión e intensidad con entrada inferior y salida superior lateral por barras, bajo envolvente metálica, de la marca ORMAZABAL, tipo CMM, Vn=24 KV, In=400 A, de 800 mm de ancho, 1800 mm de alto y 1025 mm de fondo, Con 3 transformadores de tensión y tres de intensidad. Incluido el transporte, montaje y conexión	1	5114	5114
5.8.4.3	Ud	CELDA DE PROTECCIÓN CON FUSIBLES: Celda CMP-F protección con fusibles asociados a la salida del cable, bajo envolvente metálica de la marca ORMAZABAL, Vn= 24KV, In= 400 A, de 480 mm de ancho por 1800 mm de alto y 850 mm de fondo. Incluye tres fusibles limitadores de 24 KV y 40 A. Incluido el transporte, montaje y conexión	1	2727	2727
<b>Subtotal</b>					<b>9926</b>

### 5.8.5 Equipo de baja tensión

Nº Orden	Ud	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.8.5.1	Ud	Cuadros BT - B2 Transformador 1: Interruptor automático BT Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación con las siguientes características: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interruptor automático de 1000 A.</li> <li>• Salidas formadas por bases portafusibles: 4 Salidas</li> <li>• Tensión nominal: 440 V</li> <li>• Aislamiento: 10 kV</li> <li>• Dimensiones: Alto: 580 mm Ancho: 300 mm Fondo: 1820 mm</li> </ul>	1	6700	6700
<b>Subtotal</b>					<b>6700</b>

## 5.8.6 Puesta a tierra del centro

Nº Orden	Ud	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.8.6.1	Ud	<p>Tierras Exteriores Prot Transformación: Anillo rectangular Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexas, empleando conductor de cobre desnudo. El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14mm de diámetro.</p> <p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geometría: Anillo rectangular</li> <li>• Profundidad: 0,8 m</li> <li>• Número de picas: ocho</li> <li>• Longitud de picas: 8 metros</li> <li>• Dimensiones del rectángulo: 5.0x5.0 m</li> </ul>	1	2025	2025
5.8.6.2	Ud	<p>Tierras Exteriores Serv Transformación: Picas alineadas Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.</p> <p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geometría: Picas alineadas</li> <li>• Profundidad: 0,5 m</li> <li>• Número de picas: dos</li> <li>• Longitud de picas: 2 metros</li> <li>• Distancia entre picas: 3 metros</li> </ul>	1	630	630
5.8.6.3	Ud	<p>Tierras Interiores Prot Transformación: Instalación interior Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparata de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.</p>	1	925	925
5.8.6.4	Ud	<p>Tierras Interiores Serv Transformación: Instalación interior tierras Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora</p>	1	925	925
<b>Subtotal</b>					<b>4505</b>

## 5.8.7 Resumen CT

Nº Orden	Presupuesto Total, Capítulo VIII	Importe (€)
5.8.7.1	Obra Civil	8400,00
5.8.7.2	Caseta del Centro	7123,00
5.8.7.3	Transformador de potencia	13175,00
5.8.7.4	Aparata de MT	9926,00
5.8.7.5	Equipo de BT	6700,00
5.8.7.6	Puesta a tierra	4505,00
<b>Subtotal</b>		<b>49829,00</b>

## 5.9 Capítulo IX: Equipo de seguridad y salud

Nº orden	Ud	Descripción	Cantidad	Precio unitario(€)	Importe(€)
5.9.1	Ud	Casco de seguridad dieléctrico con pantalla para protección de descargas eléctricas.	5	4,25	21,25
5.9.2	Ud	Placa señalización PVC serigrafiado de 50x30 cm, fijada mecánicamente.	5	12,35	61,75
5.9.3	Ud	Señal de seguridad triangular y soporte de L=70 cm, normalizada, con trípode tubular, colocación y desmontaje según RD.485/97	2	14,56	29,12
5.9.4	Ud	Gafas protectoras contra impactos, incoloras	5	3,78	18,9
5.9.5	Ud	Gafas antipolvo antiempañables, panorámicas	5	1,5	7,5
5.9.6	Ud	Protectores auditivos con arnés a la nuca	10	3,12	31,2
5.9.7	Ud	Juego de tapones antirruído de silicona ajustables.	10	1,41	14,1
5.9.8	Ud	Faja protección lumbar	5	3,84	19,2
5.9.9	Ud	Chaleco de trabajo de poliéster-algodón	5	10,52	52,6
5.9.10	Ud	Par de rodilleras ajustables de protección ergonómica	5	2,63	13,15
5.9.11	Ud	Cinturón portaherramientas	2	6,74	13,48
5.9.12	Ud	Mono de trabajo, de una pieza de poliésteralgodón	5	17,29	86,45
5.9.13	Ud	Par de guantes de uso general de maniobra	7	3,5	24,5
5.9.14	Ud	Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, amortizable en 3 usos	7	38,45	269,15
5.9.15	Ud	Banqueta aislante para maniobrar la aparamenta	2	150,5	301
5.9.16	Ud	Lámpara portátil de mano, con cesto protector y mango aislante	2	5,75	11,5
5.9.17	Ud	Extintor de polvo químico ABC polivalente antigrasa de eficacia 34 <sup>a</sup> /233B, de 6 kg. De agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor, según norma UNE 23110 medida la unidad instalada	2	56,5	113
				<b>Subtotal</b>	<b>1087,85</b>



## 5.10 Resumen del presupuesto de instalación

Orden	Descripción	Total (€)
Capítulo I	Acometida	991,25
Capítulo II	Protecciones	41007,28
Capítulo III	Conductores, Tubos y Canalizaciones	1439590,48
Capítulo IV	Puesta a Tierra	1015,73
Capítulo V	Equipo de Alumbrado	116588,39
Capítulo VI	Elementos Varios	1519,48
Capítulo VII	Compensación de energía reactiva	6899
Capítulo VIII	Centro de transformación	49829,00
Capítulo IX	Equipo de Seguridad y Salud	1087,85
Total	PRESUPUESTO Ejecución material	1658528,46
	Gastos generales 5%	82926,423
	Beneficio Íntegro 10%	165852,846
Total	Ppto. de Contrata (PEM+GG+BI)	1907307,73
	Honorarios por proyecto 4%	66341,1384
	Honorarios dirección de obra 4%	66341,1384
Total	<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>	<b>2.039.990,01</b>

El total del Presupuesto de Ejecución Material asciende a la cantidad de DOS MILLONES TREINTA Y NUEVE MIL NOVECIENTOS NOVENTA CON UN CÉNTIMO DE EURO. (2.039.990,01)

PAMPLONA, SEPTIEMBRE 2011-09-02

Judith Equiza Arbizu



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE  
INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

SEGURIDAD E HIGIENE

Judith Equiza Arbizu

Felix Arroniz Fdez. de Gaceo

Pamplona, 08/09/2011

## 6. SEGURIDAD E HIGIENE

6.1 OBJETO DEL ESTUDIO SEGURIDAD E HIGIENE.....	1
6.2 AUTOR .....	1
6.3 NÚMERO DE OPERATIVOS PREVISTOS .....	1
6.4 CONCEPTOS BÁSICOS DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO .....	1
6.5 RIESGOS GENERALES Y SU PREVENCIÓN.....	2
6.6 RIESGOS PROFESIONALES Y FACTORES DE RIESGO EN EL TRABAJO .....	2
6.6.1 El trabajo .....	2
6.6.2 La salud.....	3
6.6.3 Los riesgos profesionales .....	3
6.7 CONDICIONES DE SEGURIDAD .....	5
6.7.1 Factores de seguridad en el lugar de trabajo.....	5
6.7.2 Máquinas y equipos de trabajo.....	5
6.7.3 Riesgo eléctrico .....	6
6.7.4 Riesgo de incendio .....	6
6.8 MEDIO AMBIENTE FÍSICO.....	7
6.8.1 Ruido .....	7
6.8.2 Vibraciones.....	7
6.8.3 Radiaciones .....	7
6.8.4 Condiciones termohigiénicas .....	8
6.9 CONTAMINANTES QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS .....	8
6.9.1 Contaminantes químicos.....	8
6.9.2 Contaminantes biológicos.....	8
6.10 PLANES DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN.....	9
6.10.1 Medicina preventiva y primeros auxilios .....	9
6.10.2 Formación sobre seguridad.....	9
6.11 ESPACIO DE TRABAJO .....	10
6.12 NORMAS IMPLANTADAS EN EL PRESENTE PROYECTO .....	10
6.12.1 Normas generales .....	10
6.12.2 Prevención de accidentes por caídas .....	11
6.12.3 Prevención de accidentes oculares.....	11
6.12.4 Prevención de accidentes por corte.....	11
6.12.5 Prevención de accidentes por atrapamiento.....	11
6.12.6 Prevención con herramientas manuales.....	12
6.12.7 Prevención de accidentes en máq. Portátiles .....	12
6.12.8 Prevención en máq. Neumáticas .....	12
6.12.9 Prevención en máq. Herramientas .....	12
6.12.10 Prevención en almacenamiento .....	13
6.12.11 Prevención en accidentes eléctricos.....	13



## 6. Seguridad e higiene

### 6.1 Objeto del estudio seguridad e higiene

Conforme se especifica en el apartado 2 del Artículo 6 del R.D. 1627/1.997, el Estudio Básico deberá precisar:

- Las normas de seguridad y salud aplicables en la obra.
- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias.
- Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas ( en su caso, se tendrá en cuenta cualquier tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del Anexo II del Real Decreto.)
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

### 6.2 Autor

La orden de encargo correspondiente, designa al Ingeniero Judith Equiza Arbizu, como encargado redactor del Proyecto y del Estudio Básico de Seguridad y salud.

### 6.3 Número de operarios previstos

El número total de trabajadores en obra se calcula en veinticinco por lo que no se prevé que haya nunca más de veinte simultáneamente, a los efectos de lo dispuesto en el artículo 4.1.b del Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción. De ellos, no todos han de usar los mismos equipos de protección individual, sino que el uso de los mismos dependerá de las tareas y funciones que tengan encomendadas. En este número quedan englobadas todas las personas intervinientes en el proceso con independencia de su afiliación empresarial o sistema de contratación.

### 6.4 Conceptos básico de seguridad y salud en el trabajo

El punto de partida para el desarrollo de las funciones del nivel básico de la actividad preventiva es el conocimiento de los conceptos y aspectos más generales relativos a la seguridad y salud laboral y a la prevención de los riesgos derivados del trabajo en la empresa.

Objetivos:

- Conocer los conceptos fundamentales que conforman el campo de la seguridad y salud laboral.
- Identificar la normativa básica que regula la materia de la seguridad y salud laboral.





La salud, en líneas generales, es el resultado de un proceso de desarrollo individual de la persona, que se puede ir logrando o perdiendo en función de las condiciones que le rodean, es decir, su entorno y su propia voluntad.

La seguridad es la eliminación de todo riesgo profesional, o dicho de otra manera, la eliminación de toda posibilidad de daño a las personas o bienes, como consecuencia de circunstancias o condiciones de trabajo.

Una vez definido seguridad y salud, se deben de ver los posibles riesgos que se pueden tener en el trabajo, identificarlos en la nave del presente proyecto, y dar unas soluciones para minimizar lo máximo posible el riesgo de daño a personas o bienes.

## 6.5 Riesgos generales y su prevención

Existen elementos energéticos agresivos presentes en el medio ambiente y generados por fuentes concretas. Estas energías son mecánicas, térmicas y/o electromagnéticas. Las más destacables son:

- Ruido.
- Vibraciones.
- Iluminación.
- Condiciones ambientales (Termo higrométricas)
- Radiaciones ionizantes y no ionizantes.
- Caídas al mismo nivel.

Una vez visto los tipos de riesgos, es necesario poner medidas de seguridad, y para ello es conveniente:

- Identificar y valorar los diferentes factores de riesgo presentes en la actividad laboral y los daños que puedan ocasionar en la salud de los trabajadores.
- Reconocer las situaciones de riesgo para proponer y desarrollar acciones de prevención eficaces.

## 6.6 Riesgos profesionales y factores de riesgo en el trabajo

### 6.6.1 El trabajo

El trabajo es la actividad que realiza el hombre transformando la naturaleza para su beneficio. Buscando satisfacer necesidades humanas, mejorar la calidad de vida, satisfacción personal...

Esta actividad puede provocar efectos no deseados sobre la salud de los trabajadores, ya sea por la pérdida o ausencia de trabajo (hoy en día la precariedad del mercado laboral y el paro suponen un importante problema para la salud, con repercusiones individuales, familiares y sociales) o por las condiciones en las cuales se realiza (accidentes, enfermedades derivadas del entorno laboral).



Aunque las formas de entender el trabajo han variado a lo largo de la historia, el trabajo presenta dos características fundamentales:

- **Tecnificación:** invención y uso de máquinas, herramientas y equipos de trabajo que facilitan la realización de las distintas tareas para la transformación de la naturaleza.
- **Organización:** planificación de la actividad laboral. Coordinando las tareas de los distintos trabajadores se consiguen mejores resultados.

Cuando no se controlan adecuadamente ambos efectos o no funcionan con corrección, aparecen riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores.

## 6.6.2 La salud

La salud es según la Organización Mundial de la Salud el estado completo de bienestar físico, mental y social. Así pues, debemos considerar la salud como un proceso permanente de desarrollo. No es fruto del azar y se puede perder y recuperar, según las condiciones laborales de cada trabajador.

## 6.6.3 Los riesgos profesionales

Se trata de las situaciones que pueden romper el equilibrio físico, psíquico y social de los trabajadores.

La ley de prevención de Riesgos Laborales lo describe así:

“Posibilidad de que un trabajador sufra un daño derivado de su trabajo. La calificación de su gravedad dependerá de la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad del mismo.”

El otro concepto relacionado a la prevención de riesgos es el peligro, que se define como propiedad o aptitud intrínseca de algún elemento de trabajo para ocasionar daños. En ocasiones se confunden estos dos términos.

### a) Condiciones de trabajo:

Son cualquier característica del trabajo mismo que pueda tener una influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y la salud del trabajo.

Elas son:

- Las características generales de los locales, instalaciones, equipos y otros útiles existentes en el centro de trabajo.
- La naturaleza de los agentes físicos, químicos, biológicos presentes en el ambiente de trabajo y sus correspondientes intensidades.
- Los procedimientos para el uso de los agentes citados que influyan en la generación de los riesgos.
- Aquellas características del trabajo, incluidas aquellas relativas a su organización y ordenación, que influyan en la magnitud de los riesgos a que esté expuesto un trabajador.



b) Factores de riesgo:

Es el elemento o conjunto de variables que están presentes en las condiciones de trabajo y que pueden originar una disminución del nivel de salud del trabajador. El estudio de estos factores se divide en 5 grupos:

1) Condiciones de seguridad: Son las condiciones materiales que pueden dar lugar a un accidente de trabajo.

- Lugar y superficie de trabajo.
- Máquinas y equipos de trabajos.
- Riesgos eléctricos.
- Manipulación, transporte,...

2) Medio ambiente físico del trabajo: Aparecen de forma natural o modificados por el proceso de producción.

- Condiciones de temperatura, humedad, ventilación.
- Iluminación.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Radiaciones (ionizantes o no).

3) Contaminantes: Son elementos extraños al organismo humano capaces de producir alteraciones a la salud. Pueden ser:

- Contaminantes químicos, o las sustancias químicas que durante la fabricación, transporte, almacenamiento o uso puedan incorporarse al ambiente en forma aerosol, gas o vapor y afectar a la salud de los trabajadores. Su vía de entrada al organismo suele ser la respiratoria, pero también a través de la piel o por el aparato digestivo.
- Contaminantes biológicos, o los microorganismos que pueden estar presentes en el ambiente de trabajo y originar alteraciones en la salud, como pueden ser bacterias, virus, pelos de animales, o polen y polvo de los vegetales.

4) Exceso de carga física o mental: Tienen que ver con la organización y estructura empresarial, que suelen afectar en el ámbito físico y mental debido a los esfuerzos realizados por el trabajador.

- Carga física, esfuerzos físicos de todo tipo así como situación estática.
- Carga mental, nivel de exigencia psíquica de la tarea (monotonía, falta de autonomía,.....).

5) Factores organizativos que afectan al tipo de jornada, horarios, decisiones a tomar, etc.: Para la prevención de estos factores de riesgo hay unas técnicas específicas a cumplir:

- Seguridad en el trabajo.
- Higiene industrial.
- Medicina del trabajo.
- Psicosociología.
- Ergonomía.



Se deben adoptar las medidas necesarias para cumplir estos requisitos así previniendo los riesgos.

## 6.7 Condiciones de seguridad

### 6.7.1 Factores de seguridad en el lugar de trabajo

En el trabajo siempre se deberá cumplir:

- Condiciones constructivas, el diseño y características constructivas de los lugares de trabajo, como ofrecer seguridad frente a riesgo de resbalones o caídas, choques, golpes, derrumbamientos,... esos elementos son la seguridad estructural, espacios de trabajo en zonas peligrosas, suelos, aberturas, desniveles y barandillas, tabiques y ventanas, puertas, rampas, escaleras de mano, condiciones de protección contra incendios, acceso para minusválidos, instalación eléctrica,...
- Orden, limpieza y mantenimiento, en todas las zonas del trabajo.
- Señalización de seguridad y salud.
- Instalaciones de servicio y protección.
- Condiciones ambientales, temperatura, ruido, contaminantes,...
- Iluminación.
- Servicios higiénicos y locales de descanso, como fuentes de agua potable, vestuarios, locales al aire libre,...
- Material y locales de primeros auxilios.

### 6.7.2 Máquinas y equipos de trabajo

Se debe tener en cuenta:

- Las condiciones características específicas del trabajo que se desarrolle.
- Los riesgos existentes para la seguridad y la salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- Las adaptaciones necesarias para su uso por trabajadores discapacitados.

Para disminuir la tasa de siniestralidad laboral en lo referente a los accidentes que se producen a causa de fallos de seguridad relacionados con las máquinas se necesita:

- Seguridad en el producto, el mercado CE garantiza la comercialización de máquinas y equipos que vengan de fábrica con los requisitos de seguridad necesarios para proteger a los trabajadores.
- Instalación, siguiendo instrucciones del fabricante y en los lugares apropiados.
- Mantenimiento, por personal especializado.
- Uso adecuado, por el personal autorizado.



### 6.7.3 Riesgo eléctrico

Existen dos tipos de contacto eléctrico:

- Directo, con las partes activas de los materiales y equipos.
- Indirecto, con partes puestas accidentalmente bajo tensión.

Para evitar en la medida de lo posible los riesgos de los contactos eléctricos hay que:

- Alejar las partes activas, para evitar contactos fortuitos.
- Aislar también con recubrimientos apropiados.
- Interponer obstáculos para impedir contactos accidentales.

### 6.7.4 Riesgo de incendio

Antes de iniciar los trabajos, el contratista encargado de los mismos debe informarse de la situación de las canalizaciones de agua, gas y electricidad, como instalaciones básicas o de cualquier otra de distinto tipo que tuviese el edificio y que afectase a la zona de trabajo.

En caso de encontrar canalizaciones de gas o electricidad, se señalarán convenientemente y se protegerán con medios adecuados.

Se establecerá un programa de trabajo claro que facilite un movimiento ordenador en el lugar de los mismos; de personal, medios auxiliares y materiales. Es aconsejable entrar en contacto con el representante local de los servicios que pudieran verse afectados para decidir de común acuerdo las medidas de prevención que hay que adoptar.

Para paliar los riesgos de explosión de un espacio subterráneo se tomarán las siguientes medidas de seguridad:

- Se establecerá una ventilación forzada que obligue a la evacuación de los posibles vapores inflamables.
- No se encenderán máquinas eléctricas, ni sistemas de iluminación, antes de tener constancia de que ha desaparecido el peligro.
- En casos muy peligrosos se realizarán mediciones de la concentración de los vapores del aire.

Está presente en cualquier actividad. Cuando estos rasgos se presentan es más fácil que se produzca un incendio:

- Combustible presente (cualquier sustancia capaz de arder).
- Comburente (sustancia que hace que otra entre en combustión).
- Fuente de calor (foco de calor).
- Reacción en cadena (proceso que acelera la propagación del fuego).

Factores a tener en cuenta en la actuación contra incendio:

- Diseño, estructura y materiales de construcción de las instalaciones.
- Situación del centro de trabajo, tipo de actividad, edificios colindantes,...



- Detección y alarma, cualquier incendio es controlable si se detecta y localiza a tiempo, antes de propagarse y alcanzar grandes dimensiones.
- Medios de extinción, como son los equipos portátiles (extintores), instalaciones fijas (bocas de incendio, columnas secas, rociadores,...).
- Evacuación del personal, para evitar daños en la salud de los trabajadores se debe tener un plan de evacuación

## 6.8 Medio ambiente físico

### 6.8.1 Ruido

Las características del sonido que hacen diferentes unos ruidos de otros son:

- Frecuencia: es la periodicidad en que se repite una oscilación sonora. Se mide en hertzios y determina el tono. Las frecuencias altas o agudas son las más graves para la salud.
- Intensidad: fuerza de vibración sonora. Se mide en decibelios y determina el grado de precisión o energía sonora. Clasifica los sonidos en fuertes o débiles.

### 6.8.2 Vibraciones

Son oscilaciones de partículas alrededor de un punto, en un medio físico equilibrado cualquiera. Se producen por el efecto propio del funcionamiento de una máquina o equipo. Pueden producir varios efectos:

- Muy baja frecuencia (menos de 2 Hz): alteraciones del sentido del equilibrio, provocando mareos, náuseas y vómitos (movimiento de balanceo de coches, barcos,...)
- Baja y media frecuencia (de 2 a 20 Hz): afectan sobre todo a la columna vertebral, aparato digestivo y visión (vehículos y maquinaria industrial, tractores, obras públicas)
- Alta frecuencia (de 20 a 300 Hz): pueden producir quemaduras por rozamiento y problemas vasomotores.

### 6.8.3 Radiaciones

Son ondas de energía que inciden sobre el organismo humano, pudiendo llegar a producir efectos dañinos para la salud de los trabajadores. Existen dos tipos:

- Radiaciones ionizantes: ondas de alta frecuencia (rayos X, rayos g, partículas atómicas,...) que tienen gran poder energético ya que pueden transformar la estructura de los átomos provocando la expulsión de electrones de su órbita.
- Los efectos para la salud dependen de la dosis absorbida por el organismo.
- Puede afectar tanto a los tejidos como a los órganos, provocando desde náuseas, vómitos y cefaleas hasta alteraciones cutáneas y cáncer.
- Radiaciones no ionizantes: son ondas de baja o media frecuencia (microondas, infrarrojos, ultravioleta,...) que poseen poca energía (no producen la ionización de la materia). Pueden provocar efectos térmicos o irritaciones en la piel, hasta conjuntivitis, quemaduras graves, cáncer de piel.



## 6.8.4 Condiciones termo-higiénicas

Son las condiciones físicas ambientales de la temperatura, humedad y ventilación, en las que se desarrolla un trabajo. Hay diferentes variables que deben considerarse de forma global:

- Temperatura del aire, humedad del aire, temperatura de paredes y objetos, velocidad del aire, actividad física, clase de ropa...
- Unas malas condiciones pueden provocar efectos negativos para la salud como resfriados, deshidratación, golpes de calor,... o efectos en la conducta como aumento de la fatiga.

## 6.9 Contaminantes químicos y biológicos

### 6.9.1 Contaminantes químicos

Son sustancias constituidas por materia inerte que pueden estar presentes en el aire que respiramos de forma sólida, líquida o gaseosa. Se pueden incorporar en el ambiente al transporte, fabricación, almacenamiento o uso.

Las vías de entrada en este organismo son:

- Vía respiratoria, nariz, boca, laringe, pulmones...
- Vía dérmica, se incorpora el contaminante a la sangre a través de la piel.
- Vía digestiva, todo el aparato digestivo más las mucosidades del sistema respiratorio.
- Vía parenteral, penetración por llagas, heridas o punciones.

Los efectos de estos contaminantes son:

- Irritantes, hinchazón de la zona de contacto.
- Asfixiantes, impiden la llegada de oxígeno a las células y alteran los mecanismos oxidativos biológicos.
- Anestésicos, depresores del sistema nervioso central.
- Corrosivos, destruyen los tejidos con los que entran en contacto.
- Neumoconióticos, partículas sólidas que se acumulan en las vías respiratorias.
- Sensibilizantes, producen reacciones alérgicas.
- Cancerígenas, pueden ser mutágenos (modificaciones hereditarias) y teratógenos (producen malformaciones en la descendencia).
- Tóxicos sistémicos, alteran órganos y sistemas específicos.

### 6.9.2 Contaminantes biológicos

Son microorganismos o partes de seres vivos que pueden estar presentes en el ambiente de trabajo y originar alteraciones. Son bacterias, virus y hongos, que penetran en el organismo y producen cualquier tipo de infección.



## 6.10 Planes de emergencia y evacuación

### 6.10.1 Medicina preventiva y primeros auxilios

- Medicina preventiva: Las posibles enfermedades profesionales que puedan originarse en esta obra son las normales que trata la medicina del trabajo y la higiene industrial. Todo ello se resolverá de acuerdo con los servicios de prevención de empresa, quienes ejercerán la dirección y el control de las enfermedades profesionales, tanto en la decisión de utilización de los medios preventivos como la observación médica de los trabajadores.

- Primeros auxilios: Para atender a los primeros auxilios existirá un botiquín de urgencia según el número de trabajadores situado en los aseos, y se comprobará que, entre los trabajadores presentes en la obra, uno, por lo menos, haya recibido un curso de socorrismo.

Como Centros Médicos de urgencia próximos a la obra se señalan los siguientes:

- **ZIZUR**: Centro de Salud (Ambulatorio)

Parque Erreniega 26, 31180 Zizur Mayor, 948 286292  
Distancia: 3,2 km

- **ECHAVACOIZ**: Centro de Salud (Ambulatorio)

San Raimundo S/N, 31009 Pamplona, 948 198338  
Distancia: 4,8 Km

- **ASTRAIN / ZIZUR**: Consultorio

Plaza Concejo 2, 31190 Astrain / Zizur, 948 353285  
Distancia: 5,7 Km

- **PAMPLONA**: Hospital Virgen del Camino

Calle Irunlarrea 4, 31008 Pamplona – 948 42 94 00  
Distancia: 6,5 Km.

### 6.10.2 Formación sobre seguridad

El Plan se especificará en el Programa de Formación de los trabajadores y asegurará que éstos conozcan el plan. También con esta función preventiva se establecerá el programa de reuniones del Comité de Seguridad y Salud.

La formación y explicación del Plan de Seguridad será por un técnico de seguridad. El empresario deberá también analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de personal.





## 6.11 Espacio de trabajo

Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables. Sus dimensiones mínimas serán las siguientes:

- 3 metros de altura desde el piso hasta el techo. No obstante, en locales comerciales, de servicios, oficinas y despachos, la altura podrá reducirse a 2,5 metros.
- 10 metros cúbicos, no ocupados, por trabajador.

## 6.12 Normas implantadas en el presente proyecto

### 6.12.1 Normas generales

- 1) Todo aviso o señal de seguridad constituye una norma, por lo que se debe cumplir en todo momento.
- 2) Todo trabajador debe cumplir las indicaciones dadas por su superior en cuanto a métodos de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- 3) Cualquier rotura, daño o defecto producido sobre las instalaciones, trabajadores, máquinas, etc..., deben ser comunicados de inmediato al personal responsable.
- 4) El lugar o puesto de trabajo debe mantenerse en todo momento ordenado y limpio.
- 5) El tránsito de personal por el taller debe efectuarse por los pasillos señalizados a tal efecto, y bajo ningún concepto se permite correr. Los pasillos y las calles deben estar libres de obstáculos.
- 6) Cualquier herida o lesión, por leve que sea, debe ser tratada de inmediato en el botiquín (primeros auxilios) por el personal responsable.
- 7) Sólo se puede comer y beber durante el tiempo establecido a tal efecto, en los recintos donde está expresamente permitido.
- 8) Durante el tiempo de trabajo está totalmente prohibido ingerir bebidas alcohólicas y productos de naturaleza narcótica. Tampoco se permitirá la entrada al trabajador que se encuentre en estado de embriaguez.
- 9) No se debe penetrar en los recintos cerrados ni en los de paso restringido al personal autorizado.
- 10) En recintos donde se almacenan materias fácilmente inflamables está terminantemente prohibido fumar.
- 11) Se debe conocer perfectamente el funcionamiento y ubicación de los extintores.
- 12) No se debe usar el aire comprimido para limpiar el polvo de las ropas o para quitar virutas.
- 13) Queda totalmente prohibido detenerse debajo de cargas suspendidas en el aire.
- 14) En los puestos donde se requiere, es obligatorio el uso de protección personal.
- 15) No se debe apilar o dejar material fuera de los lugares señalados.
- 16) Para la extracción de líquidos corrosivos, deben emplearse dispositivos que eviten salpicaduras, como son los volcadores, sifones,...
- 17) Revisar las herramientas de trabajo para asegurarse de su correcto estado de utilización.



## 6.12.2 Prevención de accidentes por caídas

- 1) Mantener el lugar o puesto de trabajo limpio, especialmente de grasa, aceite u otros líquidos.
- 2) Al subir o bajar escaleras fijas, apoyar toda la superficie del pie para evitar torceduras o resbalamientos. No correr en los desplazamientos.
- 3) No pisar objetos o zonas que carezcan de rigidez.
- 4) Señalizar y/o tapar los huecos que supongan riesgos de caídas.
- 5) Los pasillos y zonas de paso deben estar despejadas.
- 6) Si se debe acceder a algún punto de altura, emplear plataformas o escaleras perfectamente apuntadas, pero nunca se deben encaramar a las máquinas o estanterías, ni emplear taburetes, sillas, mesas o cajas, etc.
- 7) Al transportar una carga, procurar que no impida la visión.

## 6.12.3 Prevención de accidentes oculares

- 1) Las gafas de protección se usarán con todos sus componentes, sin desmontar sus protecciones laterales, y su obligatoriedad será fijada mediante carteles indicativos.
- 2) El buen uso y conservación es responsabilidad del usuario. En caso de necesitarlo el operario, las gafas se proveerán con cristales graduados.
- 3) Está prohibido retirar las protecciones contra la proyección de partículas de que disponen diversas máquinas.
- 4) El uso de las gafas es obligatorio cuando se trabaja con máquinas que carecen de protección contra la proyección de partículas.

## 6.12.4 Prevención de accidentes por corte

- 1) En la manipulación de tablones se deben emplear toda clase de protecciones contra los cortes, como son guantes, manguitos, botas, etc.
- 2) Manipular las piezas de tamaño mediano y grande de una en una. Si la pieza se desliza no se debe intentar sujetarla.
- 3) El uso de guantes es estrictamente obligatorio durante el manejo de tablones punzantes, cortantes o con aristas vivas.
- 4) Las virutas de las máquinas se deben retirar con ganchos provistos de cazoletas que protejan la mano. Bajo ningún pretexto se utilizarán las manos para retirarlas.

## 6.12.5 Prevención de accidentes por atrapamiento

- 1) Se debe tener precaución con el movimiento de elementos que pueden atrapar algún miembro por compresión.
- 2) Se debe tener precaución con los elementos de máquinas o instalaciones en donde el movimiento de traslación o rotación pueda arrastrar al trabajador por enganche de un miembro o parte de su vestimenta.
- 3) No se debe acompañar con las manos desplazamientos automáticos de piezas y máquinas.
- 4) Se debe tener precaución con el movimiento de los componentes de máquinas en los que puedan entrar o quedar atrapadas cualquier parte del cuerpo.



### 6.12.6 Prevención con herramientas manuales

- 1) Las herramientas manuales sólo se deben emplear para el fin por el que se han concebido, y nunca con segundas aplicaciones ni fines auxiliares. Por ello debe procurarse que no tengan defectos ni desgastes que dificulten su correcta utilización.
- 2) Todas las herramientas manuales deben permanecer perfectamente limpias; en el momento de utilizarlas, las manos deberán estar secas y limpias de grasas o aceites que impidan la seguridad en la sujeción.
- 3) Las herramientas cortantes o punzantes se mantendrán debidamente afiladas y deberán carecer de rebabas. Cuando no se utilicen estarán provistas de fundas protectoras para filos o puntas.

### 6.12.7 Prevención de accidentes en maq. portátiles

- 1) Los enchufes y alargaderas eléctricos deben ser inspeccionados periódicamente, revisando la funda protectora de los hilos, y las conexiones de las clavijas.
- 2) Se debe evitar poner las máquinas sobre lugares húmedos.
- 3) Las tomas de corriente nunca se deben efectuar directamente con los cables, sino con clavijas normalizadas.
- 4) En trabajos con amoladora, pulidoras, etc., el operario deberá mantenerse siempre fuera del plano de rotación del disco.
- 5) Al trabajar con estas herramientas en lugares húmedos o en locales donde se suda mucho, se deben utilizar transformadores que reduzcan la tensión a menos de 50V.
- 6) En caso de avería, los cables no se deben reparar con cinta aislante, ya que con el tiempo se reseca, pierde el poder adhesivo y absorbe la humedad; lo correcto es reemplazarlos por otros nuevos

### 6.12.8 Prevención en maq. Neumáticas

- 1) Los racores y la herramienta deben estar bien acoplados a la máquina, por ellos se deben revisar periódicamente.
- 2) Nunca se debe doblar la manguera para cortar el aire, sino que se debe interrumpir desde la fuente de alimentación.
- 3) Las mangueras de aire comprimido se mantendrán fuera de los pasillos y de paso con objeto de no tropezar con ellas ni de que puedan ser atrapadas por ruedas de vehículos y, en consecuencia, ser dañadas.
- 4) No se debe dirigir el aire a presión hacia las demás personas.

### 6.12.9 Prevención en maq. Herramientas

- 1) Antes de poner en marcha una máquina, se deben conocer las operaciones que se han de realizar y su correcto empleo.
- 2) Debe prestarse la máxima atención al proceso de trabajo establecido para cada operación.
- 3) No se debe iniciar ningún trabajo sin que las protecciones de la máquina estén correctamente colocadas.
- 4) En operaciones con máquinas herramientas, el operario debe llevar la ropa de trabajo bien ajustada al cuerpo, con las mangas ajustadas a la muñeca y sin que los cinturones tengan libres o sueltos los extremos.



## 6.12.10 Prevención en almacenamiento

- 1) Al almacenar los materiales se deberá cuidar:
  - Obstruir el acceso a las tomas de agua, extintores, llaves contra incendio, cuadros eléctricos, interruptores, cajas de fusible, válvulas, máquinas, etc.
  - Bloquear los equipos de primeros auxilios, puertas o salidas de personal, pasillos, etc.
  - Dejar ocultos carteles informativos, señales de seguridad, indicaciones, etc.
- 2) Al almacenar materiales pesados, se debe tener en cuenta que los pisos inferiores sean más resistentes.
- 3) Almacenar correctamente para evitar los riesgos de accidentes debidos al paso de trabajadores y carretillas.
- 4) Tipo de apilado:
  - Cruzado: Se coloca una capa de materiales en ángulo recto con la capa inmediatamente inferior.
  - De bidones: De pie con el tapón hacia arriba; entre fila y fila habrán de ir tablas de madera como suponte y protección.

## 6.12.11 Prevención de accidentes eléctricos

- Bajo ningún concepto se deben tocar los conductores eléctricos desnudos.
- Nunca se deben manipular las instalaciones eléctricas; es tarea del personal especializado.
- Cualquier instalación, máquina o aparato eléctricos deben ser inspeccionados detenidamente antes de su utilización, así como sus cables y anclajes.
- Si se observa alguna chispa, desconectar y solicitar la revisión por los expertos.
- No colocar los cables sobre hierro, tuberías, chapas o muebles metálicos.
- Al desconectar un aparato, tirar de la clavija, nunca del cable.
- No se debe reparar un fusible, sino sustituirlo por uno nuevo.
- Nunca se debe apagar un incendio de origen eléctrico con agua. Se deben utilizar extintores de anhídrido carbónico o de polvo.
- Cómo proceder en caso de accidente eléctrico por contacto:
  - 1) Desconectar la corriente.
  - 2) Alejar al accidentado por contacto, empleando materiales aislantes, guantes de goma, madera seca, etc. No tocarlo sin estar aislados.
  - 3) Practicar la respiración artificial inmediatamente.
  - 4) Avisar al médico.
- Las cinco reglas básicas contra riesgos eléctricos:
  - 1) Antes de utilizar cualquier aparato o instalación eléctrica hay que asegurarse de su perfecto estado.
  - 2) Para utilizar un aparato o instalación eléctrica, sólo se deben manipular los elementos de mando previstos para tal fin.
  - 3) No se deben emplear aparatos eléctricos ni instalaciones eléctricas cuando accidentalmente se encuentran mojadas, o cuando la misma persona tenga las manos o los pies húmedos.



- 4) En caso de avería o incidente, se debe cortar la corriente como primera medida, después avisar al personal especializado.
- 5) En caso de avería de la instalación o de la herramienta, se debe llamar al electricista, no se debe utilizar la instalación y se ha de impedir que otros la utilicen.

PAMPLONA, SEPTIEMBRE 2011

Judith Equiza Arbizu



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE  
INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

## BIBLIOGRAFÍA

Judith Equiza Arbizu

Felix Arroniz Fdez. de Gaceo

Pamplona, 08/09/2011

## 7. BIBLIOGRAFÍA

7.1 REGLAMENTO, NORMATIVAS Y LIBROS .....	1
7.2 PÁGINAS WEB DE EMPRESAS .....	2
7.2.1 Empresas selección de productos .....	2



## 7. Bibliografía

### 7.1 Reglamento, Normativas y Libros

Para la realización de este proyecto se han debido de consultar, los reglamentos, normativas y libros que a continuación se exponen:

- Reglamento Electrónico de Baja Tensión (R.D.842/2002, de 2 agosto 2002)
- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Colección de Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento sobre Acometidas Eléctricas. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el Suministro de energía Eléctrica.
- Normas Tecnológicas de la edificación. Código Técnico de la Edificación.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de “ Iberdrola distribución eléctrica”
- Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para C.T. conectados a redes de tercera categoría (UNESA)
- Instalaciones eléctricas de enlace y centros de transformación. Alberto Guerrero Fernández. Ed. McGraw-Hill.
- LUMINOTECNIA enciclopedia CEAC de electricidad, cuyo autor es D. José Ramírez Vázquez.
- Puesta a tierra en edificios y en instalaciones eléctricas. Ed. Paraninfo 1997.
- Juan José Martínez Requera y José Carlos Toledano Gasca.
- Instalaciones eléctricas de alumbrado e industriales. Fernando Martínez Domínguez. Ed. Paraninfo.
- Instalaciones eléctricas en media y baja tensión. José García Trasanco. Ed. Paraninfo.
- Técnicas y procesos en las instalaciones eléctricas de media y baja tensión. José Luis Sanz Serrano, José Carlos Toledano Gasca, Enrique Iglesias Álvarez. Ed. Paraninfo.
- Desarrollo de instalaciones electrotécnicas en los edificios. Jesús Trashorras Montecelos. Ed. Paraninfo.
- Instalaciones eléctricas en baja tensión. Narciso Moreno Alfonso. Ed. Thomson.
- Manual Práctico de Iluminación. Franco Martín. AMV Ediciones.
- Instalaciones eléctricas de baja tensión comerciales e industriales. Ángel Lagunas Marqués. Ed. Paraninfo.
- Libro de DIBUJO ELÉCTRICO, de Esquemas de Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión de José Javier Crespo Ganuza e Iñaki Ustarroz Irizar.
- Catálogos Aparamenta de BT de MERLIN GERIN: Interruptores automáticos, diferenciales, contactores y bases de corriente.
- Catálogo de lámparas y luminarias PHILIPS





## 7.2 Páginas Web de empresas

### 7.2.1 Empresas selección de productos

Las direcciones de las páginas Web de los distintos fabricantes de los que se han escogido los distintos elementos para realizar el presente proyecto son las siguientes:

- **PRYSMIAN:** Cables eléctricos desde Muy Alta Tensión hasta Muy Baja Tensión para aplicaciones terrestres, aéreas y submarinas.

<http://www.es.prysmian.com/>

- **PHILIPS:** Todo tipo de lámparas y luminarias para cualquier determinado local.

<http://www.lighting.philips.com/>

- **VOLIUM:** Catálogo multimarca del sector eléctrico, con información sobre las normativas y reglamentos del mundo de la instalación.

<http://www.voltium.es/>

- **LEGRAND:** Lámparas y luminarias de emergencia y señalización. Tomas de corriente. Caja para tomas de corriente. Placa de montaje para tomas de corriente...

<http://www.legrand.es/>

- **BJC:** Bases de enchufe, interruptores, conmutadores...

<http://www.bjc.es/>

- **PEMSA:** Sistemas de bandejas metálicas para cables.

<http://www.pemsa-rejiband.com/>

- **MERLIN GERIN:** Todo tipo de productos y sistemas de distribución eléctrica. Celas del centro de transformación, interruptores automáticos, magnetotérmicos, interruptores automáticos diferenciales, transformadores de potencia...

<http://www.schneiderelectric.es/>

<http://www.merlingerin.es/>

- **Generador de precios:**

<http://www.generadordeprecios.info/>

Instalación eléctrica en BT de nave industrial y CT  
Judith Equiza Arbizu



PAMPLONA, SEPTIEMBRE 2011

Judith Equiza