



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

Título del proyecto :

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN”

Autor: Ancizu Oscoz, Iban

Tutor: Crespo Ganuza, José Javier

Pamplona, 05/06/2018



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

Título del proyecto :

**“INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA
TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN”**

Índice de documentos

Autor: Ancizu Oscoz, Iban

Tutor: Crespo Ganuza, José Javier

1 MEMORIA

1.1 Introducción	1
1.1.1 Objeto del proyecto	1
1.1.2 Ubicación	1
1.1.3 Descripción de la nave	1
1.1.4 Normativa	3
1.1.5 Previsión de cargas	4
1.1.6 Suministro de energía	5
1.1.7 Solución adoptada	5
1.1.8 Características generales	5
1.1.9 Distribución de los cuadros eléctricos	5
1.2 Esquema de distribución (ITC-BT-08)	7
1.2.1 Tipo de esquemas	7
1.2.2 Solución adoptada	10
1.3 Alumbrado	11
1.3.1 Conceptos luminotécnicos	11
1.3.2 Tipos de lámparas y conceptos técnicos	13
1.3.3 Alumbrado general	16
1.3.3.1 Alumbrado interior	18
1.3.3.2 Alumbrado exterior	18
1.3.3.3 Alumbrado de emergencia	18
1.4 Conductores	19
1.4.1 Introducción	19
1.4.2 Factores que determinan la elección de un cable	19
1.4.3 Partes de un cable	19
1.4.4 Respuesta del cable frente al fuego y código de colores	21
1.4.4.1 Respuesta del cable frente al fuego	21
1.4.4.2 Código de colores	21
1.4.5 Designación de los cables	21
1.4.6 Criterio para el cálculo de los conductores	25
1.4.7 Conductores de protección	26
1.4.8 Canaliazión de los conductores	27
1.4.8.1 Canalizaciones	27
1.4.8.2 Bandejas	27
1.4.8.3 Tubos protectores	28
1.5 Receptores	31
1.5.1 Receptores para alumbrado	31
1.5.2 Receptor a motor	32
1.5.3 Tomas de corriente	32

1.5.3.1	Intruducción	32
1.5.3.2	Tipos de tomas de corriente	32
1.5.3.3	Situación y tomas de corriente	32
1.5.4	Interruptores y contactores	33
1.5.5	Intensidades de línea	34
1.5.6	Sección del conductor	34
1.5.7	Soluciones adoptadas	35
1.6	Protecciones	39
1.6.1	Protección de la instalación	39
1.6.1.1	Protección contra sobrecargas	39
1.6.1.2	Protección contra cortocircuitos	39
1.6.1.2.1	Cálculo de las intensidades de cortocircuito	40
1.6.1.3	Elementos de protección	44
1.7	Puesta a tierra	61
1.7.1	Introducción	61
1.7.2	Características generales de la puesta a tierra	61
1.7.3	Componentes de la puesta a tierra	62
1.7.4	Elementos a conectar a tierra	63
1.7.5	Solución adoptada	64
1.8	Batería de condensadores	65
1.9	Centro de transformación	66
1.9.1	Introducción	66
1.9.2	Situación y emplazamiento	66
1.9.3	Características generales del centro de transformación	66
1.9.4	Características constructivas del centro de transformación	67
1.9.5	Instalación eléctrica	69
1.9.5.1	Introducción	69
1.9.5.2	Características de la red de alimentación	69
1.9.5.3	Características descriptivas de las celdas de MT	70
1.10	Resumen del presupuesto	73

2 CÁLCULOS

2.1	Cálculos luminotécnicos	2
2.1.1	Cálculos iluminación interior	2
2.1.2	Cálculos iluminación exterior	8
2.2	Cálculos intensidades de línea	9
2.2.1	Método	9
2.2.2	Tablas	9
2.2.3	Potencia del transformador	13
2.3	Cálculo de las secciones de los conductores	14
2.3.1	Método	14
2.3.2	Tablas	14
2.4	Denominación de los cables y método de instalación	22
2.4.1	Introducción	22
2.4.2	Tablas	22
2.5	Cálculo de las intensidades de cortocircuito	30
2.5.1	Introducción	30
2.5.2	Procedimiento para el cálculo	30
2.5.3	Cálculo de la intensidad de cortocircuito en el secundario del trafo.	30
2.5.4	Cálculo de la intensidad de cortocircuito en el C.G.D.	31
2.5.5	Cálculo de la intensidad de cortocircuito en los cuadros secundario	32
2.5.5.1	Cuadro secundario I	32
2.5.5.2	Cuadro secundario II	33
2.5.5.3	Cuadro secundario III	33
2.5.6	Cálculo de las intensidad de cortocircuito en los cuadros auxiliares	34
2.5.6.1	Cuadro Auxiliar alumbrado interior	34
2.5.6.2	Cuadro Auxiliar oficinas	35
2.5.6.3	Cuadro Auxiliar alumbrado exterior	35
2.5.6.4	Cuadro Auxiliar del C.T.	36
2.6	Cálculo de la batería de condensadores	37
2.6.1	Introducción	37
2.6.2	Batería de condensadores	37
2.6.3	Cálculo de la intensidad que circula por la batería	37
2.7	Instalación de puesta a tierra	38
2.7.1	Investigación del terreno	38
2.7.2	Tierra perimetral de la nave	38
2.7.3	Tierra perimetral del centro de transformación	39
2.7.4	Tierra de servicio	39
2.8	Cálculo del centro de transformación	41
2.8.1	Intensidad en media tensión	41
2.8.2	Intensidad en baja tensión	41

3 PLANOS

Nº de plano	Descripción del plano
1	Ubicación
2	Superficie de la nave
3	Planta y mobiliario
4	Iluminación interior
5	Iluminación exterior
6	Alumbrado de emergencia
7	Distribución de bandejas portacables
8	Puesta a tierra de la instalación
9	Tierra del Centro de Transformación
10	Iluminación del centro de transformación
11	Esquema general de los cuadros eléctricos
12	Esquema unifilar del Centro de Transformación
13	Esquema del Cuadro General de Distribución
14	Esquema del Cuadro Auxiliar del Centro de Transformación
15	Esquema del Cuadro Secundario I
16	Esquema del Cuadro Secundario II
17	Esquema del Cuadro Secundario III
18	Esquema del Cuadro Auxiliar de alumbrado interior
19	Esquema de fuerza del alumbrado interior
20	Esquema de mando del alumbrado interior
21	Esquema Cuadro Auxiliar de oficinas
22	Esquema de fuerza alumbrado manteni. y oficina
23	Esquema de mando alumbrado manteni y oficina
24	Cuadro Auxiliar de alumbrado exterior
25	Esquema de fuerza alumbrado exterior
26	Esquema de mando alumbrado exterior
27	Esquema unifilar alumbrado oficinas
28	Esquema unifilar TC oficinas
29	Esquema unifilar TC y alumbrado de emergencia

4 PLIEGO DE CONDICIONES

4.1	Introducción	3
4.2	Objeto	3
4.3	Condiciones generales	3
4.3.1	Normas generales	3
4.3.2	Ámbito de aplicación	3
4.3.3	Conformidad y variación de las condiciones	3
4.3.4	Rescisión del contrato	4
4.3.5	Condiciones generales	4
4.4	Condiciones generales de ejecución	4
4.4.1	Datos de obra	4
4.4.2	Obras que comprende	5
4.4.3	Mejoras y variaciones del proyecto	5
4.4.4	Personal	5
4.4.5	Abono de la obra	6
4.4.6	Condiciones de pago	6
4.5	Condiciones particulares	7
4.5.1	Disposiciones aplicables	7
4.5.2	Contradicciones y omisiones del proyecto	7
4.5.3	Prototipos	7
4.6	Normativa general	7
4.7	Conductores	8
4.7.1	Materiales	8
4.7.2	Instalaciones de conductores aislados	9
4.7.3	Sección mínima del conductor neutro	9
4.7.4	Continuidad del conductor neutro	10
4.7.5	Sección de los conductores	10
4.8	Cálculo del centro de transformación	10
4.8.1	Normas de ejecución de las instalaciones	11
4.8.2	Ejecución de las obras	11
4.8.3	Ensayos	12
4.9	Redes subterráneas de baja tensión	12
4.9.1	Objetivo	12
4.9.2	Condiciones generales	12
4.9.3	Ejecución del trabajo	12
4.9.4	Trazado de zanjas	12
4.9.5	Tendido de conductores	13
4.9.6	Identificación del conductor	14
4.9.7	Cierre de zanjas	14
4.10	Protección contra sobreintensidades y sobretensiones	14
4.10.1	Protección de las instalaciones	14
4.10.1.1	Protección contra sobreintensidades	14
4.10.1.2	Protección contra sobrecargas	15

4.10.2	Situación de los dispositivos de protección	15
4.10.3	Características de los dispositivos de protección	15
4.11	Protección contra contactos directos e indirectos	16
4.11.1	Protección contra contactos directos	16
4.11.2	Protección contra contactos indirectos	16
4.11.3	Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto	17
4.12	Receptores	17
4.12.1	Condiciones generales de la instalación	17
4.12.2	Receptores de alumbrado. Instalación	18
4.12.3	Conexiones de receptores	18
4.12.4	Receptores a motor. Instalación	19
4.12.5	Materiales auxiliares	19
4.12.6	Aparatos de caldeo	19
4.13	Alumbrados especiales	20
4.13.1	Alumbrado de emergencia	20
4.13.2	Alumbrado de señalización	20
4.12.3	Locales que deberán ser provistos de alumbrados especiales	20
4.13.4	Fuentes propias de energía	21
4.13.5	Instrucciones complementarias	21
4.14	Alumbrados especiales	21
4.14.1	Prescripciones de carácter general	21
4.15	Mejoramiento del factor de potencia ($\cos \varphi$)	22
4.16	Puesta a tierra	22
4.16.1	Objetivo de las puestas a tierra	23
4.16.2	Definición	23
4.16.3	Partes que forman la puesta a tierra	23
4.16.4	Electrodos, naturaleza, constitución, dimensiones y condiciones de instalación	24
4.16.5	Resistencias de tierra	25
4.16.6	Características y condiciones de instalación de las líneas de enlace con tierra	25
4.16.7	Separación entre las tomas de tierra de las masas, de las instalaciones de utilización y las masas de un centro de transformación	26
4.16.8	Revisión de las tomas de tierra	27
4.16.9	Generalidades...	27
4.16.10	Ensayos	28
4.17	Consideraciones de carácter general	28
4.17.1	Recepción provisional	28
4.17.2	Actade comprobación de los resultados eléctricos	28
4.17.3	Medición de las caídas de tensión	28
4.17.4	Medición de tierras	28
4.17.5	Medición de aislamiento	29
4.17.6	Medición del factor de potencia	29
4.17.7	Comprobación del reparto de cargas	29
4.17.8	Comprobación de conexiones	29
4.18	Condiciones generales de índole económica	29

5 PRESUPUESTO

5.1 Capítulo I: Centro de transformación	2
5.1.1 Obra civil	2
5.1.2 Caseta del centro de transformació	2
5.1.3 Transformador de potencia	2
5.1.4 Aparamenta de media tensión	3
5.1.5 Cuadro de Baja Tensión y Cuadro auxiliar del CT	3
5.1.6 Puesta a tierra	4
5.1.7 Tabla resumen capítulo I	4
5.2 Capítulo II: Puesta a tierra	5
5.3 Capítulo III: Acometida	5
5.4 Capítulo IV: Conductores, tubos y canalizaciones	6
5.4.1 Conductores	6
5.4.2 Tubos	7
5.4.3 Canalizaciones	7
5.4.4 Tabla resumen capítulo IV	8
5.5 Capítulo V: Protecciones	8
5.5.1 Cuadro general de distribución	8
5.5.2 Cuadro secundario I	9
5.5.3 Cuadro secundario II	10
5.5.4 Cuadro secundario III	11
5.5.5 Cuadro auxiliar alumbrado interior	11
5.5.6 Cuadro auxiliar oficina	12
5.5.7 Cuadro auxiliar alumbrado exterior	13
5.5.8 Tabla resumen capítulo V	13
5.6 Capítulo VI: Alumbrado	14
5.6.1 Alumbrado interior	14
5.6.2 Alumbrado de emergencia	14
5.6.3 Alumbrado exterior	15
5.6.4 Tabla resumen capítulo VI	15
5.7 Capítulo VII: Tomas de corriente y elementos varios	16
5.8 Capítulo IV: Batería de condensadores	16
5.9 Capítulo IV: Equipo de seguridad y salud	17
5.10 Resumen del presupuesto de la instalación	18

6 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

6.1	Objeto del estudio	2
6.2	Ámbito de aplicación	2
6.3	Características de la obra	3
6.3.1	Autor del estudio básico de seguridad y salud	3
6.3.2	Datos de la obra	3
6.4	Descripción del emplazamiento de la obra	3
6.5	Conceptos básicos sobre seguridad y salud en el trabajo	4
6.6	Riesgos generales y su prevención	5
6.7	Riesgos profesionales y factores de riesgo en el trabajo	5
6.7.1	En el trabajo	5
6.7.2	La salud	6
6.7.3	Los riesgos profesionales	6
6.8	Riesgos principales y su prevención	8
6.8.1	Factores de seguridad en el lugar de trabajo	8
6.8.2	Máquinas y equipo de trabajo	8
6.8.3	Riesgo eléctrico	8
6.8.4	Riesgo de incendio	9
6.9	Medio ambiente físico	10
6.9.1	Ruido	10
6.9.2	Vibraciones	10
6.9.3	Radiaciones	10
6.9.4	Condiciones termo-higiénicas	11
6.9.5	Contaminantes biológicos	11
6.10	Planes de emergencia y evacuación	12
6.10.1	Medicina preventiva y primeros auxilios	12
6.10.2	Formación sobre seguridad	12
6.11	Espacio en el trabajo	12
6.12	Normas implantadas en el presente proyecto	13
6.12.1	Normas generales	13
6.12.2	Prevención de accidentes por caídas	13
6.12.3	Prevención de accidentes oculares	14
6.12.4	Prevención de accidentes por corte	14
6.12.5	Prevención de accidentes por atrapamiento	14
6.12.6	Prevención de accidentes con herramientas manuales	14
6.12.7	Prevención de accidentes en máquinas portátiles eléctricas	15
6.12.8	Prevención de accidentes en máquinas neumáticas	15
6.12.9	Prevención de accidentes en máquinas de herramientas	15
6.12.10	Prevención de accidentes en almacenamientos	15
6.12.11	Prevención de accidentes eléctricos	16

7 BIBLIOGRAFÍA

7.1 Reglamentos, normativas y libros	2
7.2 Catálogos consultados	3
7.3 Páginas web consultadas	4



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

Título del proyecto :

**“INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN
DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN”**

Documento 1: MEMORIA

Autor: Ancizu Oscoz, Iban

Tutor: Crespo Ganuza, José Javier



1.1 INTRODUCCIÓN

1.1.1 OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene por objeto realizar el diseño de una instalación de baja tensión de una nave industrial, cuya actividad consistirá en la fabricación de pistones forjados de aluminio, cumpliendo con todas las normas establecidas por la legislación vigente.

La instalación que se va a desarrollar estará alimentada por un centro de transformación que estará ubicado en la misma parcela que la nave industrial.

En este proyecto, se describen todos los circuitos y elementos necesarios para el correcto funcionamiento de la nave. Los principales elementos que constituyen la instalación son:

- Centro de transformación de media a baja tensión.
- Instalaciones de fuerza y tomas de corriente.
- Instalaciones de alumbrado.
- Protecciones.
- Puesta a tierra de las instalaciones.
- Corrección del factor de potencia con batería de condensadores de la instalación eléctrica de la nave.

La descripción de todos estos elementos y circuitos estará soportada por la memoria, los cálculos, los planos y el presupuesto que se presentan a continuación.

1.1.2 UBICACIÓN

Esta nave industrial estará ubicada en la calle A, nº20, del polígono industrial Elordi de Iraizotz (Ultzama), en la provincia de Navarra. La parcela dispone de 5250m², se compone de una zona de aparcamiento y maniobra (3090m²) y la propia nave (2160m²).

Los planos de localización y emplazamiento se adjuntan en el documento Planos del presente proyecto.

1.1.3 DESCRIPCIÓN DE LA NAVE

Como ya se ha comentado anteriormente, la nave se va a utilizar para la fabricación de pistones forjados de aluminio. Dicha nave, se divide en diferentes espacios necesarios para el correcto funcionamiento de la fábrica.

El espacio donde se fabrican los pistones es la zona de trabajo, en este lugar irán colocadas todas las máquinas. El proceso de producción estará dividido en dos líneas. En la Línea 1 se hará un tratamiento previo a la materia prima y en la Línea 2 se harán todos los procesos restantes para la



fabricación de los pistones. En la *Tabla 1* se muestran las máquinas que se utilizarán en la fábrica, así como a la línea a la que pertenecen.

NÚMERO	MÁQUINA	LÍNEA DE PRODUCCIÓN
1	Plegadora	Línea 1
2	Cizalla	Línea 1
3	Rectificadora	Línea 1
4	Torno	Línea 1
5	Prensa 1	Línea 1
6	Lijadora	Línea 2
7	Perforadora	Línea 2
8	Prensa 2	Línea 2
9	Máquina de soldadura	Línea 2
10	Pulidora	Línea 2
11	Motor puerta muelle 2	-----
12	Motor puerta muelle 1	-----
13	Motor puerta almacén salida	-----
14	Motor puerta almacén entrada	-----

Tabla 1

Cabe comentar también que los motores de las puertas de las naves no forman parte de ninguna de las dos líneas de producción. Los muelles poseen de una puerta corredera vertical que facilita la carga y descarga de los camiones, ya sea la materia prima o el producto terminado. Tanto el almacén de entrada (materia prima) como el almacén de salida (producto terminado) poseen a cada puerta corredera vertical con el fin de facilitar el transporte de los materiales. Por último, decir que la altura en la zona de trabajo y en los almacenes es de 10m.

El resto de zonas que forman la nave son mantenimiento, 2 vestuarios, 3 aseos (uno de ellos es el de dirección), 1 oficina principal, 2 oficinas de encargados, 1 recibidor, dirección, 1 pasillo, 1 área de descanso y una sala de reuniones. Estas zonas tienen una altura de 2,8m.

Los dos aseos situados junto al pasillo, estarán dirigidos a ser utilizados tanto por los trabajadores que operan en la zona de trabajo como por los que están en las oficinas. En cuanto a los vestuarios, comentar que se divide en dos zonas; una de ellas está compuesta por duchas y lavabos, mientras que la otra será utilizada por los trabajadores para cambiarse de vestimenta. En cuanto al área de descanso, estará constituido por unos sofás y unas máquinas expendedoras de comida y bebida.



En la *Tabla 2*, se muestran las superficies ocupadas por cada zona.

Zona	Superficie (m ²)
Zona de trabajo	1048
Almacén de entrada	275
Almacén de salida	275
Mantenimiento	101
Vestuario H.	49
Vestuario M.	38
Aseo H.	10
Aseo M.	10
Oficina	46,1
Oficina encargado 1	9
Oficina encargado 2	9
Recibidor	40
Dirección	26
Aseo Dirección	4
Pasillo	46
Área de descanso	19
Sala de reuniones	31

Tabla 2

La superficie total interior útil de la nave son 2150 m², con una altura máxima de 10 metros en la zona de trabajo y el almacén. La altura del resto de estancias es de 2.8 metros.

1.1.4 NORMATIVA

La realización del proyecto, así como su redacción, y la ejecución de las instalaciones se efectuarán de acuerdo a la normativa que se encuentra vigente.

La normativa anteriormente mencionada es la siguiente:

- Reglamento Electrotécnico para baja tensión (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002) e Instrucciones complementarias. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento sobre centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación. 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.
- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento sobre Acometidas Eléctricas. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía.



- Además, se tendrán en cuenta las normas particulares de la empresa suministradora de energía, en este caso Iberdrola.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- 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.

1.1.5 PREVISIÓN DE CARGAS:

Toda la potencia que se consumirá en la instalación puede dividirse en tres bloques generales que son las máquinas o motores utilizados para la producción y apertura y cierre de las puertas, el alumbrado de todas las zonas de la nave, incluido el centro de transformación, y las tomas de corriente. En la *tabla 3*, se detallan tanto las potencias consumidas por todos los elementos de la instalación como su factor de potencia:

Nº	Máquina	Potencia (W)	cosφ
1	Plegadora	5145	0,9
2	Cizalla	3000	0,9
3	Rectificadora	15000	0,9
4	Torno	8100	0,85
5	Prensa 1	7500	0,85
6	Lijadora	8500	0,85
7	Perforadora	2200	0,88
8	Prensa 2	5145	0,9
9	Máquina de soldadura	4000	0,9
10	Pulidora	12500	0,82
11	Motor puerta muelle 2	2940	0,9
12	motor puerta muelle 1	2940	0,9
13	Motor puerta almacén salida	2940	0,9
14	Motor puerta almacén entrada	2940	0,9
-	Alumbrado	26170	1
-	12 TC trifásicas 32 A y 400 V	33255	1
-	72 TC monofásicas 16 A y 230 V	41473	1
-	18 TC mono. Inform. 10A y 230V	6900	
TOTAL		190 648	

Tabla 3

Cabe comentar, que el elemento denominado alumbrado, contiene tanto las luminarias destinadas al alumbrado de las diferentes zonas, como las luminarias de emergencia. En cuanto a las tomas de corriente, las trifásicas estarán distribuidas en la zona de trabajo y en el almacén para la conexión de alguna otra máquina que pudiera ser necesaria en la fábrica. Mientras que las monofásicas serán distribuidas por toda la nave.



1.1.6 SUMINISTRO DE ENERGÍA

El suministro de energía eléctrica se realizará en Media Tensión, a 13,2 KV, por parte de la empresa Suministradora IBERDROLA S.A., teniendo las siguientes características principales:

- Clase de corriente: Alterna trifásica
- Tensión de servicio: 13.2 KV
- Frecuencia: 50 Hz

1.1.7 SOLUCIÓN ADOPTADA

La solución adoptada es la realización un Centro de Transformación de tipo interior prefabricado de 250 KVA, y una instalación eléctrica en B.T. El sobredimensionado del transformador se debe a que la empresa ORMAZABAL no fabrica transformadores más próximos al consumo previsto, de esta manera también se establece un margen de seguridad para posibles ampliaciones.

1.1.8 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Las características generales de la nueva instalación a realizar son las que a continuación se detallan:

Centro de transformación:

- Tipo: Interior prefabricado
- Potencia: 250KVA
- Relación de transformación: 13,2/0,4 kV.
- Nivel de aislamiento: 24KV

Acometida en baja tensión:

- RV 0,6/1kV 4x(2x120)/120 Cu

1.1.9 DISTRIBUCIÓN DE LOS CUADROS ELÉCTRICOS

Toda la energía eléctrica que consumirán las cargas de la instalación se distribuirá a través de diferentes cuadros eléctricos. En este proyecto se han utilizado un total de 9 cuadros eléctricos de diferentes tipos, los cuales irán colocados en diferentes lugares y tendrán diferentes funciones. A continuación, se explican estos aspectos:

- Cuadro de Baja Tensión: este cuadro estará ubicado en el centro de transformación. La energía eléctrica proveniente de la línea de distribución, tras ser pasada de media tensión a baja tensión en el transformador llegará a este cuadro. Las salidas de este cuadro irán por un lado al Cuadro Auxiliar del Centro de Transformación, y por otro al Cuadro General de Distribución.
- Cuadro Auxiliar del Centro de Transformación: como su propio nombre indica, este cuadro estará ubicado en el centro de transformación. A este cuadro irán conectados el alumbrado



del centro de transformación, una toma de corriente monofásica y el alumbrado de emergencia de esta zona.

- Cuadro General de Distribución: este cuadro está colocado en la nave, concretamente al lado de una de las puertas de acceso que da a la zona de trabajo (puerta de acceso norte). De este cuadro saldrán cuatro líneas. Tres de las cuatro líneas irán a cada una a un cuadro secundario. La cuarta línea estará destinada a la conexión de una batería de condensadores para la compensación de energía reactiva.
- Cuadro Secundario I: irá colocado en la zona de trabajo, muy próximo a la puerta de acceso sur que da a la zona de trabajo. A este cuadro irán conectadas tres máquinas de la zona de producción, concretamente, la plegadora, la cizalla y la rectificadora. También van conectados el motor de la puerta del muelle 2, el motor de la puerta del almacén de salida, el Cuadro Auxiliar de Alumbrado y el Cuadro Auxiliar de Oficina.
- Cuadro Secundario II: este cuadro alimentará al torno, prensa 1 y lijadora de la zona de producción. También alimenta al motor de la puerta del muelle 1, al motor de la puerta del almacén de entrada y a las tomas de corriente trifásicas del almacén, nave y mantenimiento. Está situado cerca de las máquinas que va a alimentar y en una zona concéntrica para para la distribución de las tomas de corriente.
- Cuadro Secundario III: este cuadro se encarga de proporcionar la energía necesaria al resto de máquinas de la nave industrial, es decir, a la perforadora, prensa 2, máquina de soldadura y a la pulidora. A parte de alimentar estas máquinas también van conectados el Cuadro Auxiliar de Alumbrado Exterior, el alumbrado de emergencia del almacén y zona de trabajo y las tomas de corriente monofásicas correspondientes al almacén y zona de trabajo. Este cuadro está situado próximo a las máquinas que alimenta.
- Cuadro Auxiliar de Alumbrado: a este cuadro eléctrico irá conectado el alumbrado trifásico de la nave industrial. El alumbrado trifásico es utilizado para iluminar la zona de trabajo y los almacenes. El alumbrado de la zona de trabajo se divide en tres líneas compuestas cada una de ellas por 9 luminarias. Esta división en diferentes líneas es llevada a cabo con el fin de encender las luminarias poco a poco. Ya que este tipo de luminarias consumen mucha potencia en el encendido. Para controlar esto, se ha implementado un circuito de mando, el cual temporiza el encendido de cada una de las tres líneas de luminarias trifásicas, unos pocos segundos unas de otras. En los almacenes en cambio solamente se utiliza a cada línea y un total de 6 luminarias por almacén, por lo que no existe ninguna temporización en el encendido. Tendríamos una línea de 6 luminarias en el almacén de entrada y otra línea de otras 6 luminarias en el almacén de salida. Por último, comentar que de este cuadro se saca una línea más para conectar un transformador que baja la tensión de 380V a 24V para implementar el circuito de mando del alumbrado trifásico.



- Cuadro Auxiliar de Oficina: a este cuadro van conectados todos los elementos de la zona de oficinas y mantenimiento (la zona que tiene una altura de 2,8m), es decir, las luminarias, las tomas de corriente y el alumbrado de emergencia de la correspondiente zona. Excepto en las oficinas principales y mantenimiento, las demás zonas constarán de un alumbrado monofásico. Las tomas de corriente son todas monofásicas.
- Cuadro Auxiliar de Alumbrado Exterior: en este último cuadro irá conectado el alumbrado exterior para el cual se utiliza la forma trifásica. Con el fin de evitar un prico grande en el encendido, el alumbrado exterior se divide en dos partes; alumbrado exterior nave y alumbrado exterior parking. Primero se encenderá el alumbrado exterior de la nave y al cabo de unos pocos segundos el del parking, de esta manera, reducimos considerablemente el pico de corriente. Por último, comentar que de este cuadro se saca una línea más para conectar un transformador que baja la tensión de 380V a 24V para implementar el circuito de mando del alumbrado trifásico.

1.2 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN (ITC-BT-08)

1.2.1 TIPOS DE ESQUEMAS

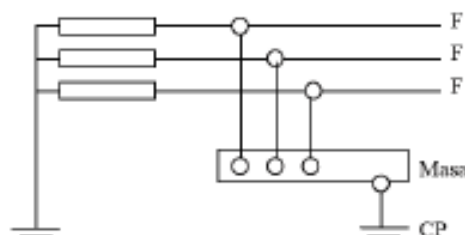
Los esquemas de distribución son esenciales para determinar las características de las medidas de protección, así como de las especificaciones de la aparamenta que vamos a utilizar para tal fin, en la instalación eléctrica de la nave industrial. Estas nos protegerán de choques eléctricos en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobreintensidades.

A la hora de elegir el esquema de distribución de nuestra instalación tendremos en cuenta las conexiones a tierra de la red de distribución, así como las masas de la instalación receptora (cargas).

A continuación se muestran los distintos esquemas de distribución, así como las características que deben reunir los sistemas de protección en función de estos. Existen 3 tipos de esquemas de distribución: TT, IT y TN.

Esquema TT

En este tipo de esquemas el neutro se conecta directamente a tierra. Además de esto, las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación.





Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. Si varios dispositivos de protección van montados en serie, esta prescripción se aplica por separado a las masas protegidas por cada dispositivo.

En este tipo de esquemas la corriente de defecto está limitada por la impedancia de las puestas a tierra, pero aun así se puede producir una tensión de contacto peligrosa.

Puesto que esta corriente de defecto es sumamente débil, es necesario introducir un dispositivo de corriente diferencial residual y no una protección contra sobrecorrientes.

En este esquema se utilizarán las siguientes protecciones:

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

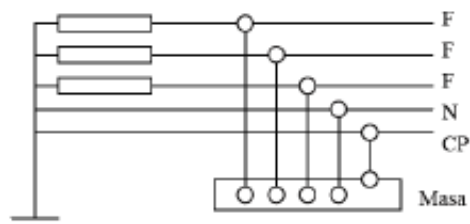
Esquema TN

Los esquemas TN tienen un punto de alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora conectadas a dicho punto mediante conductores de protección.

Se distinguen tres tipos de esquemas TN según la disposición relativa del conductor neutro y del conductor de protección. TN-S, TN-C, TN-C-S

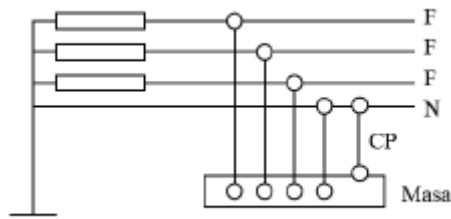
Esquema TN-S

En el que el conductor neutro y el de protección son distintos en todo el esquema.



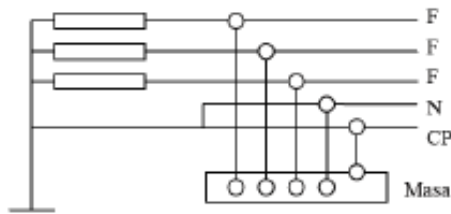
Esquema TN-C

En el que las funciones de neutro y protección están combinadas en un solo conductor en todo el esquema.



TN-C-S

En el que las funciones de neutro y protección están combinadas en un solo conductor en una parte del esquema.

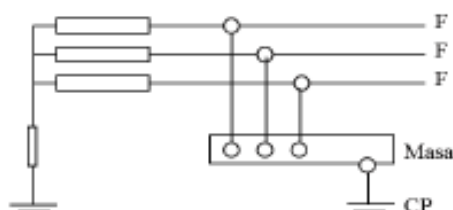


Una puesta a tierra múltiple, en puntos repartidos con regularidad, puede ser necesaria para asegurarse de que el potencial del conductor de protección se mantiene, en caso de fallo, lo más próximo posible al de tierra. Por la misma razón, se recomienda conectar el conductor de protección a tierra en el punto de entrada de cada edificio establecimiento.

En estos tipos de esquema cualquier intensidad de defecto franco fase-masa es una intensidad de cortocircuito.

Esquema IT

El esquema IT no tiene ningún punto de la alimentación conectado directamente a tierra (o impedancia elevada). Las masas de la instalación receptora están puestas directamente a tierra.



En este esquema, la intensidad resultante de un primer defecto fase-masa o fase tierra tiene un valor lo suficientemente reducido como para no provocar la aparición de tensiones de contacto peligrosas.



La limitación del valor de la intensidad resultante de un primer defecto fase-masa o fase-tierra se obtiene bien por la ausencia de conexión a tierra en la alimentación, o bien por la inserción de una impedancia suficiente entre un punto de la alimentación (generalmente el neutro) y tierra. A este efecto puede resultar necesario limitar la extensión de la instalación para disminuir el efecto capacitivo de los cables con respeto a masa.

Cuando se produce un primer fallo, el incremento de potencial de las masas queda limitado y la interrupción no es necesaria. Aun así, es imprescindible detectar este fallo para que la instalación sea segura. Para ello se utiliza un controlador permanente de aislamiento.

Si al primer fallo se le añade un segundo, se crea un cortocircuito que debe ser eliminado por los dispositivos de protección contra sobrecorrientes.

1.2.2 SOLUCIÓN ADOPTADA

Tras realizar una breve explicación del tipo de esquemas existentes, voy a proceder a argumentar cual de los anteriores esquemas anteriores he escogido.

El esquema elegido es el TT debido a que es el más aconsejable para ampliaciones futuras y presenta ventajas en su mantenimiento. Además, es el más adecuado en la seguridad contra incendios, además la compañía suministradora de corriente eléctrica en nuestro caso IBERDROLA, nos recomienda utilizar dicho esquema.

El esquema IT es desechado debido a los problemas que plantea a la hora de una futura ampliación.

Por otra parte, el esquema TN es muy parecido al TT pero es menos utilizado para este tipo de instalaciones.



1.3 ALUMBRADO

En una nave industrial es esencial una buena iluminación ya que esta asegura una buena realización de las propias actividades. En lo que se refiere a la iluminación hay que tener varios factores en cuenta, y no es únicamente importante la cantidad de luz si no también su calidad. Una iluminación es adecuada si una tarea visual puede realizarse sin esfuerzo y con la mayor comodidad posible, además de con la máxima seguridad. En este apartado va a ser clave el confort y el bienestar ambiental general.

Para la iluminación de la nave hay que tener en cuenta la función de la actividad que se va a realizar en cada zona, ya sea la zona de producción o la zona de vestuarios.

Para poder elegir las luminarias necesarias en cada zona, hay que tener en cuenta varios conceptos luminotécnicos que voy a describir a continuación:

1.3.1 CONCEPTOS LUMINOTÉCNICOS

- **Flujo luminoso:** Energía luminosa emitida por unidad de tiempo. Difiere del flujo radiante, la medida de la potencia total emitida, en que está ajustada para reflejar la sensibilidad del ojo humano a diferentes longitudes de onda. La unidad de flujo luminoso es el lumen (lm).
- **Intensidad luminosa:** Flujo luminoso emitido en una dirección dada por unidad de ángulo sólido. Su unidad de medida es la Candela (Cd).
- **Iluminancia:** La iluminancia (E) es la cantidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie por unidad de área. Cuando la unidad de flujo es el lumen y el área esta expresada en metros cuadrados, la unidad de iluminación es el lux (Lx).
- **Luminancia:** La luminancia se define como la densidad angular y superficial de flujo luminoso que incide, atraviesa o emerge de una superficie siguiendo una dirección determinada. La unidad de la luminancia es (cd/m²).
- **Flujo radiante:** Potencia emitida, transportada o recibida en forma de radiación. La unidad del flujo radiante es (w). El flujo radiante no tiene que ver con los Watios de consumo de la propia lámpara.
- **Energía radiante:** La energía emitida, transportada o recibida en forma de radiación. La unidad de la energía radiante es (Julio).
- **Rendimiento luminoso o eficacia luminosa:** No toda la energía eléctrica consumida por una lámpara se transforma en la luz visible, parte se pierde por calor, parte en forma de radiación no visible (infrarrojo o ultravioleta), etc. El rendimiento luminoso (η) de una fuente de luz es la relación entre el flujo total emitido por esa fuente y el suministro total de potencia de la fuente. En el caso de una lámpara eléctrica, el rendimiento se expresa en lúmenes por watio (lm/w). Con este dato se puede evaluar el ahorro de energía que puede dar una lámpara con respecto a otra.
- **Temperatura de color:** Temperatura de color: La temperatura de color de una fuente de luz es la correspondiente a la temperatura del “cuerpo negro” que presenta el



mismo color de la fuente. Su unidad de medida es el grado Kelvin ($^{\circ}\text{K}$). Se puede decir que la temperatura es un elemento de elección cualitativa de una lámpara, así como el flujo es un elemento cuantitativo.

- **Sólido fotométrico:** Nos da la intensidad luminosa de una determinada lámpara.

TIPOS DE ESPECTRO:

- **Espectro el continuo:** Se da con lámpara incandescente, luz solar, halógena y diodo LED.
- **Espectro en línea:** Emisiones que no son continuas. Se dan en las lámparas de mercurio y halógenos metálicos. (alumbrado exterior).
- **Espectro mixto:** Emisión monocromática más emisión continua. Lo produce las lámparas fluorescentes.

FACTOR DE ILUMINACIÓN:

- Temperatura de color:

La temperatura de color de una fuente de luz se define comparando su color dentro del espectro luminoso con el de la luz que emitiría un cuerpo negro calentado a una temperatura determinada. Es fundamental no mezclar luminarias de distinta apariencia a no ser que intentemos conseguir un efecto determinado.

- Apariencia cálida: Colores amarillos. T^{a} color $< 3300\text{K}$
- Apariencia intermedia: $3300\text{K} - 5000\text{K}$
- Apariencia fría (blanco): 5000K

LEYES FUNDAMENTALES DE LA FOTOMETRÍA:

- Ley inversa del cuadrado de la distancia: Se calcula con el luxómetro. Los Lux se reducen cuando aumenta la distancia.
- Ley del coseno del ángulo de incidencia
- Ley del coseno cubo

TIPOS DE TRANSMISIÓN (Depende de la superficie)

- **Transmisión dirigida:** Cambia el ángulo, pero no se difumina el rayo (Ejemplo: vidrio)
- **Transmisión difusa:** Se difumina la luz (Ejemplo: Vidrio opal)
- **Transmisión semidirigida:** Más porcentaje de transmisión dirigida que de transmisión difusa.
- **Transmisión semidifusa:** Difumina en menos medida

TIPOS DE REFLEXIONES

- **Regular:** Reflejada totalmente dirigida. Por ejemplo, se produce en un espejo
- **Difusa:** Rebota parte de la luz de forma difusa (Papel, yeso, pintura)
- **Mixta:** Se combinan la regular y la difusa.



RENDIMIENTO DE COLOR

El rendimiento de color nos da información de como cambia el color del cuerpo en función de la fuente que le ilumina.

El índice para clasificarlo está entre 0 y 100, donde 0 es color distorsionado y 100 color no distorsionado respecto a la luz del sol.

Una vez que se han definido de forma básica los conceptos luminotécnicos, voy a proceder a informar sobre tipo de lámparas y factores importantes a tener en cuenta.

1.3.2 TIPOS DE LÁMPARAS Y CONCEPTOS TÉCNICOS

➤ Lámparas de incandescencia:

- **Estándar:** Se hace pasar corriente eléctrica por un filamento (Wolframio). Este se calienta y emite luz. Parte fundamental de este tipo de lámparas es el casquillo y la ampolla de vidrio. Dentro de la ampolla se introduce un 90% de Argón y un 10% de nitrógeno para evitar el desprendimiento de los átomos del Wolframio y así aumentar la vida de la lámpara. Eficacia entre 8-20 lm/W. Duración: 1000 h.
- **Halógenas:** La diferencia respecto a las estándar es que se introduce dentro de la ampolla halógenos (Yodo o Bromo) además de los gases anteriormente citados. La temperatura aumenta respecto a las estándar y por ello la ampolla es de cuarzo en vez de vidrio. Se aumenta la vida útil de la bombilla y el rendimiento de la luz. 2000 h de duración. Entre 25-30 lm/W.
- **Especiales:** Su única diferencia es la forma y que la ampolla puede ser de color. Más pequeñas y distintos casquillos.

➤ Lámparas de descarga: Carecen de filamento. Se libera energía electromagnética, debido al choque de electrones en los átomos del gas introducido dentro del tubo de descarga y al cambio de nivel de energía de estos (estabilidad).

- **Lámpara fluorescente:** La radiación es ultravioleta y se hace visible gracias al polvo fluorescente que hay en su interior. Eficacia 40-100 lm/W. Duración en torno a 6000-9000 h. Sus elementos fundamentales son:
 - Tubo de descarga: Pantalla del tubo fluorescente y contiene el gas de relleno.
 - Electrodos: Son metálicos, de Wolframio. De doble o triple espiral para aumentar la superficie. Van conectados directamente a la clavija de conexión.
 - Casquillo de conexión: Las lámparas fluorescentes siempre tienen dos y están aislados mediante plástico.
 - Gas de relleno: Argón o Neón. En ocasiones se añaden unas gotas de mercurio para producir una luz de tonalidad más blanca.



- **Equipo auxiliar:** Sirve para encender la lámpara. El más usual es que se consiga mediante reactancia y cebador, pero también existen autotransformadores que se encargan de elevar la tensión.
 - **Lámparas de descarga de vapor de mercurio:** Emite radiación utilizando átomos de Mercurio. (Luz blanca). Las partes fundamentales son las mismas que las fluorescentes. Se le incluyen Halógenos que mejoran la eficiencia luminosa. Se utilizan para alumbrado interior. Eficacia: 30-95 lm/W. Duración entre 6000-9000 h.
 - **Lámparas de descarga de vapor de sodio:** Color amarillento y anaranjado. Se fabrican con dos tipos de casquillo, se bayoneta o de rosca. Este tipo de lámparas pueden trabajar a baja o alta presión y su diferencia es la eficacia luminosa y su duración. También para su encendido se necesita un equipo auxiliar (reactancia + cebador). BP: 180 lm/W y duración de 6000h. AP: 50 lm/W y duración 9000 h.
 - **Lámparas especiales:** Solares, ozono, luz negra, luz ultravioleta...
- **Lámparas de led (Light Emiting Diode):** es un dispositivo semiconductor (diodo) que emite luz cuando se polariza de forma directa y es atravesado por una corriente. La eficiencia de estas lámparas es muy grande teniendo unos rendimientos próximos a 90%, a su vez, la emisión de calor por el desperdicio de energía es mínima. Los elementos químicos que la forman la vuelven una lámpara ecológica ya que no lleva nada de tungsteno ni mercurio. La vida útil es muy elevada, entorno a 45.000 horas.

VIDA DE LAS LÁMPARAS

- **Vida media:** Mediante ensayo. Tiempo de funcionamiento de la lámpara hasta que se produce el 50% de los fallos.
- **Vida útil:** Número de horas de funcionamiento en el que el flujo emitido por la lámpara se reduce al 80% de su valor inicial (Lúmenes). Se deberá sustituir la lámpara, aunque esta no se haya fundido
- **Factor de mantenimiento:** Limpieza de la luminaria. Si se crea polvo o suciedad descienden los Lúmenes recibidos por el observador.
- **Coefficiente de mantenimiento:** Escala de 0 a 1. Cuanto más se acerca a 1 el mantenimiento es mejor. Conservación totalmente óptima de la luminaria.

SISTEMAS DE ALUMBRADO

El sistema de alumbrado que utilicemos dependerá de la actividad del local, plano de trabajo, edad de los individuos que realizan la actividad, la decoración y las dimensiones y arquitectura del local.

- **Alumbrado general:** Iluminación uniforme. Niveles medios.
- **Alumbrado general localizado:** Iluminación uniforme + potenciación de puntos singulares del local.
- **Alumbrado localizado:** Iluminación uniforme + iluminación localizada. Niveles lumínicos inferiores al alumbrado general localizado.



PROCESO DE CÁLCULO

- **Iluminancias puntuales:** Para cada punto de local. Mediante programas informáticos. En este proyecto se realizarán mediante el programa Dialux.
- **Método de los lúmenes:** Cálculo a mano. Pre-cálculo.

Para este método se siguen los siguientes puntos:

- Determinación del nivel de iluminación.
- Ámbito de uso (Doméstico, oficinas, Comercial, Industrial, Deportivos...).
- Cálculo de los coeficientes de utilización y conservación.
- Cálculo del flujo luminoso total necesario.
- Determinación del Nº total de lámparas
- Determinación del Nº de luminarias.
- Emplazamiento de luminarias.

TIPOS DE ALUMBRADO

- **Alumbrado directo:** Del 90% al 100% del flujo luminoso es proyectado debajo del plano horizontal. (Deslumbramiento alto)
- **Alumbrado semi-directo.** Del 60% al 90% del flujo luminoso es proyectado debajo del plano horizontal. Del 40% al 10% del flujo luminoso es proyectado al techo.
- **Alumbrado mixto:** Del 40% al 60% del flujo luminoso es proyectado debajo del plano horizontal. Del 40% al 60% del flujo luminoso es proyectado al techo.
- **Alumbrado semi-indirecto:** Del 10% al 40% del flujo luminoso es proyectado debajo del plano horizontal. Del 90% al 60% del flujo luminoso es proyectado al techo.
- **Alumbrado indirecto:** Del 0% al 10% del flujo luminoso es proyectado debajo del plano horizontal.

ÍNDICE DE DESLUMBRAMIENTO (U.G.R)

Este índice es proporcionado por el fabricante. La escala va de 10 a 31. Cuanto más nos acercamos a 31 el deslumbramiento es mayor. Se medirá mediante el programa informático (DIALux) utilizado en este proyecto.

Instalación eléctrica en BT de una nave industrial con CT

ACCIONAMIENTO DEL ALUMBRADO

- **Manual:** Mediante un interruptor, conmutador, cruzamiento, pulsador programado o temporizado, telerruptor, potenciómetro o telemando.
- **Control automático:** Mediante detector de presencia, fotocélula o luminarias inteligentes
- **Control remoto inteligente (centralizado):** Mediante un sistema informático centralizado controlamos y programamos el encendido y apagado de las luminarias.



1.3.3 ALUMBRADO GENERAL

El objetivo de las instalaciones de alumbrado en la nave es el de proporcionar la iluminación necesaria para desarrollar la actividad productiva sin ningún tipo de problema. En función de la actividad que se va a desarrollar, puede hacer falta un nivel de iluminación u otro. De acuerdo con la norma UNE 12464, los niveles lumínicos que se deben obtener en las diferentes zonas de esta nave son los siguientes:

- Zona de trabajo: 600 lux
- Almacenes: 400 lux
- Mantenimiento: 500 lux
- Vestuarios: 250 lux
- Aseos: 350 lux
- Oficinas: 700 lux
- Recibidor: 200 lux
- Dirección: 550 lux
- Sala de reuniones: 600 lux
- Pasillo: 200 lux
- Zona de espera: 150 lux
- Alumbrado exterior: 20 lux
- Alumbrado de emergencia: 5 lux
- Centro de transformación: 200 lux

La obtención de estos niveles lumínicos dependerá del tipo de luminaria elegida, del número de luminarias colocadas y de la disposición seleccionada para las luminarias. Para realizar estos cálculos lumínicos y obtener los niveles comentados se ha utilizado el programa DIALux. Este programa, tras indicarle el tipo de luminaria que se va a utilizar en una zona, y las dimensiones de la zona, devuelve la disposición de luminarias que hay que realizar en dicha zona para cumplir con el nivel lumínico mínimo que se le indica.



En la *tabla 4*, se muestran todos los tipos de luminarias empleadas para realizar el alumbrado de toda la nave industrial:

Zona	Luminaria	Cantidad	Lux (media)	Potencia unitaria (W)	Potencia total (W)
Zona de trabajo	Philips HPK238 1xSON400W +GPK238 R-WB+ZDK004	27	621	433	11691
Almacén entrada	Philips HPK238 1xSON400W +GPK238 R-WB+ZDK004	6	408	433	2598
Almacén salida	Philips HPK238 1xSON400W +GPK238 R-WB+ZDK004	6	408	433	2598
Mantenimiento	Philips TBS761 2xTL5-50W HFP AC-MLO_830	15	535	110	1650
Vestuario H.	Philips RC300B L600 1xLED20S/830 P0	8	275	19,4	155,2
Vestuario M.	Philips RC300B L600 1xLED20S/830 P0	6	267	19,4	116,4
Aseo H.	Philips FBH026 2xPL-C/2P 18W_827	9	354	51	459
Aseo M.	Philips FBH026 2xPL-C/2P 18W_827	9	354	51	459
Oficina	Philips TCS165xTL5-49W HFP M1_452	12	771	108	1296
Oficina encargado 1	Philips TCS165xTL5-28W HFS C3_827	4	715	61	244
Oficina encargado 2	Philips TCS165xTL5-28W HFS C3_827	4	715	61	244
Recibidor	Philips FBS120 2xPL-C/2P18WL_827	9	232	51	459
Dirección	Philips TBS761 2xTL5-50W HFP AC-MLO_830	5	584	110	550
Baño dirección	Philips FBS120 2xPL-C/2P18WL_827	2	362	51	102
Sala de reuniones	Philips TBS761 2xTL5-50W HFP AC-MLO_830	6	621	110	660
Pasillo	Philips TCS165xTL5-28W HFS C3_827	6	242	61	366
Zona de descanso	Philips FBH026 2xPL-C/2P 18W_827	6	157	51	306
Alumbrado emergencia	Philips BBS562 EL31LxLED-E\WH	51	6	4	204
Alumbrado exterior (pared)	Philips BRS439 FG T15 ECO113-2S/740A	9	20	105,71	951,39
Alumbrado exterior (farolas)	Philips SGP611 CUR 1xCPO-TW140W EB R100 P1_728	6	20	153	918
Centro de transformación	Philips RC400B POE W30L120 1xLED36S/840	1	220	29,5	29,5

Tabla 4



1.3.3.1 Alumbrado interior

En la zona de producción y almacenes se ha seleccionado una luz directa, prácticamente el 100% del flujo luminoso va hacia abajo. Es lo más adecuado ya que las luminarias están colocadas a varios metros de altura sobre el plano útil, para las demás zonas se han elegido fluorescentes y lámparas convencionales, ya que, es lo recomendado para realizar actividades en oficinas y vestuarios.

1.3.3.2 Alumbrado exterior

Para el alumbrado exterior se han utilizado dos tipos de farolas; unas que se adosan a la pared y las otras que van sobre el suelo.

Las farolas que están adosadas a la pared están colocadas a una altura de 7m sobre el suelo para evitar cualquier percance con los vehículos de transporte. Estas luminarias son de tipo LED e iluminarán el exterior de la nave.

Las farolas que van sobre el suelo tienen una altura de 6,5m. Estas farolas proporcionarán iluminación a los dos parkings.

1.3.3.3 Alumbrado de emergencia

El alumbrado de emergencia debe permitir, la evacuación segura y fácil de las personas hacia el exterior. 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 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.

Se utilizarán luminarias Philips BBS562 EL3 1xLED-EL\WH, 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. En este caso, en el área de oficinas, vestuarios, mantenimiento, zona de descanso, dirección y receptor, se colocarán justo encima de los marcos de las puertas o similar, a una altura de 2,30 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, ya que tienen que iluminar un área mayor



1.4 CONDUCTORES

1.4.1 INTRODUCCIÓN

Una vez visto la potencia total que se instalará en la nave industrial, se procede a describir el cableado necesario para suministrar la energía eléctrica necesaria. Deben calcularse y especificarse todas las características de todo el cableado de la instalación, desde el centro de transformación hasta los receptores. Para ello, hay que tener en cuenta que la corriente que circulará por los cables será alterna con tensiones de 400 V de línea y 230 V de fase respectivamente. Además, se debe procurar que la sección de estos sea la menor posible, con el fin de que no se encarezca la instalación. En cuanto al material, los cables que se van a utilizar en esta instalación van a ser de cobre.

Las características mecánicas se centrarán en la resistencia mecánica, y las eléctricas en evitar un calentamiento excesivo de los conductores y una elevada caída de tensión (U%). Esta caída de tensión se limitará segundo el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (RBT), aprobado según el Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002.

1.4.2 FACTORES QUE DETERMINAN LA ELECCIÓN DE UN CABLE

- **Tensión de aislamiento:** Máxima tensión que puede soportar un cable antes de que el aislamiento no pierda sus propiedades eléctricas. Si la tensión es mayor a la nominal del cable este se va deteriorando y puede haber riesgo de cortocircuito o electrocución. Siempre se utilizarán cables con una tensión de aislamiento igual o mayor a la tensión nominal de la instalación.
- **Intensidad máxima admisible:** Valor máximo de corriente que puede soportar un cable. Este valor está relacionado directamente con la temperatura máxima con la que el cable puede trabajar (efecto Joule). Depende de la sección del conductor, del número total de conductores (unipolares o multiconductores), y del tipo de aislamiento. La intensidad que circula tiene que ser siempre mayor a la intensidad admisible.
- **Caída de tensión:** Es sumamente importante que se limite la caída de tensión en un conductor para suministrar al receptor la tensión necesaria de funcionamiento. Esta caída de tensión está acotada por el reglamento.
- **Corrientes de cortocircuito:** Valor máximo de corriente que puede circular por un cable en un determinado tiempo. Este valor máximo será necesario para calcular las protecciones de la instalación.

1.4.3 PARTES DE UN CABLE

Todo cable se encuentra compuesto por cinco capas diferentes:

- **Conductor:** Elemento por el cual circula la corriente eléctrica y tiene una sección determinada. Dependiendo del material del conductor este tiene unas características mecánicas u otras y una resistividad determinada. Usualmente los conductores están fabricados de Cobre, Aluminio o Almelec (mezcla).



- **Cobre (20°C):** Resistividad: 0,018 $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$
Conductividad: 56 $\text{m}/\Omega\text{mm}^2$
Carga de rotura: 20 Kp/mm^2
Kp: Kilopondio

 - **Aluminio (20°C):** Resistividad: 0,028 $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$
Conductividad: 35 $\text{m}/\Omega\text{mm}^2$
Carga de rotura: 15 Kp/mm^2

 - **Almelec (20°C):** Resistividad: 0,032 $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$
Conductividad: 30,7 $\text{m}/\Omega\text{mm}^2$
Carga de rotura: 30 Kp/mm^2
- **Aislamiento:** Materiales plásticos que evitan las fugas de corriente por el cable. El RBT nos determina el tipo de aislamiento que debemos utilizar, pero IBERDROLA nos obliga a trabajar con Polietileno reticulado (XLPE).
- **Termoplásticos:** Se reblandecen con el calor. Como aislante se utiliza el PVC (Policloruro de vinilo) y el Polietileno. La temperatura que puede soportar es menor a los termoestables.
 - **Termoestables:** No funden al aumentar la temperatura. Son más caros que los termoplásticos. Los más utilizados son el EPR (Etileno-propileno), el XLPE (Polietileno reticulado) y la goma butílica.
- **Pantalla:** Esta parte no influye en los cálculos eléctricos. La pantalla se utiliza para evitar la influencia de campos eléctricos por si existe una red de comunicación cercana. Se suelen utilizar pantallas de hilos o mallas de cobre, de hoja de Aluminio (Al) o de Plomo (Pb).
- **Armadura:** Suele ser de hilos de acero y le confiere al cable resistencia mecánica, generalmente se usa en líneas aéreas.
- **Cubierta:** La cubierta se encarga de proteger el al aislamiento del cable tanto de daños mecánicos como atmosféricos. Se fabrica de Policloruro de vinilo (PVC). Si no existe pantalla ni armadura, entre el aislante y la cubierta suele haber una capa de talco para que no se fundan entre si por el calor.



1.4.4 RESPUESTA DEL CABLE FRENTE AL FUEGO Y CÓDIGO DE COLORES

1.4.4.1 Respuesta del cable frente al fuego

- **No propagadores de la llama:** Este tipo de cables mientras existe la llama se quema, pero en el momento que desaparece deja de arder.
- **No propagador del incendio:** Se aplica en cables en montaje vertical, aunque exista la llama, no propaga el fuego hacia arriba.
- **De alta seguridad (AS):** No propaga la llama ni el incendio. Los humos que emite son transparentes y sin halógenos (humos que pueden llegar a producir asfixia). Cubierta del cable de Poliolefina (PO).
- **Alta seguridad aumentada (AS+):** Además de todo lo anterior son resistentes al fuego, es decir, aunque estén expuestos a una llama no cortan el suministro eléctrico durante RF 30 a RF 120 minutos sin destruirse.

1.4.4.2 Código de colores

Es necesario para identificarlo a la hora de hacer una reparación, pero técnicamente sea cual sea su color su composición es la misma.

- **Verde-amarillo:** Conductor de protección (CP). Conexión a la puesta a tierra de la nave. Solo circulará corriente por el si hay una derivación a tierra.
- **Azul:** Cable neutro (N).
- **Negro, marrón, gris:** Fases (R,S,T).

1.4.5 DESIGNACIÓN DE LOS CABLES

Según la tensión de aislamiento: U_0/U

- **U_0 :** Valor eficaz de tensión entre cualquier conductor del cable y tierra (tensión máxima que puede soportar el cable).
- **U:** Valor eficaz de tensiones entre los conductores de fase del mismo cable.

La tensión de aislamiento depende de la instalación, pero no es necesaria para calcular el cable, pero si para especificarlo.

Para cables menores o iguales a una tensión de aislamiento de 750V:

1ª) Primera parte:

Normalización:

- H ⇒ Normas armonizadas. Son cables que se pueden utilizar en toda la



Unión Europea (UE). (Son el 99% de los cables).

- A ⇒ Cable nacional reconocido por CENELEC.
- ES ⇒ Cable nacional.

Tensión de aislamiento: U_0/U

- 01 ⇒ 100/100V
- 03 ⇒ 300/300V
- 05 ⇒ 300/500V
- 07 ⇒ 400/750V

2ª) Segunda parte:

Material de aislamiento:

- V ⇒ PVC
- R ⇒ XLPE
- Z ⇒ No propagadores de la llama
- Z1 ⇒ Alta seguridad

Material de la cubierta:

- V ⇒ PVC
- Z ⇒ No propagadores de la llama
- Z1 ⇒ Alta seguridad

Construcción especial del cable:

- H ⇒ Cuando se pueden separar los alambres del conductor
- H2 ⇒ Cuando no se pueden separar los alambres del conductor

Forma del conductor: (UNE 21022)

- F ⇒ Conductor flexible (flexibilidad clase 5) para instalaciones móviles
- H ⇒ Conductor extra flexible (flexibilidad clase 6) para instalaciones móviles
- K ⇒ Conductor flexible para instalaciones fijas
- U ⇒ Conductor rígido, de cable unifilar

**3ª) Tercera parte:**

Número de conductores: Dígitos indicando el número total de conductores aislados del cable.

Conductor de protección:

- G ⇒ Con conductor de protección
- X ⇒ Sin conductor de protección

Sección nominal del conductor: Se indica la sección nominal del cable en mm².

Ejemplo**H07Z1-K 3x35/16 mm²Cu**

- H ⇒ Cables que se pueden emplear en la Unión Europea (UE)
- 07 ⇒ Tensión de aislamiento 450/750V
- Z1 ⇒ Aislamiento de alta seguridad
- K ⇒ Conductor flexible, para instalaciones fijas
- 3x35 ⇒ Tres conductores de fase de 35 mm² cada uno
- 16 ⇒ Un conductor neutro de 16 mm²
- Cu ⇒ Todos los conductores son de Cobre (Cu)

Para cables con una tensión de aislamiento mayor a 750V:**1ª) Primera parte:**

Material de aislamiento:

- V ⇒ PVC
- R ⇒ XLPE
- D ⇒ EPR

Cubierta de separación:

- Z1 ⇒ Alta seguridad
- V ⇒ PVC

Protección metálica:

- F ⇒ Flejes de hierro
- M ⇒ Alambres de acero
- MA ⇒ Alambres de Aluminio



Material de la cubierta:

- V ⇒ PVC
- Z1 ⇒ Termoplástico alta seguridad
- N ⇒ Cubiertas de neopreno

2ª) Segunda parte:

Forma del conductor:

- F ⇒ Conductor flexible (flexibilidad clase 5) para instalaciones móviles
- H ⇒ Conductor extra flexible (flexibilidad clase 6) para instalaciones móviles
- K ⇒ Conductor flexible para instalaciones fijas
- U ⇒ Conductor rígido, de cable unifilar

3ª) Tercera parte:

Tensión de aislamiento: U_0 / U

- 0,6/1KV
- 12/20KV
- 18/30KV

4ª) Cuarta parte:

Número de conductores: Dígitos indicando el número total de conductores aislados del cable.

Sección nominal del conductor: Dígitos indicando la sección nominal en mm^2 .

Naturaleza del conductor:

- Cu ⇒ Cobre
- Al ⇒ Aluminio



1.4.6 CRITERIOS PARA EL CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES

Para el cálculo de todas las líneas de distribución de energía eléctrica de la instalación se emplean dos criterios. Estos dos son por un lado el criterio térmico, y por otro lado el criterio de caída de tensión.

1. **Criterio térmico:** el paso de corriente eléctrica por un conductor hace que aumente la temperatura de dicho elemento. Un aumento elevado de temperatura, que es función de la corriente que circula por el conductor, hace que el cable se deteriore. Para evitar dicha acción, se calcula la sección adecuada aplicando este término.

El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión nos obliga a no superar una intensidad máxima admisible dependiendo de la sección del conductor en mm^2 y de las propiedades del material por el cual esté formado. (ITC-BT-07 e ITC-BT-19).

Hay que tener en cuenta que a la hora de realizar estos cálculos y utilizar estas tablas hay unos factores de corrección que modifican en resultado de la intensidad máxima admisible para una sección determinada (ITC-BT-06 e ITC-BT-07) en relación a unas condiciones en la instalación diferentes a las condiciones normales. Estos factores de corrección dependen de la temperatura del terreno, de la resistividad térmica del terreno, de la agrupación de cables, o de la profundidad de la instalación, teniendo distinto valor según si la instalación es aérea o subterránea bajo tubo.

Monofásica:

$$I_{CAL} = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi} \times F_{may} \qquad I_C = \frac{I_{CAL}}{F_C}$$

Trifásica:

$$I_{CAL} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} \cdot F_{may} \qquad I_C = \frac{I_{CAL}}{F_C}$$

Siendo:

- **P:** Potencia del receptor al que alimenta el cable en vatios.
- **V:** Tensión nominal de la línea en voltios.
- **Cos φ :** Factor de potencia.
- **F_{may}:** Factor de mayoramiento.
- **F_C:** Factor de corrección.
- **I_C:** Intensidad calculada en amperios con el factor de corrección aplicado.



Con este criterio primero calculamos la intensidad para una potencia y tensión determinada, y después según las tablas con las intensidades máximas admisibles ($I_{\text{Max Adm}}$) elegiremos la sección de cable normalizada para la cual $I_c < I_{\text{Max Adm}}$. Por lo tanto, la sección que elijamos siempre soportará una intensidad igual o mayor a la intensidad a la cual vaya a trabajar el receptor en condiciones normales de funcionamiento.

2. **Criterio de caída de tensión:** la caída de tensión en entre el origen de la instalación y los receptores no puede ser mayor del 4,5% para alumbrado y del 6,5% para los demás usos, ya que esto podría hacer que los receptores no funcionasen correctamente. La caída de tensión depende de varios factores como la sección, conductividad, longitud del cable, la potencia del y la tensión de alimentación. El único factor que se puede modificable es la sección, ya que el resto depende del receptor y del lugar donde se haya colocado. A mayor sección de cable, menor será la caída de tensión en dicho cable. Se utilizarán las siguientes fórmulas, dependiendo del tipo de red:

Monofásica:

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

Trifásica:

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

Siendo:

- **U:** caída de tensión en voltios.
- **L:** longitud de la línea en metros.
- **In:** intensidad nominal de la línea en amperios.
- **Cos φ :** factor de potencia.
- **C:** conductividad del material conductor.
- **S:** sección del cable en mm^2 .

Visto esto, se calcularán mediante ambos criterios la sección mínima necesaria para la óptima conducción de la energía eléctrica en cada una de las fases de la instalación. Entre los dos cálculos siempre se escogerá la mayor sección obtenida.

1.4.7 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Si los conductores de protección están constituidos del mismo metal que los conductores de fase, tendrán una sección mínima, en función de la sección de los conductores de fase de la instalación como se establece a continuación.



Secciones de los conductores de fase (mm ²)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm ²)
S ≤ 16	S
16 < S ≤ 35	16
S > 35	S/2

1.4.8 CANALIZACIÓN DE LOS CONDUCTORES

1.4.8.1 Canalizaciones

Las canalizaciones son una parte fundamental de las instalaciones eléctricas ya que protegen al conductor y proporcionan un camino adecuado para su instalación. Hay distintos tipos de canalizaciones y las voy a describir según la terminología del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

- **Canalización amovible:** Canalización que puede ser quitada fácilmente.
- **Canalización eléctrica:** Conjunto constituido por uno o varios conductores eléctricos y los elementos que aseguran su fijación y, en su caso, su protección mecánica.
- **Canalización fija:** Canalización instalada de forma inamovible, que no puede ser desplazada
- **Canalización movable:** Canalización que puede ser desplazada durante su utilización.

En el presente proyecto se va a utilizar una canalización fija. Para ello hay diferentes soluciones como bandejas o tubos. Este tipo de canalización siempre estará protegida contra deterioros mecánicos para evitar la destrucción de los cables.

1.4.8.2 Bandejas

Las características mínimas, instalación y puesta en obra de las canales protectoras deberán cumplir lo indicado en la ITC-BT-21. Se considera que las canalizaciones eléctricas prefabricadas conforme a lo indicado en el apartado 2.2.10 de la ITC-BT-20 y las bandejas de paredes llenas adosadas al techo que se instalen a una altura mayor de 2,5 metros garantizan el mismo nivel de protección que las canales protectoras.

Las bandejas deberán ser conformes a la Norma UNE-EN 61537. El trazado se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.

Características	Grado
Resistencia al impacto	2 Joules
Temperatura de instalación y servicio	-5 ≤ T ≤ 60°C
Propiedades eléctricas	Continuidad eléctrica / aislante
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador

Producto	Norma de aplicación
Bandejas y bandejas de escalera	UNE-EN 61537



Las bandejas metálicas deben conectarse a la red de tierra quedando su continuidad eléctrica convenientemente asegurada. Las características mínimas de las bandejas serán:

Teniendo en cuenta que el apartado 2.2.9 de la ITC-BT-20 permite la utilización de cables de tensión asignada mínima de 0,6/1 kV colocados en bandejas, bandejas de escalera o soporte de bandejas, se considera que el objetivo principal de protección mecánica de los conductores se cumple también cuando las bandejas se instalen en el interior de falsos techos, falsos suelos, o bien a una altura no inferior a 2,5 metros desde el nivel del suelo si la bandejas están adosadas a la pared o a una altura no inferior a 4 metros desde el nivel del suelo en el resto de casos (por ejemplo, si sobrevuelan pasillos o corredores).

1.4.8.3 Tubos protectores

Especificaciones en la ITC-BT-21. Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos
- Tubo y accesorios no metálicos
- Tubo y accesorios compuestos

Los tubos se clasifican en:

- Sistemas de tubos rígidos
- Sistema de tubos curvables
- Sistema de tubos flexibles
- Sistema de tubos enterrados

Para evitar el deterioro de los cables o posibles accidentes a los operarios, la superficie interior de los tubos no debe tener partes cortantes. 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 especificados en las tablas de la ITC mencionada anteriormente del (RBT). Este diámetro (\emptyset) deberá ser tal que permita un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados.

El diámetro de los tubos (\emptyset) y el número de conductores dependerá del tipo de instalación, que puede ser:

- Tubos en canalizaciones fijas en superficie
- Tubos en canalizaciones empotradas
- Canalizaciones aéreas o con tubos al aire
- Tubos en canalizaciones enterradas

**Prescripciones generales:**

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

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a la UNE-EN 50.086 -2-2.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros.
- 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. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En 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.
- Durante la instalación de los conductores para que su aislamiento no pueda ser dañado 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 los bordes estarán convenientemente redondeados.
- 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, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.



- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.
- Para la colocación de los conductores se seguirá lo señalado en la ITC-BT-20.
- A fin de evitar los efectos del calor emitido por fuentes externas (distribuciones de agua caliente, aparatos y luminarias, procesos de fabricación, absorción del calor del medio circundante, etc.) las canalizaciones se protegerán utilizando los siguientes métodos eficaces:
 - Pantallas de protección calorífuga.
 - Alejamiento suficiente de las fuentes de calor.
 - Elección de la canalización adecuada que soporte los efectos nocivos que se puedan producir.
 - Modificación del material aislante a emplear.

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, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- 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 aproximadamente, y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 centímetros.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, las recomendaciones de la tabla 8 y las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar



- recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
 - Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.

En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

La elección de los tubos con sus diámetros correspondientes está especificada en el documento CÁLCULOS del presente proyecto.

1.5 RECEPTORES

Lo referido a los receptores se encuentra expresado en la ITC BT 43.

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 del local, emplazamiento, utilización, etc.), teniendo en cuenta 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. Soportarán la influencia de los agentes externos a que estén sometidos en servicio, por ejemplo, polvo, humedad, gases y vapores.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por medio de un conductor móvil. 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.

1.5.1 RECEPTORES PARA ALUMBRADO

Lo referido a los receptores se encuentra expresado en la ITC BT 44

Las lámparas de descarga deberán cumplir una serie de condiciones:

- Serán accionadas por interruptores, previstos para cargas inductivas o, en defecto de esta característica, tendrá una capacidad de corte no inferior a dos veces la intensidad del receptor o grupo de receptores.
- Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los conductores de fase.



- En el caso de lámparas fluorescentes, será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,90, cumpliendo así con lo dispuesto en la ITC BT 44

1.5.2 RECEPTORES A MOTOR

Segun indica la ITC-BT-47 del RBT, las secciones minimas que deben tener los conductores de conexion de los motores, con el fin de que no se produzca en ellos un calentamiento excesivo seran las siguientes:

- **Un solo motor:** Los conductores de conexion que alimentan a un solo motor deberan estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la intensidad a plena carga del motor en cuestion.
- **Varios motores:** Los conductores de conexion que alimentan a varios motores deberan estar dimensionados para una intensidad no menor a la suma de 125% de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia mas la intensidad a plena carga de todos los demas.

1.5.3 TOMAS DE CORRIENTE

1.5.3.1 Introducción

Se ha considerado importante la instalación de diversas tomas de corriente, tanto monofásicas como trifásicas, en todas las estancias de la nave para tener la posibilidad de conectar equipos portátiles como taladros, ordenadores...

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

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

1.5.3.2 Tipos de tomas de corriente

Las tomas de corriente que se van a colocar en este proyecto seran monofasicas y trifasicas, definiendolas de la siguiente manera:

- Tomas de corriente monofasicas de 16 A y 230 V (2P+T).
- Tomas de corriente monofasica informatica de 10 A y 230 V (2P+T).
- Tomas de corriente trifasicas de 32 A y 400 V (4P+T).

1.5.3.3 Situacion y numero de tomas de corriente

Las tomas iran fijadas a las paredes por sus medios convencionales y a una altura de 30 cm en todas las zonas de oficinas, en el caso de la zona de produccion y almacenes las tomas de corriente iran a una altura de 1,5 metros.



Zona	TC monofásica 16 A y 230 V	TC trifásica 32 A y 400 V	TC monofásica informática
Almacén de entrada	3	2	
Almacén de salida	3	2	
Zona de trabajo	15	6	
Oficina encarga. 1	2		1
Oficina encarga. 2	2		1
Mantenimiento	15	2	
Pasillo	2		
Oficinas	6		12
Recibidor	2		
Dirección	3		2
Baño dirección	1		
Sala de reuniones	4		2
Vestuario mujeres	4		
Vestuario hombres	3		
Zona de descanso	5		
Aseos Hombre	1		
Aseos mujeres	1		
TOTAL	72	12	18

Tabla 4

1.5.4 INTERRUPTORES Y CONTACTORES

Los interruptores se utilizan para el encendido y apagado del alumbrado de la “zona de oficinas”. La situación de estos viene detallada en el plano correspondiente. En la siguiente figura se muestran el número de interruptores utilizados:

TIPO DE INTERRUPTOR	CANTIDAD
Interruptor	11
Conmutador	8
Interruptor de cruce	4

Tabla 5

El encendido y apagado de la zona de trabajo y almacenes se realizará mediante contactores situados en el Cuadro Auxiliar de Alumbrado que son activados mediante pulsadores colocados estratégicamente por toda la nave.

El alumbrado exterior está gobernado por un reloj astronómico. Este reloj controlará el encendido y apagado de las farolas. Se encenderán al anoecer y se apagarán al amanecer.

1.5.5 INTENSIDADES DE LÍNEA



Para poder calcular la sección del cable que previamente se ha explicado, es necesario calcular la intensidad de línea previamente. Para ello se necesitan los siguientes datos:

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

El procedimiento es el siguiente:

- Receptor monofásico:

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

- Receptor trifásico:

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

Dónde:

- **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.
- **Cosφ:** Factor de potencia del receptor.

Se deben aplicar los factores de corrección correspondientes para cada línea, depende del aparato al que alimenten, y de la temperatura ambiente, tipo de canalización y número de conductores que se alojan en la misma ITC-BT-7, así se obtiene la intensidad de cálculo:

- 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 $\cos\varphi = 0,9$.

1.5.6 SECCIÓN DEL CONDUCTOR

Una vez conocida la intensidad de cálculo 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 está detallada en los planos unifilares. Ha de determinarse el tipo de conductor a utilizar y el lugar por el que discurren, características del conductor:

- 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)

El cálculo de la sección del conductor se procede de acuerdo al criterio térmico y al criterio de caída de tensión como se ha explicado anteriormente en el apartado 1.4.6. Una vez calculada la sección de la línea por ambos métodos, se escogerá como resultado la mayor. Para terminar obtenemos la sección del neutro y del cable de protección siguiendo las tablas de la ITC-BT-07 o en la ITC-BT19. El tipo de instalación y los conductores se detallan, así como la tabla completa de cómo quedan los cables, en el documento cálculos.

1.5.7 SOLUCIONES ADOPTADAS

CONDUCTORES

El tipo de conductor utilizado en la nave va a ser de la marca:

- Prysmian, Retenax Flam N RV 0,6/1kV 4x(2x120)/120 Cu para la acometida que va desde el Cuadro de BT situado en el centro de transformación hasta el Cuadro General de Distribución CGD instalado en el interior de nuestra nave.
 - **Denominación Técnica:** RV
 - **Norma constructiva:** UNE 21123-2
 - **Conductor:** Cobre electrolítico recocido.
 - **Flexibilidad:** Rígido, clase 2 (varios hilos), según UNE-EN 60228
 - **Temperatura máxima del conductor:** 90 °C en servicio permanente y 250°C en cortocircuito.
 - **Aislamiento:** Mezcla de Polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según HD603-1, color: amarillo/verde, azul, gris, marrón y negro; según UNE 21089-1.
 - **Cubierta:** Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1, color: negro.
 - **Aplicaciones:**
 - Cable de fácil pelado y alta flexibilidad
 - En toda instalación donde el riesgo de incendio no sea despreciable (instalaciones en montaje superficial, canalizaciones verticales en edificios o sobre bandejas, etc.) o donde se requieran las mejores propiedades frente al fuego y/o la ecología de los productos de construcción.
 - Líneas generales de alimentación (ITC-BT 14)
 - Derivaciones individuales (ITC-BT 15)
 - Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20).
 - Industrias (Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales R.D. 2267/2004).
 -



- Prysmian, Afumex plus 750V (AS) Cu para las derivaciones a tierra de los cuadros.
 - **Denominación Técnica:** H07Z1-K (AS)
 - **Norma constructiva:** UNE-EN 50525-3-31
 - **Conductor:** Cobre electrolítico recocido.
 - **Flexibilidad:** Flexible, clase 5, según UNE-EN 60228
 - **Temperatura máxima del conductor:** 70 °C en servicio permanente y 160°C en cortocircuito.
 - **Aislamiento:** Mezcla especialtermoplástica, cero halógenos, tipo AFUMEX TI Z1 color: amarillo/verde, azul, gris, marrón y negro.
 - **Aplicaciones:**
 - Cable extradeslizante especialmente adecuado para instalaciones en locales de pública concurrencia: (salas de espectáculos, centros comerciales, escuelas, hospitales, edificios de oficinas, pabellones deportivos, etc.)
 - En centros informáticos, aeropuertos, naves industriales, parkings, túneles ferroviarios y de carreteras, locales de difícil ventilación y/o evacuación, etc.
En toda instalación donde el riesgo de incendio no sea despreciable como por ejemplo: instalaciones en montaje superficial, canalizaciones verticales en edificios, etc. o donde se requieran las mejores propiedades frente al fuego y/o la ecología de los productos

- Prysmian, Afumex Easy (AS) RZ1-K(AS) 0,6/1kV Cu lo vamos a emplear para el resto de las derivaciones interiores.
 - **Denominación Técnica:** RZ1-K
 - **Norma constructiva:** UNE 21123-4
 - **Conductor:** Cobre electrolítico recocido.
 - **Flexibilidad:** Clase 5, según UNE EN 60228
 - **Temperatura máxima del conductor:** 90 °C en servicio permanente y 250°C en cortocircuito.
 - **Aislamiento:** Mezcla de Polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3, color: amarillo/verde, azul, gris, marrón y negro; según UNE 21089-1.
 - **Cubierta:** Mezcla especial cero halógenos, tipo AFUMEX Z1, color: verde.
 - **Aplicaciones:**
 - Instalaciones subterráneas en general e instalaciones al aire en las que se requiere gran facilidad de manipulamiento y no es obligatorio Afumex (AS)
 - Redes subterráneas de distribución e instalaciones subterráneas (ITC-BT 07).
 - Redes subterráneas de alumbrado exterior (ITC-BT 09).
 - Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20); salvo obligación de Afumex (AS) (ver ITC-BT 28 y R.D. 2267 / 2004).
 - Locales con riesgo de incendio o explosión (ITC-BT 29) adecuadamente canalizada; salvo obligación de Afumex (AS) (ver RD

2267/2004).Industrias (Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales R.D. 2267/2004).

CANALIZACIONES

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

➤ **Acometida**

La acometida irá enterrada en canalizaciones entubadas a 0,8 m de profundidad partiendo desde el propio centro de transformación (cuadro de baja tensión) hasta el cuadro general de distribución (CGD) en el interior de la nave industrial, situado a 55 m. Se realizará una zanja de 50x80cm, con arena lavada debajo del tubo y relleno de tierra excavada.

Se llevarán tres fases y neutro (3F+N), constituida cada una de las fases por dos conductores unipolares de 120 mm² y el neutro mediante cable unipolar de 120 mm² . Los cables de cada fase irán dispuestos en trébol, tal y como se indica en la siguiente figura.



El tubo tendrá un diámetro de 160 mm atendiendo a la ITC-BT-21, liso por el interior y corrugado por el exterior, color rojo y con resistencia de aplastamiento 750 N.

➤ **Canalización general**

Dichas canalizaciones irán desde el CGD a los diferentes cuadros secundarios de la empresa discurriendo por el interior de la nave industrial. Se realizarán mediante bandejas portacables metálicas de base embutida y perforadas de la marca PEMSA con tapa. Esta bandeja irá rodeando las diferentes zonas de la empresa, a una altura de 4 metros. Las bajantes a los cuadros se harán a través de bandeja portacables con tapa.



➤ **Derivaciones**

▪ **Cuadros auxiliares**

Las derivaciones desde los cuadros secundarios a los cuadros auxiliares se realizarán mediante bandejas portacables metálicas de base embutida y perforadas de la marca a una altura de 4 metros.

▪ **Motores**

Para los motores de producción (desde motor 1 hasta motor 10) la canalización será bajo tubo empotrado en obra.

Para los motores de las puertas (desde motor 11 hasta motor 14) la canalización será por la bandeja portacables metálica de la marca PEMSA y luego seguirán mediante tubos corrugados libres de alógenos grapados a la pared.

▪ **Alumbrado de la zona de trabajo, almacenes y exteriores**

Su canalización se llevará a cabo desde los cuadros auxiliares de alumbrado mediante bandeja metálica portacables de base embutida y perforada en suspensión a 0.5m del techo. Luego se continuará hasta cada luminaria a través de tubos rígidos superficialmente grapados al techo.

Para la iluminación exterior del parking la salida hasta la fachada de la nave será mediante bandeja metálica portacables de base embutida y perforada en suspensión a 0.5m del techo. Luego la bajada será a través de tubo rígido grapado superficialmente a la pared, y por último, se continuará hasta cada luminaria a través de tubo empotrado en el suelo.

▪ **Tomas de corriente y alumbrado de emergencia de la zona de trabajo y almacenes**

Su canalización partirá desde los cuadros secundarios mediante bandeja metálica portacables de base embutida y perforada a 5m de altura. Luego la bajada a cada toma será a través de tubo rígido grapado superficialmente a la pared.

▪ **Alumbrado, alumbrado de emergencia y tomas de corriente oficinas**

Las derivaciones en la zona de oficinas se realizarán a través de bandejas metálicas portacables de base embutida y perforada que irá por encima del falso techo. Al llegar a cada despacho la canalización será bajo tubo corrugado libre de alógenos empotrado en obra.



1.6. PROTECCIONES

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 conectados a ellos, como de las personas que han de trabajar con ella.

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

1.6.1 PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La protección de la instalación es un primordial. La aparatada de protección registra de forma selectiva las avería y separa las partes defectuosas. Además limita las sobreintensidades e inhabilita que cualquier carcasa pueda estar a una tensión peligrosa para las personas.

1.6.1.1 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. Sin embargo, si su duración se excede en el tiempo se pueden producir grandes daños. La consecuencia principal de la sobrecarga es una elevación de la temperatura.

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, se asegura que la temperatura del elemento a proteger no se eleve en demasía.

1.6.1.2 Protección contra cortocircuitos

Se produce un cortocircuito cuando se ponen en contacto dos o más conductores a diferente potencial. 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 atraviesa el punto de falta. Un cortocircuito tiene las siguientes características:

- Su duración: auto extingible, transitorio, permanente.



- Su 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: lugar en el que se ha producido.

Los elementos de protección deben de ser previstos para cortar cualquier tipo de cortocircuito, es decir, tienen que ser capaces de interrumpir el máximo cortocircuito generable. Además deben hacerlo en un tiempo mínimo para que tanto los equipos receptores como los conductores no sufran daños.

1.6.1.2.1 Cálculo de las intensidades de cortocircuito

Para elegir la aparamenta de protección adecuada, debemos calcular las corrientes de cortocircuito máximas y mínimas en los distintos niveles.

Corriente de cortocircuito máxima

Esta corriente es la máxima corriente que puede ocasionarse en la instalación. En general, en las instalaciones de baja tensión ocurre en la salida del magnetotérmico y habiendo un contacto entre las tres fases.

Estas corrientes se utilizan para determinar:

- El poder de corte de los interruptores magnetotérmicos.

El valor de la corriente de cortocircuito máxima se obtiene de la siguiente fórmula:

$$I_{cc_{max}} = \frac{C \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot |Z_d|}$$

Donde:

- **I_{ccmax}**: Corriente de cortocircuito eficaz en A.
- **C**: Variación de tensión. Su valor para instalaciones de baja tensión, a 230/400V es de 1.
- **U_n**: Tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.
- **Z_d**: Impedancia directa por fase de la red aguas arriba del defecto en ohmios.

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

$$P_{dc} > I_{cc_{max}}$$

Siendo P_{dc} el poder de corte de los interruptores magnetotérmicos.

Corriente de cortocircuito mínima



Esta corriente es la mínima corriente que puede haber al producirse un cortocircuito. En las instalaciones de baja tensión se da en el extremo del circuito protegido y habiendo un contacto entre fase y neutro. Si se carece de neutro se da al haber un contacto entre dos fases.

Estas corrientes se utilizan para determinar:

- Tipo de curva del interruptor magnetotérmico.

Esta corriente se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc_{min}} = \frac{C \cdot U_n \cdot \sqrt{3}}{|2 \cdot Z_{d_{nueva}} \cdot Z_o|}$$

Donde:

- **I_{ccmin}**: Corriente de cortocircuito eficaz en A.
- **C**: Variación de tensión. Su valor para instalaciones de baja tensión, a 230/400 V es de 0,95.
- **U_n**: Tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.
- **Z_{d_nueva}**: Impedancia directa en ohmios, teniendo en cuenta la temperatura de cortocircuito que es de 250°C.
- **Z_o**: Impedancia homopolar en ohmios.

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 acota del siguiente modo:

$$I_{cálculo} \leq I_{nominal} \leq I_{admisible}$$

Donde:

- **I_{cálculo}**: 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.

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

- **I_{admisible}**: Es la máxima intensidad que puede circular por el cable sin que sufra daños irreversibles. Se obtiene de la tabla 1 de la instrucción 19 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Dentro del intervalo que nos ofrecen estos dos valores se escoge el que más convenga dentro de los valores normalizados.

Finalmente, ya se puede conocer el tipo de curva del interruptor magnetotérmico de la siguiente manera:

- $I_{ccmin} = (3 \text{ a } 5) \cdot I_n \rightarrow$ La curva es de tipo B.
- $I_{ccmin} = (5 \text{ a } 10) \cdot I_n \rightarrow$ La curva es de tipo C.
- $I_{ccmin} = (10 \text{ a } 20) \cdot I_n \rightarrow$ La curva es de tipo D.



Calculo de las impedancias

- Calculo de Z_d (impedancia directa)

La red de baja tensión se caracteriza por una impedancia Z compuesta de:

- un elemento resistivo puro R .
- un elemento inductivo puro X (reactancia).

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

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

- Cálculo de Z_a

Esta impedancia representa la línea de media o alta tensión que llega al transformador. La potencia de cortocircuito de la red es un dato de la compañía distribuidora de energía, en este caso será de 500MVA.

Despreciando la resistencia frente a la reactancia se puede calcular la impedancia de la red aguas arriba llevada al secundario del transformador:

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

Donde:

- **U:** Tensión en vacío del secundario del transformador en voltios.
- **S_{cc}:** Potencia de cortocircuito en VA.
- **Z_a:** Impedancia aguas arriba del defecto en $j\Omega$. Es totalmente inductiva.

- Cálculo de Z_T

Esta impedancia representa al transformador de distribución. Para el cálculo aproximado, se desprecia la resistencia debida a las pérdidas en el cobre según la relación:

$$Z_T = X = \frac{U_{cc}}{100} \cdot \frac{U^2}{S}$$

Donde:

- **U:** Tensión en vacío entre fases en V.
- **U_{cc}:** Tensión de cortocircuito en % (4%).
- **S:** Potencia nominal del transformador en VA.
- **Z_T:** Impedancia del transformador en $j\Omega$. Es totalmente inductiva.

Tanto la resistencia del transformador como de la aparata de media tensión se puede considerar despreciable.



- Cálculo de Z_L

Esta impedancia es la oposición que representan los conductores de la instalación. La resistencia de los conductores se calculará según la fórmula:

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

Donde:

- **R:** Resistencia del conductor en ohmios.
- **r:** Resistividad del material. La de un conductor de cobre a 20°C es de 0,01724 $\Omega \times \text{mm}^2/\text{m}$ y la de un conductor de aluminio a 20°C es de 0,02857 $\Omega \times \text{mm}^2/\text{m}$.
- **L:** Longitud del conductor.
- **S:** Sección por fase del conductor.

El cálculo de la reactancia:

$$X(\text{m}\Omega) = 0,15 \cdot L(\text{m})$$

Para secciones iguales o inferiores a 25mm^2 se podrá despreciar siempre la reactancia de la línea.

- Cálculo de Z_{aut}

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

$$Z_{aut} \approx X_{aut} = \text{Número de automatismos} \cdot 0,15\text{j}\Omega$$

En el número de automatismos se incluye el que se está calculando, así como diferenciales, etc.

- Cálculo de Z_{d_nueva}

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 impedancia directa 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 impedancia de la línea, hay que calcularla a temperatura de cortocircuito (250°C). Para ello se hace la siguiente transposición:

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

Donde:

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

$$\Delta T = 250^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 230^\circ\text{C}$$

Por tanto:

$$Z_{d_nueva} = Z_a + Z_T + Z_{L_{250^\circ\text{C}}} + Z_{aut}$$



- Cálculo de Z_o (impedancia homopolar).

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

$$Z_o = Z_{ao} + Z_{To} + Z_{Lo} + Z_{auto}$$

Donde:

$$Z_{ao} = 0$$

$$Z_{To} = Z_T$$

$$Z_{Lo} = 3 \cdot Z_{L_{250}^{\circ}C}$$

$$Z_{auto} = 3 \cdot Z_{aut}$$

1.6.1.3 Elementos de protección

Para la protección de la nave se explican los siguientes elementos con los cuales la instalación eléctrica de a nave quedaría protegida:

- **Interruptor diferencial:** Es un 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:** generalmente son hilos de cobre y son los encargados de transportar la electricidad.
- **Interruptor magnetotérmico:** Es el elemento responsable del corte de la corriente con el fin de proteger la instalación. Se puede dividir en dos partes; una sería la protección térmica y la otra sería la protección magnética. La protección térmica protege frente a las sobrecargas y la parte magnética protege frente a los cortocircuitos.

Un aspecto muy a tener en cuenta en la protección es la selectividad. La instalación debe constar de una selectividad total para su funcionamiento óptimo. Al haber selectividad total, nos aseguramos que el elemento de protección que actúe será el más próximo a la falta. Para llevar esto a cabo se deben utilizar elementos de protección de la misma marca, en este proyecto se van a utilizar los de la marca Schneider.

A continuación, se detalla cuadro por cuadro todos los elementos de protección que se colocarán en la instalación:

**CUADRO DE BAJA TENSIÓN:**

- Interruptor magnetotérmico Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **400 A**
 - Intensidad regulada: **300 A**
 - Poder de corte: **10 kA**
 - Polos: **IV**
 - Curva: **B**
- Interruptor automático diferencial ID, Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **400 A**
 - Sensibilidad: **1 A**

CUADRO AUXILIAR DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

- Interruptor magnetotérmico Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **6 A**
 - Intensidad regulada: **6 A**
 - Poder de corte: **6 kA**
 - Polos: **II**
 - Curva: **C**
- Interruptor automático diferencial ID, Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **6 A**
 - Sensibilidad: **30 mA**

CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓNEntrada:

- Interruptor magnetotérmico Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **400 A**
 - Intensidad regulada: **300 A**
 - Poder de corte: **10 kA**
 - Polos: **IV**
 - Curva: **C**

Salidas:

- **Cuadro secundario I (Línea 1):**
 - ❖ Interruptor magnetotérmico Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **125 A**
 - Intensidad regulada: **125 A**
 - Poder de corte: **10 kA**
 - Polos: **IV**
 - Curva: **C**

 - ❖ Interruptor automático diferencial ID, Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **160 A**
 - Sensibilidad: **600 mA**

- **Cuadro secundario II (Línea 2):**
 - ❖ Interruptor magnetotérmico Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **100 A**
 - Intensidad regulada: **100 A**
 - Poder de corte: **10 kA**
 - Polos: **IV**
 - Curva: **C**

 - ❖ Interruptor automático diferencial ID, Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **100 A**
 - Sensibilidad: **300 mA**

- **Cuadro secundario III (Línea3):**
 - ❖ Interruptor magnetotérmico Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **80 A**
 - Intensidad regulada: **70 A**
 - Poder de corte: **10 kA**
 - Polos: **IV**
 - Curva: **C**

 - ❖ Interruptor automático diferencial ID, Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **80 A**



- Sensibilidad: **300 mA**

- **Batería de condensadores (Línea 4):**

- ❖ Interruptor magnetotérmico Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **80 A**
- Intensidad regulada: **70 A**
- Poder de corte: **10 kA**
- Polos: **III**
- Curva: **C**

- ❖ Interruptor automático diferencial ID, Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **80 A**
- Sensibilidad: **300 mA**

CUADRO SECUNDARIO I

Entrada

- Interruptor magnetotérmico Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **125 A**
- Intensidad regulada: **125 A**
- Poder de corte: **6 kA**
- Polos: **IV**
- Curva: **C**

Salidas:

- **Plegadora (Línea 1):**

- ❖ Interruptor magnetotérmico Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **10 A**
- Intensidad regulada: **9 A**
- Poder de corte: **6 kA**
- Polos: **III**
- Curva: **D**

- ❖ Interruptor automático diferencial ID, Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **50 A**
- Sensibilidad: **300 mA**



- **Cizalla (Línea 2):**

- ❖ Interruptor magnetotérmico Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **6 A**
- Intensidad regulada: **5 A**
- Poder de corte: **6 kA**
- Polos: **III**
- Curva: **D**

- ❖ Interruptor automático diferencial ID, Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **50 A**
- Sensibilidad: **300 mA**

- **Rectificadora (Línea3):**

- ❖ Interruptor magnetotérmico Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **32 A**
- Intensidad regulada: **25 A**
- Poder de corte: **6 kA**
- Polos: **III**
- Curva: **D**

- ❖ Interruptor automático diferencial ID, Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **50 A**
- Sensibilidad: **300 mA**

- **Motor puerta muelle 2 (Línea 4):**

- ❖ Interruptor magnetotérmico Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **6 A**
- Intensidad regulada: **5 A**
- Poder de corte: **6 kA**
- Polos: **III**
- Curva: **D**



- ❖ Interruptor automático diferencial ID, Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **50 A**
 - Sensibilidad: **300 mA**

- **Motor puerta almacén salida (Línea 5):**
 - ❖ Interruptor magnetotérmico Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **6 A**
 - Intensidad regulada: **5 A**
 - Poder de corte: **6 kA**
 - Polos: **III**
 - Curva: **D**

 - Interruptor automático diferencial ID, Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **100 A**
 - Sensibilidad: **500 mA**

- **Cuadro Auxiliar Alumbrado (Línea 6):**
 - ❖ Interruptor magnetotérmico Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **32 A**
 - Intensidad regulada: **26 A**
 - Poder de corte: **6 kA**
 - Polos: **III**
 - Curva: **D**

 - ❖ Interruptor automático diferencial ID, Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **100 A**
 - Sensibilidad: **500 mA**

- **Cuadro Auxiliar Oficina (Línea 7):**
 - ❖ Interruptor magnetotérmico Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **63 A**
 - Intensidad regulada: **55 A**
 - Poder de corte: **6 kA**
 - Polos: **IV**
 - Curva: **C**



- ❖ Interruptor automático diferencial ID, Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **100 A**
- Sensibilidad: **500 mA**

CUADRO SECUNDARIO II

Entrada

- Interruptor magnetotérmico Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **100 A**
- Intensidad regulada: **100 A**
- Poder de corte: **6 kA**
- Polos: **IV**
- Curva: **D**

Salidas:

- **Torno (Línea 1):**

- ❖ Interruptor magnetotérmico Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **16 A**
- Intensidad regulada: **14 A**
- Poder de corte: **6 kA**
- Polos: **III**
- Curva: **D**

- ❖ Interruptor automático diferencial ID, Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **50 A**
- Sensibilidad: **300 mA**

- **Prensa 1 (Línea 2):**

- ❖ Interruptor magnetotérmico Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **16 A**
- Intensidad regulada: **13 A**
- Poder de corte: **6 kA**
- Polos: **III**
- Curva: **D**

- ❖ Interruptor automático diferencial ID, Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **50 A**
- Sensibilidad: **300 mA**



- **Lijadora (Línea3):**
 - ❖ Interruptor magnetotérmico Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **16 A**
 - Intensidad regulada: **15 A**
 - Poder de corte: **6 kA**
 - Polos: **III**
 - Curva: **D**
 - ❖ Interruptor automático diferencial ID, Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **50 A**
 - Sensibilidad: **300 mA**
- **Motor puerta muelle 1 (Línea 4):**
 - ❖ Interruptor magnetotérmico Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **6 A**
 - Intensidad regulada: **5 A**
 - Poder de corte: **6 kA**
 - Polos: **III**
 - Curva: **D**
 - ❖ Interruptor automático diferencial ID, Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **50 A**
 - Sensibilidad: **300 mA**
- **Motor puerta almacén entrada (Línea 5):**
 - ❖ Interruptor magnetotérmico Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **6 A**
 - Intensidad regulada: **5 A**
 - Poder de corte: **6 kA**
 - Polos: **III**
 - Curva: **D**
 - ❖ Interruptor automático diferencial ID, Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **63 A**
 - Sensibilidad: **300 mA**



- **Tomas de corriente trifásicas Almacén (T1):**
 - ❖ Interruptor magnetotérmico Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **16 A**
 - Intensidad regulada: **16 A**
 - Poder de corte: **6 kA**
 - Polos: **IV**
 - Curva: **C**

 - ❖ Interruptor automático diferencial ID, Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **63 A**
 - Sensibilidad: **300 mA**

- **Tomas de corriente trifásicas Nave y Mantenimiento (Línea T2):**
 - ❖ Interruptor magnetotérmico Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **32 A**
 - Intensidad regulada: **32 A**
 - Poder de corte: **6 kA**
 - Polos: **IV**
 - Curva: **C**

 - ❖ Interruptor automático diferencial ID, Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **63 A**
 - Sensibilidad: **300 mA**

CUADRO SECUNDARIO III

Entrada

- Interruptor magnetotérmico Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **80 A**
 - Intensidad regulada: **70 A**
 - Poder de corte: **6 kA**
 - Polos: **IV**
 - Curva: **C**

Salidas:

- **Perforadora (Línea 1):**
 - ❖ Interruptor magnetotérmico Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **6 A**
 - Intensidad regulada: **4 A**
 - Poder de corte: **6 kA**
 - Polos: **III**
 - Curva: **D**

 - ❖ Interruptor automático diferencial ID, Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **63 A**
 - Sensibilidad: **300 mA**

- **Prensa 2 (Línea 2):**
 - ❖ Interruptor magnetotérmico Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **10 A**
 - Intensidad regulada: **9 A**
 - Poder de corte: **6 kA**
 - Polos: **III**
 - Curva: **D**

 - ❖ Interruptor automático diferencial ID, Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **63 A**
 - Sensibilidad: **300 mA**

- **Máquina de soldadura (Línea3):**
 - ❖ Interruptor magnetotérmico Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **10 A**
 - Intensidad regulada: **7 A**
 - Poder de corte: **6 kA**
 - Polos: **III**
 - Curva: **D**

 - ❖ Interruptor automático diferencial ID, Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **63 A**
 - Sensibilidad: **300 mA**



- **Pulidora (Línea 4):**
 - ❖ Interruptor magnetotérmico Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **25 A**
 - Intensidad regulada: **22 A**
 - Poder de corte: **6 kA**
 - Polos: **III**
 - Curva: **D**
 - ❖ Interruptor automático diferencial ID, Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **63 A**
 - Sensibilidad: **300 mA**
- **Cuadro Auxiliar Alumbrado exterior (Línea 5):**
 - ❖ Interruptor magnetotérmico Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **3 A**
 - Intensidad regulada: **3 A**
 - Poder de corte: **6 kA**
 - Polos: **III**
 - Curva: **D**
 - ❖ Interruptor automático diferencial ID, Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **32 A**
 - Sensibilidad: **300 mA**
- **Alumbrado emergencia Almacén y Zona de Trabajo (Línea 6):**
 - ❖ Interruptor magnetotérmico Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **1 A**
 - Intensidad regulada: **0,5 A**
 - Poder de corte: **6 kA**
 - Polos: **IV**
 - Curva: **C**
 - ❖ Interruptor automático diferencial ID, Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **32 A**
 - Sensibilidad: **300 mA**



- **Tomas de corriente monofásicas Almacén (T1):**
 - ❖ Interruptor magnetotérmico Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **10 A**
 - Intensidad regulada: **10 A**
 - Poder de corte: **6 kA**
 - Polos: **IV**
 - Curva: **C**

 - ❖ Interruptor automático diferencial ID, Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **32 A**
 - Sensibilidad: **300 mA**

- **Tomas de corriente monofásicas Nave (T2):**
 - ❖ Interruptor magnetotérmico Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **16 A**
 - Intensidad regulada: **16 A**
 - Poder de corte: **6 kA**
 - Polos: **IV**
 - Curva: **C**

 - ❖ Interruptor automático diferencial ID, Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **32 A**
 - Sensibilidad: **300 mA**

CUADRO AUXILIAR DE ALUMBRADO INTERIOR

Entrada

- Interruptor magnetotérmico Schneider.
Características principales:
 - Intensidad nominal: **32 A**
 - Intensidad regulada: **26 A**
 - Poder de corte: **4,5 kA**
 - Polos: **III**
 - Curva: **D**



- Interruptor automático diferencial ID, Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **32 A**
- Sensibilidad: **300 mA**

Salidas:

- **Zona de trabajo 1-9 (Línea 1):**

- ❖ Relé magnetotérmico Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **6 A**
- Intensidad regulada: **6 A**

- **Zona de trabajo 10-18 (Línea 2):**

- ❖ Relé magnetotérmico Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **6 A**
- Intensidad regulada: **6 A**

- **Zona de trabajo 19-27 (Línea 3):**

- ❖ Relé magnetotérmico Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **6 A**
- Intensidad regulada: **6 A**

- **Almacén de entrada (Línea 4):**

- ❖ Relé magnetotérmico Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **6 A**
- Intensidad regulada: **4 A**

- **Almacén de salida (Línea 5):**

- ❖ Relé magnetotérmico Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **6 A**
- Intensidad regulada: **4 A**

**CUADRO AUXILIAR DE OFICINAS:**Entrada

- Interruptor magnetotérmico Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **63 A**
- Intensidad regulada: **55 A**
- Poder de corte: **4,5 kA**
- Polos: **IV**
- Curva: **C**

Salidas:

- **Mantenimiento (Línea 1):**

- ❖ Relé magnetotérmico Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **3 A**
- Intensidad regulada: **3 A**

- ❖ Interruptor automático diferencial ID, Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **16 A**
- Sensibilidad: **300 mA**

- **Oficinas (Línea 2):**

- ❖ Relé magnetotérmico Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **2 A**
- Intensidad regulada: **2 A**

- ❖ Interruptor automático diferencial ID, Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **16 A**
- Sensibilidad: **300 mA**

- **Línea 3:**

- ❖ Interruptor magnetotérmico Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **3 A**
- Intensidad regulada: **3 A**
- Poder de corte: **4,5 kA**
- Polos: **IV**
- Curva: **C**



- ❖ Interruptor automático diferencial ID, Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **16 A**
- Sensibilidad: **300 mA**

- **Línea 4:**

- ❖ Interruptor magnetotérmico Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **3 A**
- Intensidad regulada: **2 A**
- Poder de corte: **4,5 kA**
- Polos: **IV**
- Curva: **C**

- ❖ Interruptor automático diferencial ID, Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **16 A**
- Sensibilidad: **300 mA**

- **Línea 5:**

- ❖ Interruptor magnetotérmico Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **3 A**
- Intensidad regulada: **2 A**
- Poder de corte: **4,5 kA**
- Polos: **IV**
- Curva: **C**

- ❖ Interruptor automático diferencial ID, Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **16 A**
- Sensibilidad: **300 mA**

- **Línea 6:**

- ❖ Interruptor magnetotérmico Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **1 A**
- Intensidad regulada: **1 A**
- Poder de corte: **4,5 kA**
- Polos: **IV**
- Curva: **C**



- ❖ Interruptor automático diferencial ID, Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **50 A**
- Sensibilidad: **300 mA**

- **T1:**

- ❖ Interruptor magnetotérmico Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **16 A**
- Intensidad regulada: **16 A**
- Poder de corte: **4,5 kA**
- Polos: **IV**
- Curva: **C**

- ❖ Interruptor automático diferencial ID, Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **50 A**
- Sensibilidad: **300 mA**

- **T2:**

- ❖ Interruptor magnetotérmico Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **16 A**
- Intensidad regulada: **16 A**
- Poder de corte: **4,5 kA**
- Polos: **IV**
- Curva: **C**

- ❖ Interruptor automático diferencial ID, Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **50 A**
- Sensibilidad: **300 mA**

- **T3:**

- ❖ Interruptor magnetotérmico Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **10 A**
- Intensidad regulada: **10 A**
- Poder de corte: **4,5 kA**
- Polos: **IV**
- Curva: **C**



- ❖ Interruptor automático diferencial ID, Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **50 A**
- Sensibilidad: **300 mA**

CUADRO AUXILIAR DE ALUMBRADO EXTERIOR

Entrada

- Interruptor magnetotérmico Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **6 A**
- Intensidad regulada: **3 A**
- Poder de corte: **3 kA**
- Polos: **III**
- Curva: **D**

- Interruptor automático diferencial ID, Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **3 A**
- Sensibilidad: **300 mA**

Salidas:

- **Alumbrado exterior nave 1-9 (Línea 1):**

- ❖ Relé magnetotérmico Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **2 A**
- Intensidad regulada: **1,5 A**

- **Alumbrado exterior parking (Línea 2):**

- ❖ Relé magnetotérmico Schneider.

Características principales:

- Intensidad nominal: **2 A**
- Intensidad regulada: **1,5 A**

Los valores de corriente nominal colocados en los interruptores magnetotérmicos y en los diferenciales son los valores calculados a partir de la corriente que circula por las líneas. A la hora de realizar el montaje de la instalación, el instalador deberá colocar los interruptores magnetotérmicos y diferenciales estándares, tomando como referencia las corrientes mostradas en los planos y en la memoria.



1.7 PUESTA A TIERRA

1.7.1 INTRODUCCIÓN

Las puestas a tierra se establecen para que cualquier carcasa metálica no pueda ponerse a una tensión peligrosa para el ser humano. Además, protege a las instalaciones eléctricas y los receptores que están conectados a ellas.

La siguiente tabla esta obtenida de la instrucción 18 de El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y determina cual es límite de tensión admisible entre una masa cualquiera en relación a tierra, o entre masas distintas.

Características del local	Límite de tensión de contacto (V)
Locales o emplazamientos húmedos	24
En los demás casos	50

Tabla 6

Estos valores son los máximos que se supone soporta el cuerpo humano sin alteraciones significativas. Las tomas de tierra limitan las sobreintensidades que por diferentes causas aparecen en las instalaciones, la intensidad podrá ser mayor cuanto menor sea la resistencia de puesta a tierra. Para este proyecto, se considera que la puesta a tierra será válida si la resistencia de tierra tiene un valor inferior a 10 Ω .

El valor de esta resistencia dependerá de diferentes parámetros. Uno de ellos, y de gran importancia es la resistividad del terreno, que dependerá del tipo de terreno sobre el que esté construida la instalación. El terreno sobre el que se va a construir la nave es de tipo arena arcillosa, el cual tiene una resistividad de 200 Ω m.

1.7.2 CARACTERÍSTICAS DE LA PUESTA A TIERRA

La puesta a tierra forma toda la instalación metálica directa y unos grupos de picas enterradas en el suelo, con el objeto de conseguir que en la instalación no existan diferencias de potencial peligrosas, además de permitir el paso a corrientes de falta o descargas externas.

La instalación a tierra se convierte en una especie de embudo sumidero que manda a tierra toda la corriente eléctrica que se salga de su recorrido normal y también enviará a tierra corrientes o descargas de origen atmosférico o procedentes de otras fuentes. Por ello, los estudios de las puestas a tierra deberán considerar:

- La seguridad de las personas.
- La protección de las instalaciones.



Para ello 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).

1.7.3 COMPONENTES DE LA PUESTA A TIERRA

Los elementos de puesta a tierra se dividen en cuatro partes o grupos:

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.

El terreno tiene su propia resistividad. Cuanto mayor sea la resistividad, mayor será la oposición que haga el terreno al paso de corriente eléctrica. Como los terrenos no suelen ser uniformes se debe hacer una medición de la resistividad del terreno antes de realizar la obra.

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. Electrodos

Son la masa metálica que se encuentra en contacto permanente con el terreno para facilitar a este el paso de corrientes de defecto, o la carga eléctrica que pueda tener. Los metales deben ser inalterables a las acciones de la humedad y del terreno como son el cobre, el hierro galvanizado, fundición de hierro, etc.

2. Líneas de enlace con tierra

La línea de enlace con la tierra está formada por los conductores que unen el electrodo, con el punto de puesta a tierra. Los conductores de enlace con tierra deberán ser de cobre u otro metal de alto punto de fusión con un mínimo de 35 mm² de sección en caso de ser de cobre o su equivalente de otros metales.



3. Puntos de puesta a tierra

Los puntos de puesta a tierra son las uniones de la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra. Estas uniones se hacen a través de regletas, grapas etc.

Línea principal de tierra

Es la parte que abastece a las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de todas las masas o elementos. A su vez ésta se alimenta de los puntos de puesta a tierra. Serán de cobre y se dimensionarán con la máxima corriente de falta que se prevé, siendo como mínimo de 16 mm² de sección. Su tendido se hará buscando los caminos más cortos y evitando los cambios bruscos de dirección.

Conductores de protección

Son las derivaciones de la línea principal que se unen a las partes metálicas de los aparatos eléctricos con el fin de asegurar la protección contra los contactos indirectos.

El dimensionamiento de estos conductores viene recogido en la ITC-BT 19 y depende del conductor de fase.

1.7.4 ELEMENTOS A CONECTAR A TIERRA

Una vez realizada la toma de tierra del edificio, deberemos conectar en los puntos de puesta a tierra todos los elementos metálicos o elementos susceptibles de ponerse en tensión.

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.



1.7.5 SOLUCIÓN ADOPTADA

Tierra perimetral nave

En la tierra de la nave, se ha optado por una tierra perimetral con 7 picas de cobre, cada una de 2m de longitud y 14mm de diámetro. El cable que une las picas será de cobre desnudo de 50mm² e irá enterrado a una profundidad de 0,8m. El proceso de unión se realizará por medio de grapas de conexión

Tierra de protección

Esta tierra es la que protege al centro de transformación. Se ha optado por una tierra perimetral alrededor del CT con 5 picas de cobre, cada una de 2m de longitud y 14mm de diámetro. El cable que une las picas será de cobre desnudo de 50mm² e irá enterrado a 0,8m de profundidad. El proceso de unión se realizará por medio de grapas de conexión. El cuadro de media tensión y todo tipo herrajes del centro de transformación irán conectados a esta tierra.

Tierra de servicio

Se ha optado por una zanja de 35m con 3 de cobre, cada una con 2m de longitud y 14mm de diámetro. El cable que une las picas estará enterrado a 0,8m del suelo y será de 50mm², el proceso de unión se realizará por medio de grapas de conexión. El neutro del transformador estará conectado a esta tierra. Los primeros 17,5m el cable de tierra enterrado será aislado (hasta alcanzar una distancia de 15m con la tierra de protección) y los siguientes 17,5m será cable desnudo, todos ellos de 50mm².



1.8 BATERÍA DE CONDENSADORES

Los aparatos y equipos que se van a emplear en la instalación que se está diseñando, además de un consumo de energía reactiva, tienen un consumo de energía reactiva de tipo inductivo. Esto supone un consumo de energía que no es útil, pero que necesitan los aparatos para funcionar. La magnitud que indica la cantidad de potencia reactiva que consume un equipo es el factor de potencia ($\cos\phi$). Por lo que cuanto más cercano a 1 sea, menos energía se desaprovecha. Los factores de potencia y consumos de reactiva de los equipos instalados son los mostrados en la *tabla 7*:

Nº	Máquina	Potencia (W)	$\cos\phi$	Q (VAr)
1	Plegadora	5145	0,9	2491,84
2	Cizalla	3000	0,9	1452,97
3	Rectificadora	15000	0,9	7264,83
4	Torno	8100	0,85	5019,93
5	Prensa 1	7500	0,85	4648,08
6	Lijadora	8500	0,85	5267,83
7	Perforadora	2200	0,88	1187,43
8	Prensa 2	5145	0,9	2491,84
9	Máquina de soldadura	4000	0,9	1937,29
10	Pulidora	12500	0,82	8725,05
11	Motor puerta muelle 2	2940	0,9	1423,91
12	motor puerta muelle 1	2940	0,9	1423,91
13	Motor puerta almacén salida	2940	0,9	1423,91
14	Motor puerta almacén entrada	2940	0,9	1423,91
	Alumbrado	26170	1	0
-	12 TC trifásicas 32 A y 400 V	33255	1	0
-	72 TC monofásicas 16 A y 230V	41473	1	0
-	18 TC mono. Inform. 10A y 230V	6900	1	0
TOTAL		190 648		46 182,72

Tabla 7

Cuanto mayor es el consumo de energía reactiva, las pérdidas en los conductores aumentan y con ello sus secciones. Además, el tener un factor de potencia ($\cos\phi$) menor que 0.85 en la instalación acarrea tener penalizaciones en la factura eléctrica, mientras que si el factor de potencia ($\cos\phi$) es mayor que 0.95 se puede llegar a tener bonificaciones en la factura.

Vistas las consecuencias del consumo de potencia reactiva, queda claro que es muy conveniente reducir el consumo de potencia reactiva. Esta compensación puede realizarse de dos formas diferentes, mediante la denominada compensación individual, la cual se utiliza para corregir el factor de potencia de equipos concretos de gran potencia, o mediante la compensación centralizada, que consiste en la colocación de una batería de condensadores que generará la potencia reactiva para que sea consumida por los receptores de la instalación, y de esta forma evitar que la consuman de la red.

La potencia reactiva que hay que compensar se calcula a partir de la potencia activa que se consume y el factor de potencia que se tiene. Esto viene mejor explicado en la sección de cálculos. El



valor de potencia reactiva que hay que compensar viene mostrado en la *tabla 5* anteriormente mostrada, y tiene un valor de 46 182,72 VAR, por lo que la batería de condensadores seleccionada será de 50 kVA con 6 escalones. El escalonaje utilizado es el siguiente:

1. 1,25 kVAr
2. 2,5 kVAr
3. 5 kVAr
4. 10 kVAr
5. 20 kVAr
6. 20 kVAr

La batería de condensadores estará conectada en una de las líneas de salida del Cuadro General de Distribución.

1.9 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

1.9.1 INTRODUCCIÓN

Los equipos que se van a utilizar en la parcela requieren una tensión de 400/230V. Como a la parcela llega la acometida de media tensión a 13,2kV subterránea, es necesario colocar como ya se ha comentado antes, un centro de transformación. El CT estará en la parcela en la que está ubicada la nave. En el centro de transformación se encontrará el transformador que pasará la tensión de 13,2 kV a 400 V.

1.9.2 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

El centro de transformación está ubicado en un edificio prefabricado a unos 18 metros de la nave industrial, próximo al acceso de la parcela y estará destinado exclusivamente a su uso.

1.9.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CT

El centro de transformación será prefabricado de la marca ORMAZABAL, modelo PFU-4, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envolvente metálica según la norma UNE-20.099-90 de la marca ORMAZABAL. Se encuentra a la entrada de la parcela. La acometida al mismo será subterránea, alimentando al centro mediante una red de Media Tensión, 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.



1.9.4 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

Se trata de una constitución prefabricada de hormigón modelo PFU-4 de ORMAZABAL. Las características más destacadas del prefabricado serán:

Compacidad:

Esta serie de prefabricados se montarán enteramente en fábrica. Realizar el montaje en la propia fábrica supondrá obtener:

- Calidad en origen.
- Reducción del tiempo de instalación.
- Posibilidad de posteriores traslados.

Facilidad de instalación:

La innecesaria cimentación y el montaje en fábrica permitirán asegurar una cómoda y fácil instalación.

Material:

El material empleado en la fabricación de las piezas (bases, paredes, techos) es hormigón armado. Con la justa dosificación y el vibrado adecuado, se conseguirán unas características óptimas de resistencia característica y una perfecta impermeabilidad.

Equipotencialidad:

La propia armadura de mallazo electro-soldado garantizará la perfecta equipotencialidad de todo el prefabricado. Como se indica en la recomendación UNESA las puertas y rejillas de ventilación no estarán conectadas al sistema equipotencial.

Entre la armadura equipotencialidad, embebida de hormigón, y las puertas y rejillas existirá una resistencia eléctrica superior a 10.000 ohmios.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencialidad será accesible desde el exterior.

Impermeabilidad:

Los techos estarán diseñados de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre estos, desaguado directamente al exterior desde su perímetro.

Pinturas:

El acabado de las superficies exteriores se efectuará con pintura acrílica, de color blanco-crema y textura rugosa en las paredes, y marrón en el perímetro de las cubiertas o techo, puertas y rejillas de ventilación.



Grados de protección:

Serán conformes a la UNE 20324/89 de tal forma que la parte exterior del edificio prefabricado será IP239, excepto las rejillas de ventilación donde el grado de protección será IP339. Los componentes principales que formarán el edificio prefabricado son los que se indican a continuación:

Suelos

Estarán constituidos por elementos planos prefabricados de hormigón armado apoyados en un extremo sobre unos soportes metálicos en forma de U, los cuales constituirán los huecos que permitirán la conexión de cables en las celdas. Los huecos que no queden cubiertos por las celdas o cuadros eléctricos se taparán con unas placas fabricadas para tal efecto. En la parte frontal se dispondrán unas placas de peso reducido que permitirán el acceso de personas a la parte inferior del prefabricado a fin de facilitar las operaciones de conexión de los cables.

Cuba de recogida de aceite

La cuba de recogida de aceite se integra en el propio diseño del hormigón. Tendrá una capacidad suficiente para transformadores de hasta 1000 KVA, estando así diseñada para recoger en su interior el aceite del transformador sin que este se derrame por la base.

Puertas y rejillas de ventilación

Estarán construidas en chapa de acero galvanizado recubierta con resina epoxi. Esta doble protección, galvanizado más pintura, las hará muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos. Las puertas estarán abisagradas para que se puedan abatir 180º hacia el exterior, y se podrá mantener en la posición de 90º con retenedor metálico.

El acabado estándar del centro se realiza con pintura acrílica rugosa, de color blanco en las paredes y marrón en los techos, puertas y rejillas.

Las dimensiones del centro de transformación quedan reflejadas en el siguiente cuadro:

	Dimensiones exteriores	Dimensiones interiores	Dimensiones de excavación
Longitud (mm)	4480	4280	5260
Anchura (mm)	2380	2200	3180
Altura (mm)	3045	2355	560(profundidad)
Superficie (m²)	10,7	9,4	



PFU-4

Los equipos eléctricos inmersos en el centro de transformación serán prefabricados y cumplirán con las especificaciones indicadas en MIE RAT 19.

El acceso al centro de transformación estará restringido al personal de la compañía eléctrica suministradora y al personal de mantenimiento especialmente autorizado.

1.9.5 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1.9.5.1 Introducción

El centro de transformación lo componen las celdas de media tensión, el transformador, el cuadro de baja tensión y el cuadro auxiliar del CT.

Primero se colocará la celda de línea, que se utiliza para la maniobra de entrada de red de media tensión. 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. A continuación, se colocará una celda de medida, justo antes del transformador de MT/BT. Por último, se conectará el transformador a el cuadro de Baja Tensión

1.9.5.2 Características de la red de alimentación

La red de alimentación al centro de transformación será de tipo subterránea a una tensión de 13.2 kV y 50 Hz de frecuencia. La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación como ya se ha citado anteriormente será de 500 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.



1.9.5.3 Características descriptivas de las celdas y transformador de media tensión

Celda de línea

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, está formada por un módulo de $U_n = 24 \text{ KV}$ e $I_n = 400 \text{ A}$. Tiene 370 mm de ancho por 850 mm de fondo por 1800 mm de alto y 135 Kg de peso.

La celda CML de interruptor seccionador, o celda de línea, está constituida por un módulo metálico, con aislamiento y corte en SF₆, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con interruptor. Contiene también captadores capacitivos para la detención de tensión en los cables de acometida.

Esta celda permite comunicar el embarrado 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.

Características constructivas:

- Capacidad de ruptura 400A
- Intensidad de cortocircuito 16 KA/20KA
- Capacidad de cierre 40 KA

Celda de protección con fusibles

Celda con envolvente metálica prefabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo UN = 24 KV e $I_n = 400 \text{ A}$. Sus medidas son de 480 mm de fondo por 1800 mm de alto y 215 Kg de peso.

La celda CMP-F24 de protección con fusibles está constituida por un módulo metálico, con aislamiento y corte en SF₆, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor frontal mediante unas bornas enchufables. En serie contiene un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor.

Características constructivas:

- Capacidad de ruptura: 400A
- Intensidad de cortocircuito: 16 KA/20KA
- Capacidad de cierre: 40 KA
- Fusibles: 3 x 63 A



Celda de medida

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo de $U_n = 24$ KV, cuyas medidas son de 800 mm de ancho por 1025 de fondo por 1800 de alto y 180 Kg de peso.

La celda CMM 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 contadores de medida de energía. Incorpora tanto transformadores de tensión como de intensidad, todos ellos normalizados por las empresas suministradoras.

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

La celda de medida lo forman:

- 3 juegos de barras tripolar $I_n = 400$ A
- 3 transformadores de intensidad de relación 15–30/5 A Clase 0.5, aislamiento 24 KV
- 3 transformadores de tensión, bipolares de relación 13.200 – 22.000 / 110, Clase 0.5, aislamiento 24 KV
- Embarrado de puesta a tierra

Transformador

Será la máquina que se encarga de transformar la tensión, siendo la tensión entre fases a la entrada de 13,2 KV, y la tensión a la salida de 400 V entre fases y 230 V entre fases y neutro. El transformador a instalar será de la marca Ormazabal (24kV; A_0B_k), de aceite, de tipo convencional y conectado con acoplamiento Dyn 11.

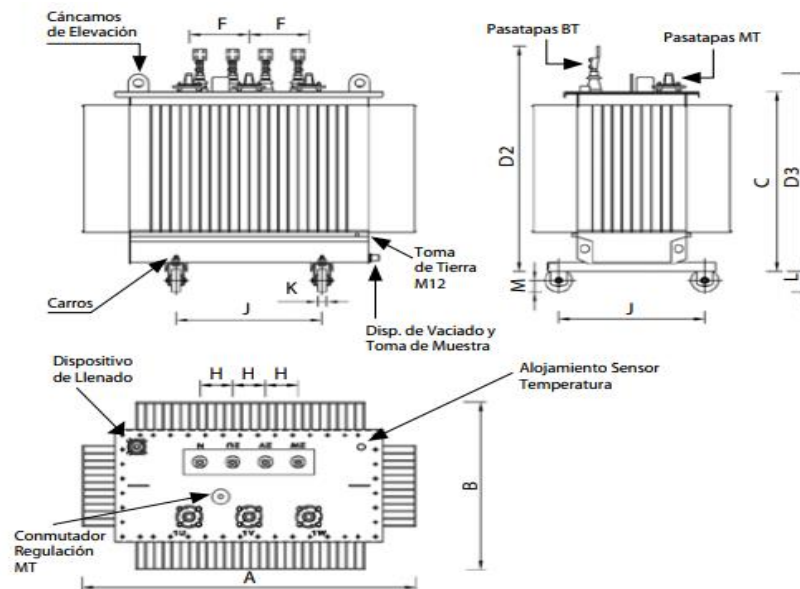
La tecnología empleada será la de llenado integral sumergido en dieléctrico líquido a fin de conseguir una mínima degradación del aceite por oxidación y absorción de humedad, así como unas dimensiones reducidas de la máquina y un mantenimiento mínimo.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustan a la norma UNE 21428 y a las normas particulares de la compañía suministradora, siendo las siguientes:

Potencia (kVA)	250
Tensión primario (kV)	<24
Tensión secundaria en vacío (V)	420
Grupo de conexión	Dyn 11
Pérdidas en Vacío (W)	300
Pérdidas en Carga (W)	2750
Impedancia de Cortocircuito (%)	4
Rendimiento (%)	98,9

Sus dimensiones en milímetros son las siguientes:

A Alto	1276
B Ancho	876
C Alto tapa	932
D1 Alto a MT con porcelana	1317
D3 Alto a MT Borna enchufable	1022
D2 Alto a BT con Palas	1166
F Separación MT	275
H Separación BT	150
J Distancia entre ruedas	670
K Ancho rueda	40
Φ Diámetro rueda	125
L Rueda	110
Volumen de Aceite (litros)	350
Peso total (kg)	1331





1.10 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

ORDEN	DESCRIPCIÓN	TOTAL (EUROS)
CAPÍTULO I	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	29.759,58 €
CAPÍTULO II	PUESTA A TIERRA	1.532,39 €
CAPÍTULO III	ACOMETIDA	12.495,20 €
CAPÍTULO IV	CONDUCTORES, TUBOS Y CANALIZACIONES	33.215,38 €
CAPÍTULO V	PROTECCIONES	25.051,17 €
CAPÍTULO VI	ALUMBRADO	31.136,38 €
CAPÍTULO VII	TOMAS DE CORRIENTE Y ELEMENTOS VARIOS	1.778,38 €
CAPÍTULO VIII	BATERÍA DE CONDENSADORES	3.204,69 €
CAPÍTULO IX	EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD	551,24 €
TOTAL	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	138.724,41 €
	GASTOS GENERALES (5%)	6.936,22 €
	BENEFICIO INDUSTRIAL (10%)	13.872,44 €
	PRESUPUESTO EJECUCIÓN POR CONTRATA SIN IVA	159.533,07 €
	HONORARIOS DE REDACCIÓN DEL PROYECTO (4%)	6.381,32 €
	HONORARIOS DE DIRECCIÓN DE OBRA (4%)	6.381,32 €
TOTAL	PRESUPUESTO TOTAL SIN IVA	172.295,72 €
	IVA (21%)	36.182,10 €
TOTAL	PRESUPUESTO TOTAL	208.477,82 €

El total del presente proyecto asciende a la cantidad de:

“DOS CIENTOS OCHO MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS CON OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS”

Pamplona, 5 de Junio de 2018

Ancizu Oscoz, Iban



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

Título del proyecto :

**“INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN
DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN”**

Documento 2: CÁLCULOS

Autor: Ancizu Oscoz, Iban

Tutor: Crespo Ganuza, José Javier



ÍNDICE

2.1	Cálculos luminotécnicos	2
2.1.1	Cálculos iluminación interior	2
2.1.2	Cálculos iluminación exterior	8
2.2	Cálculos intensidades de línea	9
2.2.1	Método	9
2.2.2	Tablas	9
2.2.3	Potencia del transformador	13
2.3	Cálculo de las secciones de los conductores	14
2.3.1	Método	14
2.3.2	Tablas	14
2.4	Denominación de los cables y método de instalación	22
2.4.1	Introducción	22
2.4.2	Tablas	22
2.5	Cálculo de las intensidades de cortocircuito	30
2.5.1	Introducción	30
2.5.2	Procedimiento para el cálculo	30
2.5.3	Cálculo de la intensidad de cortocircuito en el secundario del trafo.	30
2.5.4	Cálculo de la intensidad de cortocircuito en el C.G.D.	31
2.5.5	Cálculo de la intensidad de cortocircuito en los cuadros secundario	32
2.5.5.1	Cuadro secundario I	32
2.5.5.2	Cuadro secundario II	33
2.5.5.3	Cuadro secundario III	33
2.5.6	Cálculo de la intensidad de cortocircuito en los cuadros auxiliares	34
2.5.6.1	Cuadro Auxiliar alumbrado interior	34
2.5.6.2	Cuadro Auxiliar oficinas	35
2.5.6.3	Cuadro Auxiliar alumbrado exterior	35
2.5.6.4	Cuadro Auxiliar del C.T.	36
2.6	Cálculo de la batería de condensadores	37
2.6.1	Introducción	37
2.6.2	Batería de condensadores	37
2.6.3	Cálculo de la intensidad que circula por la batería	37
2.7	Instalación de puesta a tierra	38
2.7.1	Investigación del terreno	38
2.7.2	Tierra perimetral de la nave	38
2.7.3	Tierra perimetral del centro de transformación	39
2.7.4	Tierra de servicio	39
2.8	Cálculo del centro de transformación	41
2.8.1	Intensidad en media tensión	41
2.8.2	Intensidad en baja tensión	41

2.1 CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

2.1.1 CÁLCULO ILUMINACIÓN INTERIOR

Todos los cálculos de luminotécnicos se han realizado con el programa Dialux. Este programa se encarga de colocar las luminarias necesarias dependiendo de la zona a iluminar y del nivel exigido por la norma UNE 123464.1 para esa zona. En los planos correspondientes se detalla la colocación exacta de cada luminaria.

❖ ZONA DE TRABAJO Y ALMACÉN

Zona	Luminaria	Cantidad	Lux media	Potencia unitaria (W)	Potencia total (W)
Zona de trabajo	Philips HPK238 1xSON400W +GPK238 R-WB+ZDK004	27	621	433	11691
Almacén entrada	Philips HPK238 1xSON400W +GPK238 R-WB+ZDK004	6	408	433	2598
Almacén salida	Philips HPK238 1xSON400W +GPK238 R-WB+ZDK004	6	408	433	2598
				TOTAL (W)	16887



Emisión de luz 1

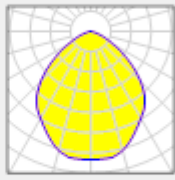
Lámparas: ...

Flujo luminoso: lm

Potencia: W

Factor corrección:

Base corrección:





❖ MANTENIMIENTO, SALA DE REUNIONES Y DIRECCIÓN

Zona	Luminaria	Cantidad	Lux media	Potencia unitaria (W)	Potencia total (W)
Mantenimiento	Philips TBS761 2xTL5-50W HFP AC-MLO_830	15	535	110	1650
Sala de reuniones	Philips TBS761 2xTL5-50W HFP AC-MLO_830	6	621	110	660
Dirección	Philips TBS761 2xTL5-50W HFP AC-MLO_830	5	584	110	550
				TOTAL (W)	2860



Emisión de luz 1

Lámparas: TL5-50W/830

Flujo luminoso: 8900 lm

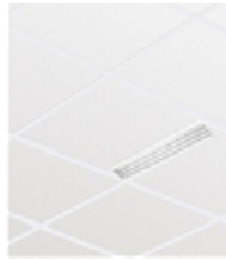
Potencia: 110.0 W

Factor corrección: 1.000

Base corrección:

❖ VESTUARIO HOMBRES Y VESTUARIO MUJERES

Zona	Luminaria	Cantidad	Lux media	Potencia unitaria (W)	Potencia total (W)
Vestuario H.	Philips RC300B L600 1xLED20S/830 P0	8	275	19,4	155,2
Vestuario M.	Philips RC300B L600 1xLED20S/830 P0	6	267	19,4	116,4
				TOTAL (W)	271,6



Emisión de luz 1


Lámparas: LED20S/830/-

Flujo luminoso: 2300 lm

Potencia: 19.4 W

Factor corrección: 1.000

Base corrección:



❖ OFICINA

Zona	Luminaria	Cantidad	Lux media	Potencia unitaria (W)	Potencia total (W)
Oficina	Philips TCS165xTL5-49W HFP M1_452	12	771	108	1296
				TOTAL (W)	1296



Emisión de luz 1

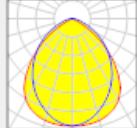
Lámparas: TL5-49W/452

Flujo luminoso: 7400 lm

Potencia: 108.0 W

Factor corrección: 1.000

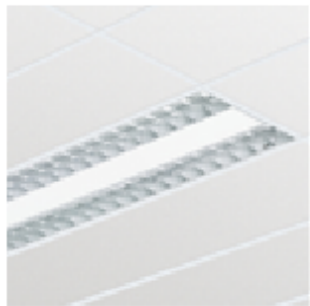
Base corrección:





❖ OFICINA ENCARGADOS Y PASILLO

Zona	Luminaria	Cantidad	Lux media	Potencia unitaria (W)	Potencia total (W)
Oficina encargado 1	Philips TCS165xTL5-28W HFS C3_827	4	715	61	244
Oficina encargado 2	Philips TCS165xTL5-28W HFS C3_827	4	715	61	244
Pasillo	Philips TCS165xTL5-28W HFS C3_827	6	242	61	366
				TOTAL (W)	854



Emisión de luz 1

Lámparas: TL5-28W/827

Flujo luminoso: 5250 lm

Potencia: 61.0 W

Factor corrección: 1.000

Base corrección:



❖ ASEO H. ASEO M. Y ZONA DE DESCANSO

Zona	Luminaria	Cantidad	Lux media	Potencia unitaria (W)	Potencia total (W)
Aseo H.	Philips FBH026 2xPL-C/2P 18W_827	9	354	51	459
Aseo M.	Philips FBH026 2xPL-C/2P 18W_827	9	354	51	459
Zona de descanso	Philips FBH026 2xPL-C/2P 18W_827	6	157	51	306
				TOTAL (W)	1224



Emisión de luz 1

Lámparas: PL-C/2P 18W/827

Flujo luminoso: 2400 lm

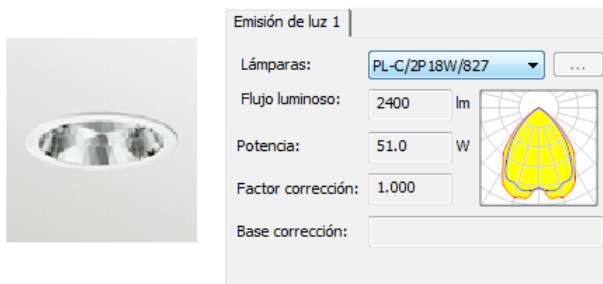
Potencia: 51.0 W

Factor corrección: 1.000

Base corrección:

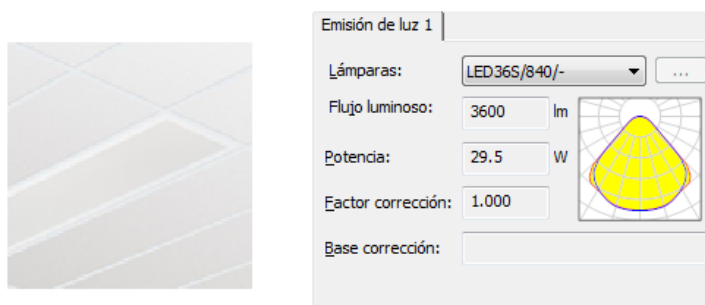
❖ RECIBIDOR Y BAÑO DIRECCIÓN

Zona	Luminaria	Cantidad	Lux media	Potencia unitaria (W)	Potencia total (W)
Recibidor	Philips FBS120 2xPL-C/2P18WL_827	9	232	51	459
Baño dirección	Philips FBS120 2xPL-C/2P18WL_827	2	362	51	102
				TOTAL (W)	561



❖ CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

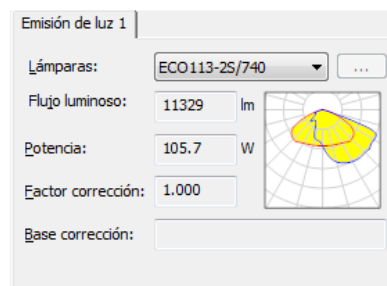
Zona	Luminaria	Cantidad	Lux media	Potencia unitaria (W)	Potencia total (W)
Centro de transformación	Philips RC400B POE W30L120 1xLED36S/840	1	220	29,5	29,5
				TOTAL (W)	29,5



2.1.2 CÁLCULO ILUMINACIÓN EXTERIOR

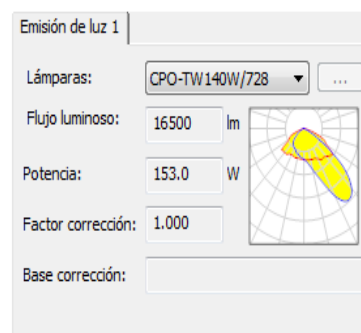
❖ ALUMBRADO EXTERIOR ADOSADO A PARED DE LA NAVE

Zona	Luminaria	Cantidad	Lux media	Potencia unitaria (W)	Potencia total (W)
Alumbrado exterior (pared)	Philips BRS439 FG T15 ECO113-2S/740A	9	20	105,71	951,39
				TOTAL (W)	951,39



❖ ALUMBRADO EXTERIOR FAROLAS (PARKING)

Zona	Luminaria	Cantidad	Lux media	Potencia unitaria (W)	Potencia total (W)
Alumbrado exterior (farolas)	Philips SGP611 CUR 1xCPO-TW140W EB R100 P1_728	6	20	153	918
				TOTAL (W)	918





2.2 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE LÍNEA

2.2.1 MÉTODO

Tal y como se ha explicado en la memoria para el cálculo de las intensidades se tiene en cuenta la potencia, factor de potencia y el tipo de línea. Es decir, si es una línea trifásico o monofásica.

2.2.2 TABLAS

❖ CUADRO DE BAJA TENSIÓN

Línea	Descripción	Potencia (W)	cosφ	In (A)
Línea 1	Cuadro auxiliar CT	1413,5	1	2,04
Línea 2	C.G.D.	189235	0,94	290,57

❖ CUADRO AUXILIAR DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Línea	Descripción	Potencia (W)	cosφ	In (A)
Línea 1	Alumbrado	29,5	1	0,04
Línea 2	Alumbrado de emergencia	4	1	0,01
Línea 3	Toma de corriente	1380	1	1,99

❖ CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

Línea	Descripción	Potencia (W)	cosφ	In (A)
Línea 1	Cuadro secundario I	82126	0,96	123,48
Línea 2	Cuadro secundario II	63235	0,93	98,14
Línea 3	Cuadro secundario III	43871	0,91	69,58
Línea 4	Batería de condensadores	0	1	66,66



❖ CUADRO SECUNDARIO I

Línea	Descripción	Potencia (W)	cosφ	In (A)
Línea 1	Plegadora	5145	0,9	8,25
Línea 2	Cizalla	3000	0,9	4,81
Línea 3	Rectificadora	15000	0,9	24,06
Línea 4	Motor puerta muelle 2	2940	0,9	4,72
Línea 5	Motor puerta almacén salida	2940	0,9	4,72
Línea 6	Cuadro Auxiliar de Alumbrado	16887	1	24,37
Línea 7	Cuadro Auxiliar Oficina	36216,6	1	52,27

❖ CUADRO SECUNDARIO II

Línea	Descripción	Potencia (W)	cosφ	In (A)
Línea 1	Torno	8100	0,85	13,75
Línea 2	Prensa 1	7500	0,85	12,74
Línea 3	Lijadora	8500	0,85	14,43
Línea 4	Motor puerta muelle 2	2940	0,9	4,72
Línea 5	Motor puerta almacén entrada	2940	0,9	4,72
T1	TC trifásicas del almacén	11085	1	16,00
T2	TC trifásicas de la nave y manteni.	22170	1	32,00



❖ CUADRO SECUNDARIO III

Línea	Descripción	Potencia (W)	cosφ
Línea 1	Perforadora	2200	0,88
Línea 2	Prensa 2	5145	0,9
Línea 3	Máquina de soldadura	4000	0,9
Línea 4	Pulidora	12500	0,82
Línea 5	Cuadro Auxiliar Alumbrado Exterior	1869,3	1
Línea 6	Alumbrado de emergencia (Nave y almacén)	144	1
T1	TC monofásica almacén y Zona de trabajo	6928	1
T2	TC monofásica Nave	11085	1

❖ CUADRO AUXILIAR DE ALUMBRADO INTERIOR

Línea	Descripción	Potencia (W)	cosφ	In (A)
Línea 1	Zona de trabajo (1-9)	3897	1	5,62
Línea 2	Zona de trabajo (10-18)	3897	1	5,62
Línea 3	Zona de trabajo (19-27)	3897	1	5,62
Línea 4	Almacén de entrada	2598	1	3,75
Línea 5	Almacén de salida	2598	1	3,75



❖ CUADRO AUXILIAR OFICINA

Línea	Descripción	Potencia (W)	cosφ	In (A)
Línea 1	Mantenimiento	1650	1	2,38
Línea 2	Oficina	1296	1	1,87
Línea 3	Línea 3	1910	1	2,76
Línea 3.1	Oficina encargados	488	1	2,12
Línea 3.2	Sala de reuniones	660	1	2,87
Línea 3.3	Dirección	762	1	3,31
Línea 4	Línea 4	1377	1	1,99
Línea 4.1	Aseos H.	459	1	2,00
Línea 4.2	Recibidor	459	1	2,00
Línea 4.3	Aseos M.	459	1	2,00
Línea 5	Línea 5	943,6	1	1,36
Línea 5.1	Vestuario H. y Vestuario M.	271,6	1	1,18
Línea 5.2	Área de descanso	306	1	1,33
Línea 5.3	Pasillo	366	1	1,59
Línea 6	Alumbrado emergencia (Oficina y Mantenimiento)	60	1	0,26
T1	T1	11040	1	15,93
T1.1	TC Oficinas	3680	1	16,00
T1.2	TC Mantenimiento	3680	1	16,00
T1.3	TC Mantenimiento	3680	1	16,00
T2	T2	11040	1	15,93
T2.1	TC Dirección y aseos	3680	1	16,00
T2.2	TC Oficina encargados	3680	1	16,00
T2.3	TC Área de descanso	3680	1	16,00
T3	T3	6900	1	9,96
T3.1	TC Info. Oficinas	2300	1	10,00
T3.2	TC Info.(Dire,enc.,reu.) y Ves. H.	2300	1	10,00
T3.3	Recibidor, Pasillo y Ves. M.	2300	1	10,00



❖ CUADRO AUXILIAR DE ALUMBRADO EXTERIOR

Línea	Descripción	Potencia (W)	cosφ	In (A)
Línea 1	Alumbrado exterior adosado a pared de la nave	951,3	1	1,37
Línea 2	Alumbrado exterior farolas Parking	918	1	1,33

2.2.3 POTENCIA DEL TRANSFORMADOR

Una vez calculadas las potencias e intensidades que demandará la empresa, se ha decidido optar por un transformador de 250 kVA, que proporciona una intensidad de:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{250kVA}{\sqrt{3} \cdot 400} = 360,84$$

De esta forma, la nave queda abastecida, ya que, la intensidad demandada es de 292,74 A. Además, nos aseguramos de que en un futuro una posible ampliación quede cubierta.



2.3 CÁLCULO DE LAS SECCIONES DE LOS CONDUCTORES

2.3.1 MÉTODO

Como se ha explicado previamente en la memoria se usarán tanto el cálculo por criterio térmico como el cálculo por caída de tensión. La sección elegida será la mayor de las dos.

2.3.2 TABLAS

❖ CUADRO DE BAJA TENSIÓN

Línea	Descripción	In (A)	Fmay	Ical (A)	Fc	Ic (A)	S(mm2)	Iadm (A)	L (m)	Temp. cond (°C)	γ	e	e(%)	e total (%)
Línea 1	Cuadro auxiliar CT	2,04	1	2,04	0,85	2,40	1,5	21,00	2,5	30,57	55,69	0,11	0,05	0,05
Línea 2	C.G.D.	290,57	1,25	363,21	0,82	442,94	2x120	520,00	55	48,73	52,11	2,09	0,52	0,52



❖ CUADRO AUXILIAR DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Línea	Descripción	In (A)	Fmay	Ical (A)	Fc	Ic (A)	S(mm2)	Iadm (A)	L (m)	Temp. cond (°C)	γ	e	e(%)	e total (%)
Línea 1	Alumbrado	0,04	1	0,04	0,85	0,05	1,5	16,00	3,5	30,00	55,81	0,00	0,00	0,05
Línea 2	Alumbrado de emergencia	0,01	1	0,01	0,85	0,01	1,5	16,00	2	30,00	55,81	0,00	0,00	0,05
Línea 3	Toma de corriente	1,99	1	1,99	0,85	2,34	1,5	16,00	1,5	30,93	55,61	0,06	0,02	0,07

❖ CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

Línea	Descripción	In (A)	Fmay	Ical (A)	Fc	Ic (A)	S(mm2)	Iadm (A)	L (m)	Temp. cond (°C)	γ	e	e(%)	e total (%)
Línea 1	Cuadro secundario I	128,85	1,25	154,35	0,75	205,80	70	214,00	55	49,98	51,89	3,11	0,78	1,30
Línea 2	Cuadro secundario II	98,14	1,25	122,68	0,75	163,57	50	167,00	45	50,72	51,75	2,75	0,69	1,21
Línea 3	Cuadro secundario III	69,59	1,25	86,98	0,75	115,97	35	137,00	30	45,48	52,72	1,78	0,45	0,97
Línea 4	Batería de condensadores	66,66	1,5	99,99	0,75	133,32	35	137,00	15	44,20	52,96	0,93	0,23	0,75



❖ CUADRO SECUNDARIO I

Línea	Descripción	In (A)	Fmay	Ical (A)	Fc	Ic (A)	S(mm2)	Iadm (A)	L (m)	Temp. cond (°C)	γ	e	e(%)	e total (%)
Línea 1	Plegadora	8,25	1,25	10,31	0,7	14,73	1,5	16,50	10	45,96	52,63	1,63	0,41	1,18
Línea 2	Cizalla	4,81	1,25	6,01	0,7	8,59	1,5	16,50	16	35,43	54,68	1,46	0,37	1,14
Línea 3	Rectificadora	24,06	1,25	30,07	0,7	42,96	10	52,00	23	42,84	53,22	1,62	0,41	1,18
Línea 4	Motor puerta muelle 2	4,72	1,25	5,89	0,8	7,37	1,5	19,00	32	36,69	55,04	2,85	0,71	1,49
Línea 5	Motor puerta almacén salida	4,72	1,25	5,89	0,8	7,37	1,5	19,00	25	33,69	55,04	2,23	0,56	1,33
Línea 6	Cuadro Auxiliar de Alumbrado	24,37	1,8	43,87	0,8	54,84	16	87,00	5	34,71	54,83	0,24	0,06	0,84
Línea 7	Cuadro Auxiliar Oficina	52,27	1	52,27	0,8	65,34	16	87,00	21	51,58	51,58	2,30	0,58	1,35



❖ CUADRO SECUNDARIO II

Línea	Descripción	In (A)	Fmay	Ical	Fc	Ic	S(mm2)	Iadm	L (m)	Temp. cond (°C)	γ	e	e(%)	e total (%)
Línea 1	Torno	13,75	1,25	17,19	0,7	24,56	4	30,00	20	42,61	53,27	1,90	0,48	1,68
Línea 2	Prensa 1	12,74	1,25	15,92	0,7	22,74	2,5	22,00	12	50,11	51,86	1,74	0,43	1,64
Línea 3	Lijadora	14,43	1,25	18,04	0,7	25,77	4	30,00	14	43,89	53,02	1,40	0,35	1,56
Línea 4	Motor puerta muelle 2	4,72	1,25	5,89	0,8	7,37	1,5	19,00	34	33,69	55,04	3,03	0,76	1,96
Línea 5	Motor puerta almacén entrada	4,72	1,25	5,89	0,8	7,37	1,5	19,00	29	33,69	55,04	2,58	0,65	1,85
T1	TC trifásicas del almacén	16,00	1	16,00	0,75	21,33	2,5	26,00	55	52,72	51,39	11,86	2,97	4,17
T2	TC trifásicas de la nave y manteni.	32,00	1	32,00	0,75	42,67	10	60,00	45	47,07	52,42	4,76	1,19	2,40



❖ CUADRO SECUNDARIO III

Línea	Descripción	In (A)	Fmay	Ical (A)	Fc	Ic (A)	S(mm2)	Iadm (A)	L (m)	Temp. cond (°C)	γ	e	e(%)	e total (%)
Línea 1	Perforadora	3,61	1,25	4,51	0,8	5,64	1,5	16,00	12	33,05	55,17	0,80	0,20	1,17
Línea 2	Prensa 2	8,25	1,25	10,31	0,8	12,89	1,5	16,00	20	45,96	52,63	3,26	0,81	1,78
Línea 3	Máquina de soldadura	6,42	1,25	8,02	0,8	10,02	1,5	16,00	13	39,65	53,84	1,61	0,40	1,37
Línea 4	Pulidora	22,00	1,25	27,50	0,8	34,38	6	36,00	20	52,41	51,45	2,02	0,51	1,47
Línea 5	Cuadro Auxiliar Alumbrado Exterior	2,70	1,8	4,86	0,75	6,48	1,5	20,00	22	31,09	55,58	1,23	0,31	1,27
Línea 6	Alumbrado de emergencia (Nave y almacén)	0,21	1	0,21	0,75	0,28	1,5	19,00	60	30,01	55,81	0,26	0,06	1,03
T1	TC monofásica almacén y Zona de trabajo	10,00	1	10,00	0,75	13,33	2,5	26,00	65	38,88	53,99	9,63	4,19	5,87
T2	TC monofásica Nave		1	16,00	0,75	21,33	4	34,00	55	43,29	53,14	8,28	3,60	5,28



❖ CUADRO AUXILIAR DE ALUMBRADO INTERIOR

Línea	Descripción	In (A)	Fmay	Ical (A)	Fc	Ic (A)	S(mm2)	Iadm (A)	L (m)	Temp. cond (°C)	γ	e	e(%)	e total (%)
Línea 1	Zona de trabajo (1-9)	5,62	1,8	10,12	0,8	12,66	1,5	19,00	19	35,26	54,72	2,26	0,56	1,40
Línea 2	Zona de trabajo (10-18)	5,62	1,8	10,12	0,8	12,66	1,5	19,00	33	35,26	54,72	3,92	0,98	1,82
Línea 3	Zona de trabajo (19-27)	5,62	1,8	10,12	0,8	12,66	1,5	19,00	42	35,26	54,72	4,99	1,25	2,08
Línea 4	Almacén de entrada	3,75	1,8	6,75	0,8	8,44	1,5	19,00	47	32,34	55,32	3,68	0,92	1,76
Línea 5	Almacén de salida	3,75	1,8	6,75	0,8	8,44	1,5	19,00	28	32,34	55,32	2,19	0,55	1,39



❖ CUADRO AUXILIAR OFICINAS

Línea	Descripción	In (A)	Fma y	Ical (A)	Fc	Ic (A)	S(mm2)	Iadm (A)	L (m)	Temp. cond (°C)	γ	e	e(%)	e total (%)
Línea 1	Mantenimiento	2,38	1	2,38	0,8	2,98	1,5	16	25	31,33	55,53	1,43	0,62	1,62
Línea 2	Oficina	1,87	1	1,87	0,8	2,34	1,5	16	10	30,82	55,63	0,45	0,19	1,20
Línea 3	Línea 3	2,76	1	2,76	0,75	3,68	1,5	20	7	31,14	55,57	0,40	0,10	1,45
Línea 3.1	Oficina encargados	2,12	1	2,12	0,85	2,50	1,5	16	24	31,06	55,59	1,22	0,53	3,96
Línea 3.2	Sala de reuniones	2,87	1	2,87	0,85	3,38	1,5	16	18	31,93	55,40	1,24	0,54	3,97
Línea 3.3	Dirección	3,31	1	3,31	0,85	3,90	1,5	16	14	32,57	55,27	1,12	0,49	3,92
Línea 4	Línea 4	1,99	1	1,99	0,75	2,65	1,5	20	5	30,59	55,68	0,21	0,05	1,40
Línea 4.1	Aseos H.	2,00	1	2,00	0,85	2,35	1,5	16	10	30,93	55,61	0,48	0,21	3,56
Línea 4.2	Recibidor	2,00	1	2,00	0,85	2,35	1,5	16	5	30,93	55,61	0,24	0,10	3,45
Línea 4.3	Aseos M.	2,00	1	2,00	0,85	2,35	1,5	16	10	30,93	55,61	0,48	0,21	3,56
Línea 5	Línea 5	1,36	1	1,36	0,75	1,82	1,5	20	15	30,28	55,75	0,42	0,18	1,53
Línea 5.1	Vestuario H. y Vestuario M.	1,18	1	1,18	0,85	1,39	1,5	16	22	30,33	55,74	0,62	0,27	3,71
Línea 5.2	Área de descanso	1,33	1	1,33	0,85	1,57	1,5	16	19	30,41	55,72	0,60	0,26	3,70
Línea 5.3	Pasillo	1,59	1	1,59	0,85	1,87	1,5	16	20	30,59	55,68	0,76	0,33	3,77
Línea 6	Alumbrado emer.(Ofi.y Mant.)	0,26	1	0,26	0,8	0,33	1,5	16	20	30,02	55,80	0,12	0,05	3,31
T1	T1	15,93	1	15,93	0,75	21,25	2,5	26,5	10	51,69	51,58	2,14	0,93	2,28
T1.1	TC Oficinas	16,00	1	16,00	0,85	18,82	2,5	22	8	61,74	49,83	2,06	0,89	5,08
T1.2	TC Mantenimiento	16,00	1	16,00	0,85	18,82	2,5	22	8	61,74	49,83	2,06	0,89	5,08
T1.3	TC Mantenimiento	16,00	1	16,00	0,85	18,82	2,5	22	15	61,74	49,83	3,85	1,68	5,86
T2	T2	15,93	1	15,93	0,75	21,25	2,5	26,5	5	51,69	51,58	1,07	0,27	1,62
T2.1	TC Dirección y aseos	16,00	1	16,00	0,85	18,82	2,5	22	14	61,74	49,83	3,60	1,56	5,00
T2.2	TC Oficina encargados	16,00	1	16,00	0,85	18,82	2,5	22	24	61,74	49,83	6,17	2,68	6,11
T2.3	TC Área de descanso	16,00	1	16,00	0,85	18,82	2,5	22	19	61,74	49,83	4,88	2,12	5,55
T3	T3	9,96	1	9,96	0,75	13,28	1,5	20	16	44,88	52,83	3,48	1,51	2,86
T3.1	TC Info. Oficinas	10,00	1	10,00	0,85	11,76	1,5	16	8	53,44	51,26	2,08	0,90	5,68
T3.2	TC Info.(Dire,enc,reu) y Ves. H.	10,00	1	10,00	0,85	11,76	1,5	16	8	53,44	51,26	2,08	0,90	5,68
T3.3	Recibidor, Pasillo y Ves. M.	10,00	1	10,00	0,85	11,76	1,5	16	5	53,44	51,26	1,30	0,57	5,34



❖ CUADRO AUXILIAR DE ALUMBRADO EXTERIOR

Línea	Descripción	In (A)	Fmay	Ical (A)	Fc	Ic (A)	S(mm ²)	Iadm (A)	L (m)	Temp. cond (°C)	γ	e	e(%)	e total (%)
Línea 1	Alumbrado exterior adosado a pared de la nave	1,37	1,8	2,47	0,75	3,30	1,5	19,00	80	30,31	55,74	2,28	0,57	1,71
Línea 2	Alumbrado exterior farolas Parking	1,33	1,8	2,39	0,75	3,18	1,5	19,00	90	30,41	55,72	2,47	0,62	1,76

Donde:

- **Línea:** línea eléctrica a la que se hace referencia.
- **In (A):** intensidad nominal de la línea.
- **Fmay:** factor de mayoramiento, depende del tipo de carga conectada a la línea.
- **Ical:** intensidad calculada, se obtiene al multiplicar la In y el Fmay.
- **Fc:** factor de corrección, que está en función del tipo de canalización y el nº de conductores que se alojan en la misma.
- **Ic:** se trata de la intensidad resultante del cociente entre Ical y Fc.
- **S:** sección en mm^2 .
- **Iadm:** intensidad admisible para esa sección..
- **L:** longitud del cable en metros.
- **Temp. Cond:** Temperatura del conductor en °C.
- **γ :** conductividad del cobre a esa temperatura.
- **e:** caída de tensión.



2.4 DENOMINACIÓN DE LOS CABLES Y MÉTODO DE INSTALACIÓN

2.4.1 INTRODUCCIÓN

En este apartado se van a mostrar el cable utilizado para cada línea y su respectiva canalización. Para aquellos cables que atraviesen dos canalizaciones diferentes, en el cálculo de la sección se ha utilizado la más desfavorable de ellas.

2.4.2 TABLAS

❖ CUADRO DE BAJA TENSIÓN

Línea	Método de instalación	Tipo	Denominación cable	Ø Tubo exterior (mm)
Línea 1	Cable multiconductor en tubos grapado a pared	C	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 2x1,5 Cu	12
Línea 2	Bajo tubo enterrado		RV 0,6/1Kv 4x(2x120)/120	225

❖ CUADRO AUXILIAR DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Línea	Método de instalación	Tipo	Denominación cable	Ø Tubo exterior (mm)
Línea 1	Cable multiconductor en tubos grapado a pared	C	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 2x1,5 Cu	12
Línea 2	Cable multiconductor en tubos grapado a pared	C	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 2x1,5 Cu	12
Línea 3	Cable multiconductor en tubos grapado a pared	C	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 2x1,5 Cu	12



❖ CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

Línea	Método de instalación	Tipo	Denominación cable	Ø Tubo exterior (mm)
Línea 1	Cable unipolar en bandeja perforada	F	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 4x70 Cu	
Línea 2	Cable unipolar en bandeja perforada	F	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 4x50 Cu	
Línea 3	Cable unipolar en bandeja perforada	F	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 4x35 Cu	
Línea 4	Cable unipolar en bandeja perforada	F	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 3x35 Cu	



❖ CUADRO SECUNDARIO I

Línea	Método de instalación	Tipo	Denominación cable	Ø Tubo exterior (mm)
Línea 1	Cable multiconductor en tubos empotrado en obra	B2	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 3x1,5 Cu	16
Línea 2	Cable multiconductor en tubos empotrado en obra	B2	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 3x1,5 Cu	16
Línea 3	Cable multiconductor en tubos empotrado en obra	B2	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 3x10 Cu	32
Línea 4	Cable multiconductor en bandeja perforada y en tubo grapado a pared	C	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 3x1,5 Cu	16
Línea 5	Cable multiconductor en bandeja perforada y en tubo grapado a pared	C	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 3x1,5 Cu	16
Línea 6	Cable multiconductor en bandeja perforada	E	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 3x16 Cu	32
Línea 7	Cable multiconductor en bandeja perforada	E	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 4x16 Cu	32



❖ CUADRO SECUNDARIO II

Línea	Método de instalación	Tipo	Denominación cable	Ø Tubo exterior (mm)
Línea 1	Cable multiconductor en tubos empotrado en obra	B2	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 3x4 Cu	20
Línea 2	Cable multiconductor en tubos empotrado en obra	B2	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 3x2,5 Cu	20
Línea 3	Cable multiconductor en tubos empotrado en obra	B2	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 3x4 Cu	20
Línea 4	Cable multiconductor en bandeja perforada y en tubo grapado a pared	C	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 3x1,5 Cu	16
Línea 5	Cable multiconductor en bandeja perforada y en tubo grapado a pared	C	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 3x1,5 Cu	16
T1	Cable multiconductor en bandeja perforada y en tubo grapado a pared	C	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 4x2,5 Cu	16
T2	Cable multiconductor en bandeja perforada y en tubo grapado a pared	C	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 4x10 Cu	20



❖ CUADRO SECUNDARIO III

Línea	Método de instalación	Tipo	Denominación cable	Ø Tubo exterior (mm)
Línea 1	Cable multiconductor en tubos empotrado en obra	B2	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 3x1,5 Cu	16
Línea 2	Cable multiconductor en tubos empotrado en obra	B2	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 3x1,5 Cu	16
Línea 3	Cable multiconductor en tubos empotrado en obra	B2	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 3x1,5 Cu	16
Línea 4	Cable multiconductor en tubos empotrado en obra	B2	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 3x6 Cu	25
Línea 5	Cable multiconductor en bandeja perforada	E	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 3x1,5 Cu	
Línea 6	Cable multiconductor en bandeja perforada y en tubo grapado a pared	C	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 4x1,5 Cu	16
T1	Cable multiconductor en bandeja perforada y en tubo grapado a pared	C	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 4x2,5 Cu	16
T2	Cable multiconductor en bandeja perforada y en tubo grapado a pared	C	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 4x4 Cu	20



❖ CUADRO AUXILIAR DE ALUMBRADO INTERIOR

Línea	Método de instalación	Tipo	Denominación cable	Ø Tubo exterior (mm)
Línea 1	Cable multiconductor en bandeja perforada y en tubo grapado a pared	C	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 3x1,5 Cu	16
Línea 2	Cable multiconductor en bandeja perforada y en tubo grapado a pared	C	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 3x1,5 Cu	16
Línea 3	Cable multiconductor en bandeja perforada y en tubo grapado a pared	C	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 3x1,5 Cu	16
Línea 4	Cable multiconductor en bandeja perforada y en tubo grapado a pared	C	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 3x1,5 Cu	16
Línea 5	Cable multiconductor en bandeja perforada y en tubo grapado a pared	C	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 3x1,5 Cu	16



❖ CUADRO AUXILIAR OFICINAS

Línea	Método de instalación	Tipo	Denominación cable	Ø Tubo exterior (mm)
Línea 1	Tubo empotrado en obra	B2	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 3x1,5 Cu	16
Línea 2	Tubo empotrado en obra	B2	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 3x1,5 Cu	16
Línea 3	Cable multiconductor en bandeja perforada	E	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 4x1,5 Cu	16
Línea 3.1	Tubo empotrado en obra	B2	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 2x1,5 Cu	16
Línea 3.2	Tubo empotrado en obra	B2	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 2x1,5 Cu	16
Línea 3.3	Tubo empotrado en obra	B2	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 2x1,5 Cu	16
Línea 4	Cable multiconductor en bandeja perforada	E	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 4x1,5 Cu	16
Línea 4.1	Tubo empotrado en obra	B2	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 2x1,5 Cu	16
Línea 4.2	Tubo empotrado en obra	B2	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 2x1,5 Cu	16
Línea 4.3	Tubo empotrado en obra	B2	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 2x1,5 Cu	16
Línea 5	Cable multiconductor en bandeja perforada	E	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 4x1,5 Cu	16
Línea 5.1	Tubo empotrado en obra	B2	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 2x1,5 Cu	16
Línea 5.2	Tubo empotrado en obra	B2	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 2x1,5 Cu	16
Línea 5.3	Tubo empotrado en obra	B2	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 2x1,5 Cu	16
Línea 6	Cable multiconductor en bandeja perforada y en tubo empotrado en obra	B2	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 4x1,5 Cu	16
T1	Cable multiconductor en bandeja perforada	E	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 4x2,5 Cu	16
T1.1	Tubo empotrado en obra	B2	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 2x2,5 Cu	16
T1.2	Tubo empotrado en obra	B2	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 2x2,5 Cu	16
T1.3	Tubo empotrado en obra	B2	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 2x2,5 Cu	16
T2	Cable multiconductor en bandeja perforada	E	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 4x2,5 Cu	16
T2.1	Tubo empotrado en obra	B2	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 2x2,5 Cu	16
T2.2	Tubo empotrado en obra	B2	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 2x2,5 Cu	16
T2.3	Tubo empotrado en obra	B2	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 2x2,5 Cu	16
T3	Cable multiconductor en bandeja perforada	E	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 4x1,5 Cu	16
T3.1	Tubo empotrado en obra	B2	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 2x1,5 Cu	16
T3.2	Tubo empotrado en obra	B2	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 2x1,5 Cu	16
T3.3	Tubo empotrado en obra	B2	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 2x1,5 Cu	16



❖ CUADRO AUXILIAR DE ALUMBRADO EXTERIOR

Línea	Método de instalación	Tipo	Denominación cable	Ø Tubo exterior (mm)
Línea 1	Cable multiconductor en bandeja perforada y en tubo grapado a pared	C	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 3x1,5 Cu	16
Línea 2	Cable multiconductor en bandeja perforada y en tubo empotrado en obra	B2	RZ1-K(AS) 0,6/1kV 3x1,5 Cu	16



2.5 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

2.5.1 INTRODUCCIÓN

El cálculo de la corriente de cortocircuito se calcula en diferentes puntos de la instalación. Esto se hace para determinar el poder de corte de los diferentes interruptores magnetotérmicos que protegen la instalación.

El poder de corte de las protecciones deberá ser igual o superior a la corriente de cortocircuito máxima I_{cc} .

2.5.2 PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO

Para el cálculo de las intensidades de cortocircuito se seguirá el método de las impedancias descrito anteriormente en el apartado memoria del presente proyecto.

2.5.3 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR

En primer lugar, se calcula la impedancia aguas arriba del transformador. La potencia de cortocircuito que proporciona la red es $S_{cc} = 500$ MVA. (dato obtenido de la compañía suministradora, en nuestro caso IBERDROLA S.A.). Despreciando la resistencia R frente a la reactancia X , se puede calcular la impedancia de la red aguas.

$$Z_a = X_a = \frac{U^2}{P_{cc}} = \frac{420^2}{500 \cdot 10^6} = 0,35 m\Omega$$

Donde:

- **U:** Tensión del secundario en vacío en V
- **P_{cc}:** Potencia de cortocircuito proporcionada por la red en VA

En segundo lugar, se calculará la impedancia del transformador, considerando despreciable la impedancia de aperillado de alta tensión. También se desprecia la resistencia del transformador frente a la impedancia.

$$Z_t = X_t = \frac{U_{cc}}{100} \cdot \frac{U^2}{S} = \frac{4 \cdot 420^2}{100 \cdot 250 \cdot 10^6} = 28,22 m\Omega$$



Donde:

- **U**: Tensión en vacío entre fases en V.
- **U_{cc}**: Tensión de cortocircuito en % (4%).
- **S**: Potencia nominal del transformador en VA.
- **Z_T**: Impedancia del transformador en jΩ. Es totalmente inductiva.

Con estos datos se puede calcular la intensidad de cortocircuito en el secundario del transformador:

$$Z = 0,35 + 28,22 = 28,57\text{m}\Omega$$

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z} = \frac{420}{\sqrt{3} \cdot 28,57} = 8,49\text{kA}$$

2.5.4 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL C.G.D.

Partiendo de los siguientes datos:

Longitud del conductor L = 55 m
Cable RV 0,6/1kV 4x(2x120)/120 Cu

Calculamos:

$$R_L = \rho \cdot \frac{L}{S} = \frac{1}{56} \cdot \frac{55}{240} = 4,09\text{m}\Omega$$

$$X_L = 0,15 \cdot L = 0,15 \cdot 55 = 8,25\text{m}\Omega$$

$$Z_L = \sqrt{R_L^2 + X_L^2} = 9,21\text{m}\Omega$$

$$Z_{aut} = 0,15 \cdot n^{\circ}_{aut} = 0,15 \cdot 3 = 0,45\text{m}\Omega$$

$$Z_d = Z_a + Z_T + Z_L + Z_{aut} = 0,35 + 28,22 + 9,21 + 0,45 = 38,23\text{m}\Omega$$

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_d} = \frac{420}{\sqrt{3} \cdot 38,23\text{m}} = 6,34\text{kA}$$



Donde:

- **U**: Tensión en vacío del secundario del transformador.
- **Z_a**: Impedancia de la red de alimentación.
- **Z_T**: Impedancia del transformador.
- **Z_L**: Impedancia de los conductores.
- **Z_{aut}**: Impedancia de los automatismos.

2.5.5 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN LOS CUADROS SECUNDARIOS

2.5.5.1 Cuadro secundario I

Partiendo de los siguientes datos:

Longitud del conductor L = 55 m
Cable RZ1-K(AS) 0,6/1kV 4x70/35 Cu
X_{Lprevia} 9,21mΩ

Calculamos:

$$R_{L'} = \rho \cdot \frac{L}{S} = \frac{1}{56} \cdot \frac{55}{70} = 14,03m\Omega$$

$$X_{L'} = 0,15 \cdot L = 0,15 \cdot 55 = 8,25m\Omega$$

$$Z_{L'} = \sqrt{R_{L'}^2 + X_{L'}^2} = 16,28m\Omega$$

$$Z_L = Z_{Lprevia} + Z_{L'} = 9,21 + 16,28 = 25,49m\Omega$$

$$Z_{aut} = 0,15 \cdot n_{aut}^0 = 0,15 \cdot 6 = 0,90m\Omega$$

$$Z_d = Z_a + Z_T + Z_L + Z_{aut} = 0,35 + 28,22 + 25,49 + 0,90 = 54,96m\Omega$$

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_d} = \frac{420}{\sqrt{3} \cdot 54,96m} = 4,41 kA$$



2.5.5.2 Cuadro secundario II

Partiendo de los siguientes datos:

Longitud del conductor $L = 45 \text{ m}$
Cable RZ1-K(AS) 0,6/1kV 4x50/25 Cu
 $X_{L\text{previa}}$ $9,21\text{m}\Omega$

Calculamos:

$$R_{L'} = \rho \cdot \frac{L}{S} = \frac{1}{56} \cdot \frac{45}{50} = 16,07\text{m}\Omega$$

$$X_{L'} = 0,15 \cdot L = 0,15 \cdot 45 = 6,75\text{m}\Omega$$

$$Z_{L'} = \sqrt{R_{L'}^2 + X_{L'}^2} = 17,43\text{m}\Omega$$

$$Z_L = Z_{L\text{previa}} + Z_{L'} = 9,21 + 17,43 = 26,64\text{m}\Omega$$

$$Z_{\text{aut}} = 0,15 \cdot n_{\text{aut}}^0 = 0,15 \cdot 6 = 0,90\text{m}\Omega$$

$$Z_d = Z_a + Z_T + Z_L + Z_{\text{aut}} = 0,35 + 28,22 + 26,64 + 0,30 = 55,51\text{m}\Omega$$

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_d} = \frac{420}{\sqrt{3} \cdot 55,51\text{m}} = 4,37 \text{ kA}$$

2.5.5.3 Cuadro secundario III

Partiendo de los siguientes datos:

Longitud del conductor $L = 30 \text{ m}$
Cable RZ1-K(AS) 0,6/1kV 4x35/16 Cu
 $X_{L\text{previa}}$ $9,21\text{m}\Omega$

Calculamos:

$$R_{L'} = \rho \cdot \frac{L}{S} = \frac{1}{56} \cdot \frac{30}{35} = 15,31\text{m}\Omega$$

$$X_{L'} = 0,15 \cdot L = 0,15 \cdot 30 = 4,5\text{m}\Omega$$

$$Z_{L'} = \sqrt{R_{L'}^2 + X_{L'}^2} = 15,95\text{m}\Omega$$



$$Z_L = Z_{Lprevia} + Z_{L'} = 9,21 + 15,95 = 25,16m\Omega$$

$$Z_{aut} = 0,15 \cdot n_{aut}^0 = 0,15 \cdot 6 = 0,90m\Omega$$

$$Z_d = Z_a + Z_T + Z_L + Z_{aut} = 0,35 + 28,22 + 25,16 + 0,90 = 54,63m\Omega$$

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_d} = \frac{420}{\sqrt{3} \cdot 54,63m} = 4,44 \text{ kA}$$

2.5.6 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN LOS CUADROS AUXILIARES

2.5.6.1 Cuador auxiliar alumbrado interior

Partiendo de los siguientes datos:

Longitud del conductor L = 5 m
Cable RZ1-K(AS) 0,6/1kV 3x16 Cu
X_{Lprevia} 25,49mΩ

Calculamos:

$$R_{L'} = \rho \cdot \frac{L}{S} = \frac{1}{56} \cdot \frac{5}{16} = 5,58m\Omega$$

$$X_{L'} = 0,15 \cdot L = 0,15 \cdot 5 = 0,75m\Omega$$

$$Z_{L'} = \sqrt{R_{L'}^2 + X_{L'}^2} = 5,63m\Omega$$

$$Z_L = Z_{Lprevia} + Z_{L'} = 25,49 + 5,63 = 31,12m\Omega$$

$$Z_{aut} = 0,15 \cdot n_{aut}^0 = 0,15 \cdot 9 = 1,35m\Omega$$

$$Z_d = Z_a + Z_T + Z_L + Z_{aut} = 0,35 + 28,22 + 31,12 + 1,35 = 61,04m\Omega$$

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_d} = \frac{420}{\sqrt{3} \cdot 61,04m} = 3,97 \text{ kA}$$



2.5.6.2 Cuadro auxiliar oficina

Partiendo de los siguientes datos:

Longitud del conductor $L = 21$ m

Cable RZ1-K(AS) 0,6/1kV 3x16 Cu

$X_{Lprevia}$ 25,49m Ω

Calculamos:

$$R_{L'} = \rho \cdot \frac{L}{S} = \frac{1}{56} \cdot \frac{21}{16} = 23,44m\Omega$$

$$X_{L'} = 0,15 \cdot L = 0,15 \cdot 21 = 3,15m\Omega$$

$$Z_{L'} = \sqrt{R_{L'}^2 + X_{L'}^2} = 23,65m\Omega$$

$$Z_L = Z_{Lprevia} + Z_{L'} = 25,49 + 23,65 = 49,14m\Omega$$

$$Z_{aut} = 0,15 \cdot n_{aut}^2 = 0,15 \cdot 9 = 1,35\Omega$$

$$Z_d = Z_a + Z_T + Z_L + Z_{aut} = 0,35 + 28,22 + 49,14 + 0,60 = 78,31m\Omega$$

$$I_{cc_{tri}} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_d} = \frac{420}{\sqrt{3} \cdot 78,31m} = 3,10 \text{ kA}$$

2.5.6.3 Cuadro auxiliar alumbrado exterior

Partiendo de los siguientes datos:

Longitud del conductor $L = 22$ m

Cable RZ1-K(AS) 0,6/1kV 3x1,5 Cu

$X_{Lprevia}$ 25,16m Ω

Calculamos:

$$R_{L'} = \rho \cdot \frac{L}{S} = \frac{1}{56} \cdot \frac{22}{1,5} = 261,90m\Omega$$

$$X_{L'} = 0,15 \cdot L = 0,15 \cdot 22 = 3,3m\Omega$$



$$Z_{L'} = \sqrt{R_L^2 \cdot X_L^2} = 261,92m\Omega$$

$$Z_L = Z_{L'previa} + Z_{L'} = 25,16 + 261,92 = 287,02m\Omega$$

$$Z_{aut} = 0,15 \cdot n_{aut}^o = 0,15 \cdot 9 = 1,35m\Omega$$

$$Z_d = Z_a + Z_T + Z_L + Z_{aut} = 0,35 + 28,22 + 287,02 + 0,60 = 316,95m\Omega$$

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_d} = \frac{420}{\sqrt{3} \cdot 316,95m} = 0,77 \text{ kA}$$

2.5.6.4 Cuadro auxiliar centro de transformación

Partiendo de los siguientes datos:

Longitud del conductor L = 2,5 m

Cable RZ1-K(AS) 0,6/1kV 2x1,5 Cu

Calculamos:

$$R_L = \rho \cdot \frac{L}{S} = \frac{1}{56} \cdot \frac{2,5}{1,5} = 29,76m\Omega$$

$$X_L = 0,15 \cdot L = 0,15 \cdot 2,5 = 0,375m\Omega$$

$$Z_L = \sqrt{R_L^2 \cdot X_L^2} = 29,76m\Omega$$

$$Z_{aut} = 0,15 \cdot n_{aut}^o = 0,15 \cdot 5 = 0,75m\Omega$$

$$Z_d = Z_a + Z_T + Z_L + Z_{aut} = 0,35 + 28,22 + 29,76 + 0,15 = 59,04m\Omega$$

$$I_{cc_{mono}} = \frac{U}{2 \cdot Z_d} = \frac{420}{2 \cdot 59,04m} = 4,11 \text{ kA}$$



2.6 CÁLCULO DE LA BATERÍA DE CONDENSADORES

2.6.1 INTRODUCCIÓN

La batería de condensadores se utiliza para mejorar el $\cos\phi$. Haciendo esto reducimos el consumo de la instalación y evitamos sanciones de la empresa suministradora.

2.6.2 BATERÍA DE CONDENSADORES

Nº	Máquina	Potencia (W)	$\cos\phi$	Q (VAr)
1	Plegadora	5145	0,9	2491,84
2	Cizalla	3000	0,9	1452,97
3	Rectificadora	15000	0,9	7264,83
4	Torno	8100	0,85	5019,93
5	Prensa 1	7500	0,85	4648,08
6	Lijadora	8500	0,85	5267,83
7	Perforadora	2200	0,88	1187,43
8	Prensa 2	5145	0,9	2491,84
9	Máquina de soldadura	4000	0,9	1937,29
10	Pulidora	12500	0,82	8725,05
11	Motor puerta muelle 2	2940	0,9	1423,91
12	motor puerta muelle 1	2940	0,9	1423,91
13	Motor puerta almacén salida	2940	0,9	1423,91
14	Motor puerta almacén entrada	2940	0,9	1423,91
	Alumbrado	26170	1	0
-	12 TC trifásicas 32 A y 400 V	33255	1	0
-	72 TC monofásicas 16 A y 230V	41473	1	0
-	18 TC mono. Inform. 10A y 230V	6900	1	0
	TOTAL	190 648		46 182,72

La potencia reactiva a corregir será de 46,18 kVAr y se hará por compensación automática. Se ha elegido una batería de condensadores de 6 escalones:

1. 1,25 kVAr
2. 2,5 kVAr
3. 5 kVAr
4. 10 kVAr
5. 20 kVAr
6. 20 kVAr

De esta manera nos aseguramos que el $\cos\phi$ sea siempre próximo a 1 .

2.6.3 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD QUE CIRCULA A LA BATERÍA

Aplicando la siguiente fórmula obtenemos la intensidad:

$$I = \frac{Q}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \sin\phi} = \frac{46182,72}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,98} = 68,01 \text{ A}$$



2.7 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

2.7.1 INVESTIGACIÓN DEL TERRENO

Siendo el terreno de tipo arena arcillosa, se obtiene un valor orientativo de $200\Omega\text{m}$. Antes de iniciar la instalación se debe hacer una medida precisa de la resistividad del terreno sobre éste mismo. Las picas se utilizarán para hacer la puesta a tierra son de 2m de longitud y un diámetro de 14mm.

2.7.2 TIERRA PERIMETRAL DE LA NAVE

En primer lugar, tenemos que tener en cuenta que la pica y el anillo están en paralelo respecto de tierra, por tanto, se cumple que:

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_c} + \frac{1}{R_p}$$

Donde:

- **R_t**: es la resistencia total de tierra.
- **R_c**: es la resistencia del conductor enterrado.
- **R_p**: es la resistencia de la pica.

Para calcular estas resistencias utilizaremos las siguientes fórmulas:

$$R_c = \frac{\rho_{\text{terreno}} \cdot 2}{\text{longitud cable}}$$

$$R_p = \frac{\rho_{\text{terreno}}}{\text{longitud pica} \cdot \text{n}^\circ \text{ de picas}}$$

Como se a detallado previamente en la memoria, se aceptará como válida una resistencia de tierra menor o igual a 10Ω . La resistividad del terreno es de $200\Omega\text{m}$. La longitud del cable en la puesta a tierra perimetral de la nave es de 76,33m, habiendo un total de 7 picas (una para cada cuadro eléctrico).

$$R_c = \frac{200 \cdot 2}{76,33} = 5,24 \Omega$$

$$R_p = \frac{200}{2 \cdot 7} = 14,28 \Omega$$

$$R_t = \frac{5,24 \cdot 14,28}{5,24 + 14,28} = 3,84 \Omega$$



2.7.3 TIERRA PERIMETRAL DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

En primer lugar, tenemos que tener en cuenta que la pica y el anillo están en paralelo respecto de tierra, por tanto, se cumple que:

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_c} + \frac{1}{R_p}$$

Donde:

- **R_t**: es la resistencia total de tierra.
- **R_c**: es la resistencia del conductor enterrado.
- **R_p**: es la resistencia de la pica.

Como se a detallado previamente en la memoria, se aceptará como válida una resistencia de tierra menor o igual a 10Ω. La resistividad del terreno es de 200Ωm. La longitud del cable en la puesta a tierra perimetral del centro de transformación es de 20,4m.

$$R_c = \frac{\rho_{\text{terreno}} \cdot 2}{\text{longitud cable}} = \frac{200 \cdot 2}{20,4} = 19,61 \Omega$$

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_c} + \frac{1}{R_p} \rightarrow \frac{1}{10} = \frac{1}{19,61} + \frac{1}{R_p} \rightarrow R_p = 20,40 \Omega$$

$$R_p = \frac{\rho_{\text{terreno}}}{\text{longitud pica} \cdot n^{\circ} \text{ de picas}} \rightarrow 20,40 = \frac{200}{2 \cdot n^{\circ} \text{ de picas}} \rightarrow n^{\circ} \text{ de picas} \geq 4,90$$

Se colocarán un total de 5 picas, cuatro de ellas en las esquinas de la tierra perimetral.

2.7.4 TIERRA DE SERVICIO

En primer lugar, tenemos que tener en cuenta que la pica y el anillo están en paralelo respecto de tierra, por tanto, se cumple que:

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_c} + \frac{1}{R_p}$$

Donde:

- **R_t**: es la resistencia total de tierra.
- **R_c**: es la resistencia del conductor enterrado.
- **R_p**: es la resistencia de la pica.



Como se a detallado previamente en la memoria, se aceptará como válida una resistencia de tierra menor o igual a 10Ω . La resistividad del terreno es de $200\Omega\text{m}$. La longitud del cable la tierra de servicio es de 35m.

$$R_c = \frac{\rho_{\text{terreno}} \cdot 2}{\text{longitud cable}} = \frac{200 \cdot 2}{35} = 11,43 \Omega$$

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_c} + \frac{1}{R_p} \rightarrow \frac{1}{10} = \frac{1}{11,43} + \frac{1}{R_p} \rightarrow R_p = 79,93 \Omega$$

$$R_p = \frac{\rho_{\text{terreno}}}{\text{longitud pica} \cdot n^{\circ} \text{ de picas}} \rightarrow 79,93 = \frac{200}{2 \cdot n^{\circ} \text{ de picas}} \rightarrow n^{\circ} \text{ de picas} \geq 1,25$$

Se colocarán un total de 3 picas, las cuales se colocan en la zona donde va soterrado el cable desnudo. Ya que, la tierra de servicio dispone de cable aislado en los primeros metros.



2.8 CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

2.8.1 INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{250000}{\sqrt{3} \cdot 13200} = 10,93 \text{ A}$$

Donde:

- **S:** Potencia del transformador en kVA.
- **U:** Tensión en el primario del transformador.

2.8.2 INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{250000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 360,84 \text{ A}$$

Donde:

- **S:** Potencia del transformador en kVA.
- **U:** Tensión en el secundario del transformador.

Pamplona, 5 de Junio de 2018

Ancizu Oscoz, Iban



ANEXO DIALUX

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

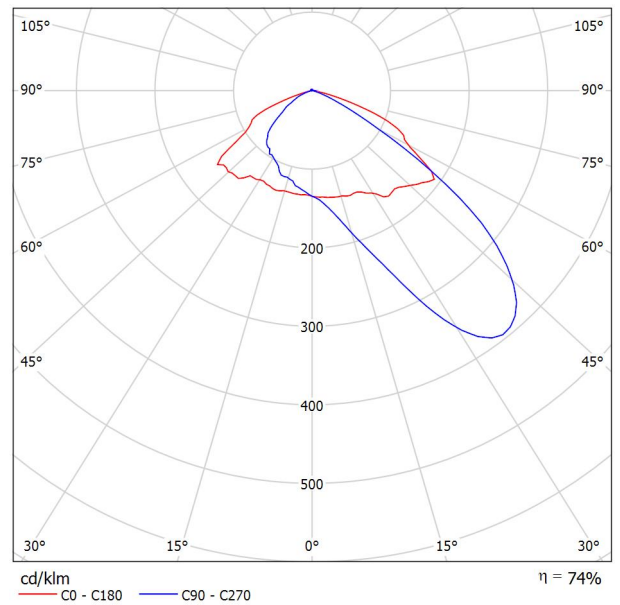
PHILIPS SGP611 CUR 1xCPO-TW140W EB R100 P1_728 / Hoja de datos de luminarias



Clasificación luminarias según CIE: 99
Código CIE Flux: 39 85 99 99 74

Airtrace - funcionalidad y estilo Airtrace combina un diseño muy avanzado y estético con una funcionalidad demostrada y micro óptica de alto rendimiento. Está disponible en dos tamaños y con una serie de soportes Batio de diseño exclusivo, que hacen posible una amplia variedad de aplicaciones funcionales de iluminación pública.

Emisión de luz 1:



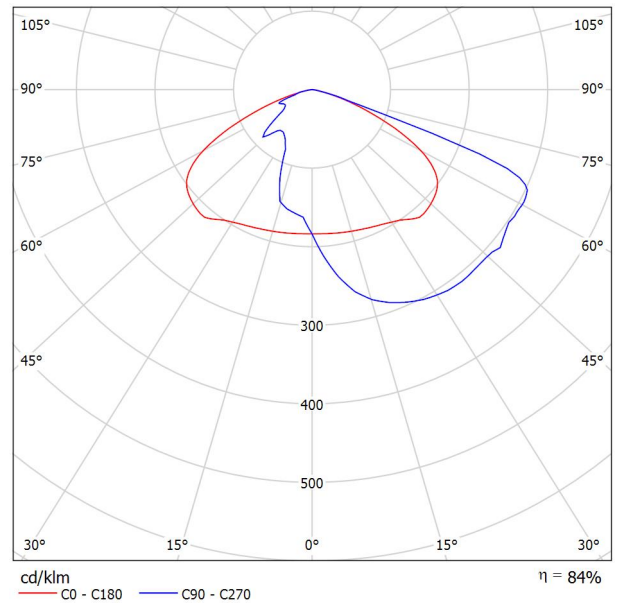
Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS BRS439 FG T15 ECO113-2S/740 A / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 37 74 98 100 84

CitySwan – diferente y elegante La luminaria CitySwan para alumbrado urbano incluye una pantalla opal blanca que la convierte en un objeto perceptible en los espacios públicos. Al llegar la noche, CitySwan ilumina los espacios con una luz suave y funcional.

Si se desea mejorar la orientación, pueden incorporarse LED adicionales que actúan como guía. Estos LED adicionales están disponibles en una amplia variedad de tonos pastel por lo que es posible hacer casi cualquier variación creativa que se desee. De esta forma, se puede crear una iluminación para distintas situaciones y ambientes, para destacar rutas o lugares, enfatizar la identidad local o dar a los espacios urbanos un aspecto innovador.

La elegancia de CitySwan resulta adecuada para montaje en columna o en pared y también se encuentra disponible como bolardo.

Diseño: Bjarne Schläger light + architecture, y Morten Weeke Borup, GHB Landskabsarkitekter A/S para el bello proyecto Tingsbjerg del arquitecto Steen Eiler Rasmussen en Copenhague.

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

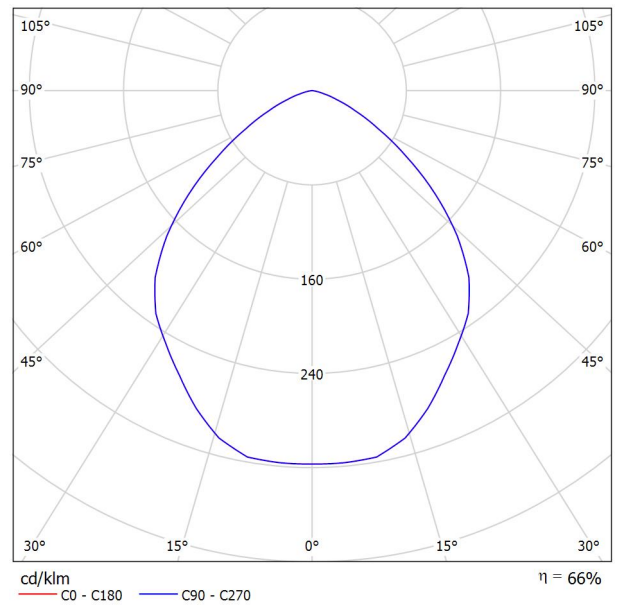
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS HPK238 1xSON400W +GPK238 R-WB +ZDK004 GC-WB_220 / Hoja de datos de luminarias



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 61 92 99 100 66

Emisión de luz 1:



Emisión de luz 1:

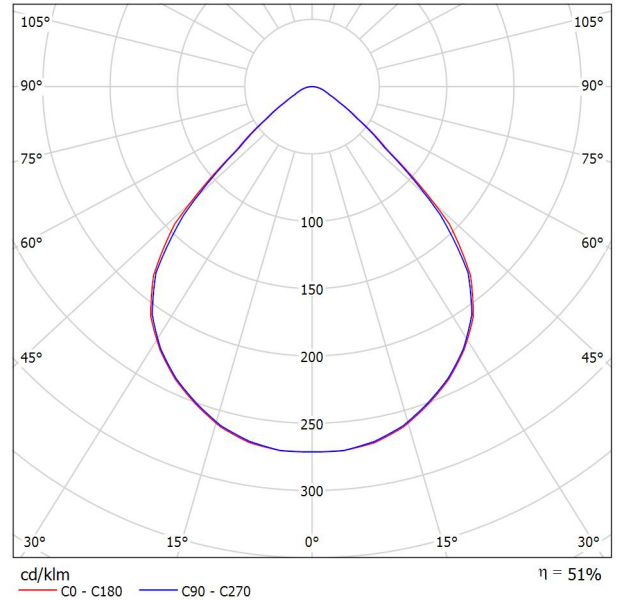
Valoración de deslumbramiento según UGR													
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30			
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30			
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20			
Tamaño del local		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara						
X	Y	2H	3H	4H	6H	8H	12H	2H	3H	4H	6H	8H	12H
2H	2H	26.3	27.4	26.6	27.6	27.8	26.3	27.4	26.6	27.6	27.8	26.3	27.4
	3H	26.6	27.6	27.0	27.9	28.2	26.6	27.6	27.0	27.9	28.2	26.6	27.6
	4H	26.7	27.6	27.0	27.9	28.2	26.7	27.6	27.0	27.9	28.2	26.7	27.6
	6H	26.7	27.5	27.0	27.8	28.1	26.7	27.5	27.0	27.8	28.1	26.7	27.5
	8H	26.6	27.4	27.0	27.7	28.1	26.6	27.4	27.0	27.7	28.1	26.6	27.4
	12H	26.6	27.4	27.0	27.7	28.0	26.6	27.4	27.0	27.7	28.0	26.6	27.4
4H	2H	26.5	27.5	26.8	27.7	28.0	26.5	27.5	26.8	27.7	28.0	26.5	27.5
	3H	27.0	27.7	27.3	28.1	28.4	27.0	27.7	27.3	28.1	28.4	27.0	27.7
	4H	27.0	27.7	27.4	28.1	28.4	27.0	27.7	27.4	28.1	28.4	27.0	27.7
	6H	27.0	27.6	27.5	28.0	28.4	27.0	27.6	27.5	28.0	28.4	27.0	27.6
	8H	27.0	27.6	27.4	27.9	28.4	27.0	27.6	27.4	27.9	28.4	27.0	27.6
	12H	27.0	27.5	27.4	27.9	28.3	27.0	27.5	27.4	27.9	28.3	27.0	27.5
8H	4H	27.0	27.6	27.4	27.9	28.4	27.0	27.6	27.4	27.9	28.4	27.0	27.6
	6H	27.0	27.5	27.5	27.9	28.3	27.0	27.5	27.5	27.9	28.3	27.0	27.5
	8H	27.0	27.4	27.5	27.8	28.3	27.0	27.4	27.5	27.8	28.3	27.0	27.4
	12H	27.0	27.3	27.5	27.8	28.3	27.0	27.3	27.5	27.8	28.3	27.0	27.3
12H	4H	27.0	27.5	27.4	27.9	28.3	27.0	27.5	27.4	27.9	28.3	27.0	27.5
	6H	27.0	27.4	27.5	27.8	28.3	27.0	27.4	27.5	27.8	28.3	27.0	27.4
	8H	27.0	27.3	27.5	27.8	28.3	27.0	27.3	27.5	27.8	28.3	27.0	27.3
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias													
S = 1.0H	+0.5 / -0.7					+0.5 / -0.7							
S = 1.5H	+1.0 / -2.0					+1.0 / -2.0							
S = 2.0H	+2.2 / -3.4					+2.2 / -3.4							
Tabla estándar Sumando de corrección	BK01					BK01							
	7,5					7,5							
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 4800lm Flujo luminoso total													

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS TBS761 2xTL5-50W HFP AC-MLO_830 / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 95 99 100 51

Savio – pura luz Equipada con la nueva tecnología óptica de microprismas, patentada por Philips, la completa gama de luminarias Savio combina su diseño de vanguardia con un rendimiento óptico, tanto para iluminación general como localizada.

El efecto luminoso "de extremo a extremo" de Savio favorece la sensación de confort y homogeneidad, creando una auténtica "superficie de luz". Su óptica de microprismas consta de una sola placa integrada en una carcasa de aluminio anodizado natural de alta calidad. Savio garantiza una distribución de la luz óptima y un pleno control del deslumbramiento, conforme a la última norma de alumbrado de oficinas (EN 12464-1).

Las luminarias Savio con Alumbrado Dinámico estimulan la sensación de actividad mediante la creación de luz artificial que varía durante el transcurso del día o que se programa en función de las preferencias personales. Savio está disponible en una gama completa: montaje suspendido, adosado, empotrado, aplique de pared o luminaria de pie.

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
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	14.4	15.4	14.7	15.6	15.8	14.3	15.3	14.6	15.5	15.7
	3H	14.5	15.4	14.8	15.6	15.8	14.4	15.3	14.7	15.5	15.8
	4H	14.5	15.3	14.8	15.6	15.9	14.4	15.3	14.7	15.5	15.8
	6H	14.5	15.3	14.9	15.6	15.9	14.5	15.2	14.8	15.5	15.8
	8H	14.5	15.3	14.9	15.6	15.9	14.5	15.2	14.8	15.5	15.8
4H	12H	14.6	15.3	14.9	15.6	15.9	14.5	15.2	14.8	15.5	15.8
	2H	14.4	15.2	14.7	15.5	15.7	14.3	15.1	14.6	15.4	15.7
	3H	14.5	15.2	14.9	15.5	15.8	14.4	15.1	14.8	15.5	15.8
	4H	14.6	15.2	15.0	15.6	15.9	14.6	15.2	14.9	15.5	15.9
	6H	14.7	15.2	15.1	15.6	16.0	14.7	15.2	15.1	15.6	16.0
8H	12H	14.8	15.2	15.2	15.6	16.0	14.7	15.2	15.2	15.6	16.0
	4H	14.6	15.1	15.0	15.5	15.9	14.5	15.0	15.0	15.4	15.8
	6H	14.8	15.2	15.2	15.6	16.0	14.7	15.1	15.2	15.6	16.0
	8H	14.9	15.2	15.3	15.7	16.1	14.8	15.2	15.3	15.6	16.1
	12H	15.0	15.2	15.4	15.7	16.2	14.9	15.2	15.4	15.7	16.2
12H	4H	14.6	15.0	15.0	15.4	15.9	14.5	15.0	15.0	15.4	15.8
	6H	14.8	15.1	15.3	15.6	16.0	14.7	15.1	15.2	15.5	16.0
	8H	14.9	15.2	15.4	15.7	16.1	14.9	15.2	15.4	15.6	16.1
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+1.2 / -2.0					+1.2 / -2.0					
S = 1.5H	+2.6 / -3.4					+2.6 / -3.3					
S = 2.0H	+4.3 / -4.2					+4.3 / -4.0					
Tabla estándar	BK01					BK01					
Sumando de corrección	-5.6					-5.6					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 8900lm Flujo luminoso total											

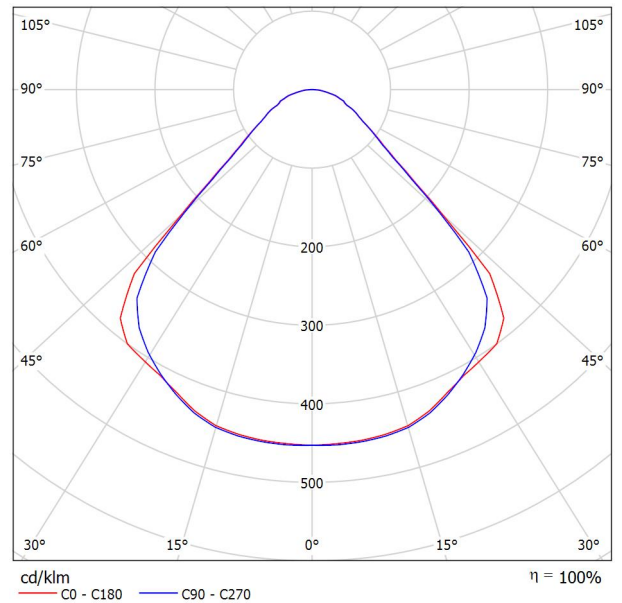
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS RC400B POE W30L120 1 xLED36S/840 / Hoja de datos de luminarias



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 64 90 97 100 100

Emisión de luz 1:

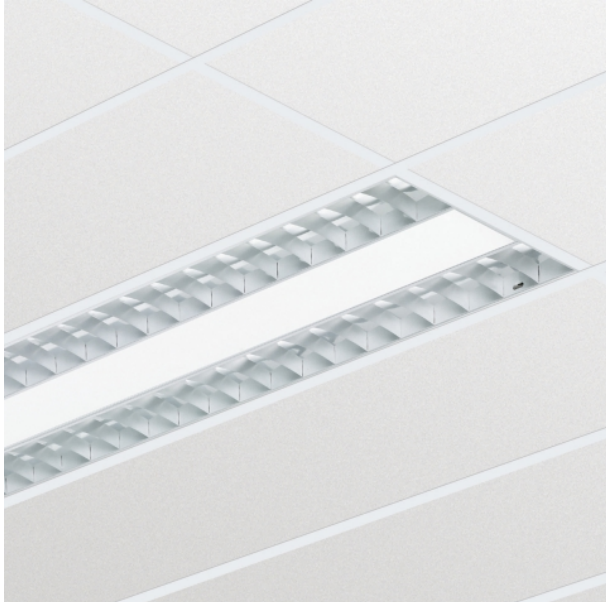


Emisión de luz 1:

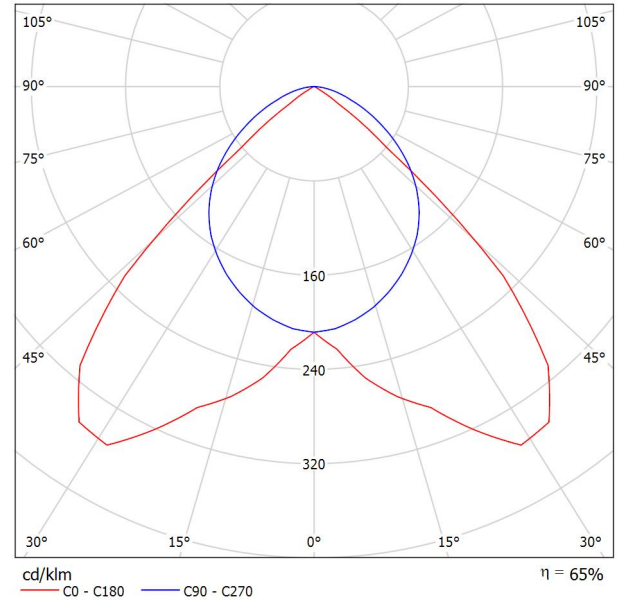
Valoración de deslumbramiento según UGR										
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
X	Y									
2H	2H	14.9	16.0	15.2	16.2	16.4	14.7	15.8	15.0	16.0
	3H	15.3	16.3	15.7	16.6	16.8	15.2	16.2	15.5	16.4
	4H	15.6	16.5	15.9	16.8	17.1	15.5	16.4	15.8	16.7
	6H	15.9	16.8	16.2	17.0	17.3	15.8	16.7	16.1	16.9
	8H	16.0	16.8	16.4	17.1	17.4	15.9	16.7	16.3	17.0
4H	12H	16.1	16.9	16.5	17.2	17.5	16.0	16.8	16.4	17.1
	2H	15.0	16.0	15.4	16.2	16.5	14.8	15.8	15.2	16.0
	3H	15.7	16.4	16.0	16.8	17.1	15.5	16.3	15.9	16.6
	4H	16.1	16.8	16.5	17.1	17.4	16.0	16.6	16.4	17.0
	6H	16.5	17.1	16.9	17.5	17.9	16.5	17.0	16.9	17.4
8H	8H	16.7	17.3	17.1	17.6	18.1	16.7	17.2	17.1	17.6
	12H	16.9	17.4	17.3	17.8	18.2	16.9	17.4	17.3	17.8
	4H	16.3	16.8	16.7	17.2	17.6	16.2	16.7	16.6	17.1
	6H	16.9	17.3	17.3	17.7	18.2	16.8	17.3	17.3	17.7
	8H	17.2	17.6	17.7	18.0	18.5	17.2	17.6	17.6	18.0
12H	12H	17.5	17.8	18.0	18.3	18.8	17.5	17.8	18.0	18.3
	4H	16.3	16.8	16.7	17.2	17.6	16.2	16.7	16.6	17.1
	6H	16.9	17.3	17.4	17.8	18.3	16.9	17.3	17.4	17.7
	8H	17.3	17.7	17.8	18.1	18.6	17.3	17.6	17.8	18.1
	8H	17.3	17.7	17.8	18.1	18.6	17.3	17.6	17.8	18.1
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias										
S = 1.0H	+0.8 / -0.8					+0.6 / -0.7				
S = 1.5H	+1.6 / -1.3					+1.3 / -1.2				
S = 2.0H	+2.9 / -1.7					+2.5 / -1.6				
Tabla estándar	BK04					BK04				
Sumando de corrección	-0.4					-0.5				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3600lm Flujo luminoso total										

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS TBS165 G 2xTL5-28W HFS C3_827 / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 60 93 99 100 65

TBS165 es una gama de luminarias empotrables de Philips diseñadas para techos de modulaciones estándar de perfil visto o perfil oculto. Combina un equipo de alta frecuencia y lámparas MASTER TL5 de Philips y propicia un sustancial ahorro de energía en sustitución de las versiones electromagnéticas. Con una altura de 50 mm y provista de un marco ultra plano, esta luminaria cuadrada puede usarse para iluminación general en oficinas, colegios y comercios (supermercados, bricolaje). TBS165 es ligera de peso e incluye conector externo y lámparas pre-montadas para simplificar la instalación.

Emisión de luz 1:

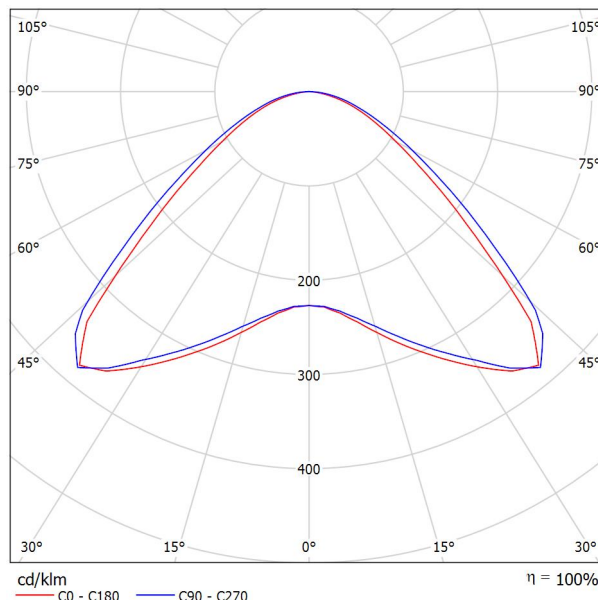
Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30		
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30		
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H		15.5	16.6	15.8	16.8	17.1	17.0	18.1	17.3	18.4	18.6
	3H		15.3	16.4	15.7	16.6	16.9	17.6	18.6	17.9	18.9	19.1
	4H		15.3	16.2	15.6	16.5	16.8	17.8	18.7	18.1	19.0	19.3
	6H		15.2	16.1	15.6	16.4	16.7	17.9	18.8	18.3	19.1	19.4
	8H		15.2	16.0	15.5	16.3	16.6	18.0	18.8	18.3	19.1	19.4
4H	12H		15.1	15.9	15.5	16.2	16.6	18.0	18.8	18.4	19.1	19.4
	2H		15.7	16.7	16.1	17.0	17.2	17.0	18.0	17.4	18.2	18.5
	3H		15.7	16.4	16.0	16.8	17.1	17.7	18.5	18.1	18.9	19.2
	4H		15.6	16.3	16.0	16.6	17.0	18.0	18.7	18.4	19.0	19.4
	6H		15.6	16.2	16.0	16.5	16.9	18.2	18.8	18.6	19.2	19.6
8H	8H		15.5	16.1	15.9	16.5	16.9	18.3	18.8	18.7	19.2	19.6
	12H		15.5	16.0	15.9	16.4	16.8	18.3	18.8	18.8	19.2	19.7
	4H		15.6	16.2	16.1	16.6	17.0	18.0	18.5	18.4	18.9	19.3
	6H		15.6	16.1	16.1	16.5	16.9	18.2	18.7	18.7	19.1	19.5
	8H		15.6	16.0	16.1	16.4	16.9	18.3	18.7	18.8	19.1	19.6
12H	12H		15.5	15.9	16.0	16.3	16.8	18.4	18.7	18.9	19.2	19.7
	4H		15.6	16.1	16.1	16.5	17.0	17.9	18.4	18.4	18.8	19.3
	6H		15.6	16.0	16.1	16.4	16.9	18.2	18.6	18.7	19.0	19.5
	8H		15.6	15.9	16.1	16.4	16.9	18.3	18.6	18.8	19.1	19.6
	Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+2.1 / -5.0					+0.5 / -0.7						
S = 1.5H	+3.6 / -7.6					+1.6 / -1.9						
S = 2.0H	+5.3 / -8.7					+1.7 / -2.4						
Tabla estándar	BK01					BK02						
Sumando de corrección	-3.7					-1.1						
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5250lm Flujo luminoso total												

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS RC660B W60L60 1xLED35S/830 MO-PC / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 50 87 98 100 100

ArcForm: nueva dimensión en la iluminación mediante LED Cada vez más clientes buscan soluciones de iluminación que respalden la arquitectura del edificio y las actividades que se desarrollan en zonas concretas. Un luminaria con una luz suave y un aspecto agradable es perfecta para los lugares en que la calidad de la luz añade valor. Con ArcForm, el sistema óptico que utiliza la tecnología MesoOptics crea una iluminación suave y confortable, con una superficie luminosa completa. El la forma de haz ancho de la luminaria hace que la distribución de luz sea uniforme en todo el espacio en lugar de direccional. Y las placas de LED y los sistemas ópticos logran importantes ahorros de energía respecto a soluciones convencionales parecidas.

Emisión de luz 1:

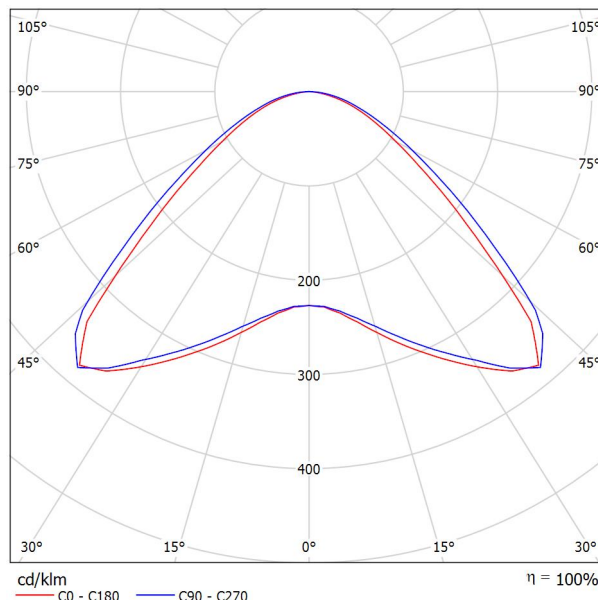
Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	16.7	17.9	17.0	18.2	18.4	17.3	18.6	17.6	18.8	19.1
	3H	17.3	18.4	17.6	18.7	19.0	18.0	19.2	18.4	19.4	19.7
	4H	17.5	18.6	17.9	18.9	19.2	18.3	19.4	18.7	19.7	20.0
	6H	17.7	18.7	18.0	19.0	19.3	18.6	19.6	18.9	19.9	20.2
	8H	17.7	18.6	18.1	19.0	19.3	18.7	19.6	19.0	19.9	20.2
	12H	17.7	18.6	18.1	18.9	19.3	18.7	19.6	19.1	19.9	20.3
4H	2H	17.0	18.1	17.3	18.4	18.6	17.6	18.6	17.9	18.9	19.2
	3H	17.8	18.7	18.2	19.0	19.4	18.4	19.3	18.8	19.7	20.0
	4H	18.1	18.9	18.5	19.3	19.6	18.8	19.6	19.2	20.0	20.3
	6H	18.4	19.1	18.8	19.4	19.8	19.2	19.9	19.6	20.3	20.6
	8H	18.4	19.1	18.9	19.5	19.9	19.3	20.0	19.8	20.3	20.8
	12H	18.5	19.0	18.9	19.4	19.9	19.4	20.0	19.9	20.4	20.8
8H	4H	18.3	18.9	18.7	19.3	19.7	18.9	19.6	19.4	20.0	20.4
	6H	18.6	19.1	19.1	19.5	20.0	19.4	19.9	19.8	20.3	20.8
	8H	18.7	19.1	19.2	19.6	20.1	19.6	20.0	20.0	20.5	20.9
	12H	18.7	19.1	19.2	19.6	20.1	19.7	20.1	20.2	20.6	21.1
12H	4H	18.3	18.8	18.7	19.3	19.7	18.9	19.5	19.4	19.9	20.3
	6H	18.6	19.1	19.1	19.5	20.0	19.4	19.8	19.9	20.3	20.8
	8H	18.7	19.1	19.2	19.6	20.1	19.6	20.0	20.1	20.4	20.9
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.6 / -0.6					+0.4 / -0.4					
S = 1.5H	+1.1 / -1.3					+0.8 / -1.1					
S = 2.0H	+1.9 / -1.9					+1.6 / -1.6					
Tabla estándar	BK03					BK03					
Sumando de corrección	0.9					1.7					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3500lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS RC660B W60L60 1xLED44S/840 MO-PC / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 50 87 98 100 100

ArcForm: nueva dimensión en la iluminación mediante LED Cada vez más clientes buscan soluciones de iluminación que respalden la arquitectura del edificio y las actividades que se desarrollan en zonas concretas. Un luminaria con una luz suave y un aspecto agradable es perfecta para los lugares en que la calidad de la luz añade valor. Con ArcForm, el sistema óptico que utiliza la tecnología MesoOptics crea una iluminación suave y confortable, con una superficie luminosa completa. El la forma de haz ancho de la luminaria hace que la distribución de luz sea uniforme en todo el espacio en lugar de direccional. Y las placas de LED y los sistemas ópticos logran importantes ahorros de energía respecto a soluciones convencionales parecidas.

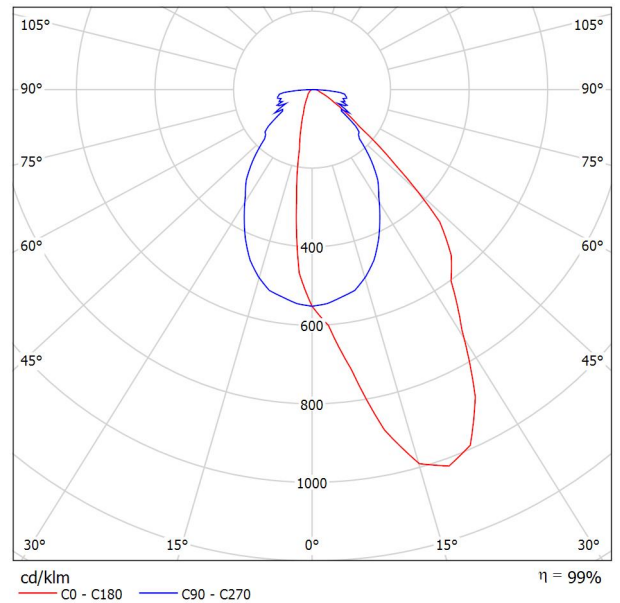
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
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	17.5	18.7	17.8	19.0	19.2	18.1	19.4	18.4	19.6	19.9
	3H	18.1	19.2	18.4	19.5	19.8	18.8	20.0	19.2	20.2	20.5
	4H	18.3	19.4	18.7	19.7	20.0	19.1	20.2	19.5	20.5	20.8
	6H	18.5	19.5	18.8	19.8	20.1	19.4	20.4	19.7	20.6	21.0
	8H	18.5	19.4	18.9	19.7	20.1	19.5	20.4	19.8	20.7	21.0
	12H	18.5	19.4	18.9	19.7	20.0	19.5	20.4	19.9	20.7	21.1
4H	2H	17.8	18.9	18.1	19.1	19.4	18.4	19.4	18.7	19.7	20.0
	3H	18.6	19.5	19.0	19.8	20.1	19.2	20.1	19.6	20.5	20.8
	4H	18.9	19.7	19.3	20.1	20.4	19.6	20.4	20.0	20.8	21.1
	6H	19.2	19.9	19.6	20.2	20.6	20.0	20.7	20.4	21.0	21.4
	8H	19.2	19.9	19.7	20.2	20.7	20.1	20.7	20.5	21.1	21.6
	12H	19.2	19.8	19.7	20.2	20.7	20.2	20.8	20.7	21.2	21.6
8H	4H	19.1	19.7	19.5	20.1	20.5	19.7	20.4	20.2	20.8	21.2
	6H	19.4	19.9	19.8	20.3	20.8	20.2	20.7	20.6	21.1	21.6
	8H	19.5	19.9	20.0	20.4	20.9	20.4	20.8	20.8	21.3	21.7
	12H	19.5	19.9	20.0	20.4	20.9	20.5	20.9	21.0	21.4	21.9
12H	4H	19.1	19.6	19.5	20.1	20.5	19.7	20.3	20.2	20.7	21.1
	6H	19.4	19.9	19.9	20.3	20.8	20.2	20.6	20.7	21.1	21.6
	8H	19.5	19.9	20.0	20.4	20.9	20.4	20.8	20.9	21.2	21.7
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.6 / -0.6					+0.4 / -0.4					
S = 1.5H	+1.1 / -1.3					+0.8 / -1.1					
S = 2.0H	+1.9 / -1.9					+1.6 / -1.6					
Tabla estándar	BK03					BK03					
Sumando de corrección	1.7					2.5					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 4400lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS RC302B L625 1 xLED10S/840 P20 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 67 91 97 100 99

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

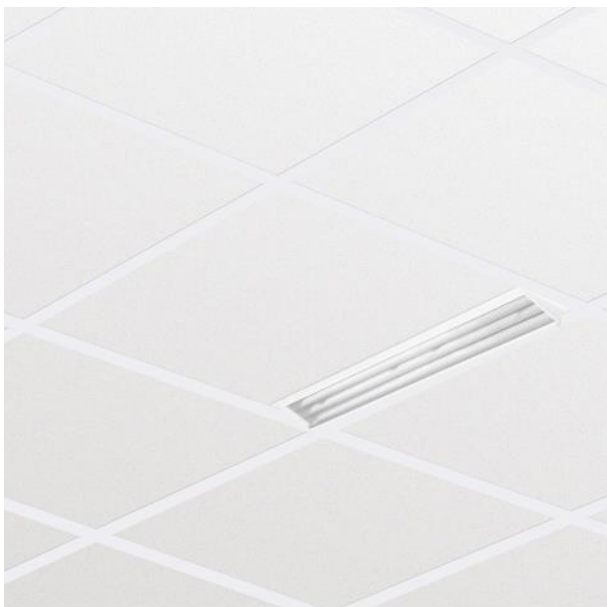
Maxos LED empotrado: siempre encendido Maxos LED empotrado es una luminaria LED empotrada semimodular para iluminación de estanterías y góndolas. Gracias a su óptica orientable, la luz se puede dirigir de forma precisa a los productos de las estanterías o a la cartelería de la tienda. La forma del haz ofrece la máxima visibilidad de las mercancías expuestas y permite usar menos caudal de luz. Los LED individuales están protegidos por ópticas antideslumbramiento, garantizando así el confort visual y creando un innovador aspecto de "línea de luz".

La sorprendente eficacia del sistema de la luminaria, combinada con su funcionamiento sin mantenimiento y la ausencia de materiales peligrosos, la convierte en un producto verdaderamente respetuoso con el medio ambiente.

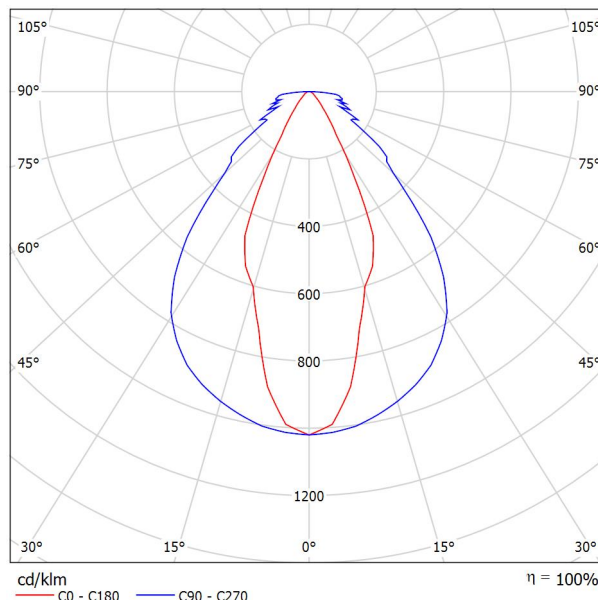
Maxos LED empotrado se adapta a cualquier diseño de planta de tienda. No se requiere un perfil de techo adicional: la placa de techo se puede colocar directamente en el marco de la luminaria, reduciendo el tiempo de instalación y el uso de material.

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS RC300B L600 1 xLED20S/830 P0 / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 79 93 98 100 100

Maxos LED empotrado: siempre encendido Maxos LED empotrado es una luminaria LED empotrada semimodular para iluminación de estanterías y góndolas. Gracias a su óptica orientable, la luz se puede dirigir de forma precisa a los productos de las estanterías o a la cartelería de la tienda. La forma del haz ofrece la máxima visibilidad de las mercancías expuestas y permite usar menos caudal de luz. Los LED individuales están protegidos por ópticas antideslumbramiento, garantizando así el confort visual y creando un innovador aspecto de "línea de luz".

La sorprendente eficacia del sistema de la luminaria, combinada con su funcionamiento sin mantenimiento y la ausencia de materiales peligrosos, la convierte en un producto verdaderamente respetuoso con el medio ambiente.

Maxos LED empotrado se adapta a cualquier diseño de planta de tienda. No se requiere un perfil de techo adicional: la placa de techo se puede colocar directamente en el marco de la luminaria, reduciendo el tiempo de instalación y el uso de material.

Emisión de luz 1:

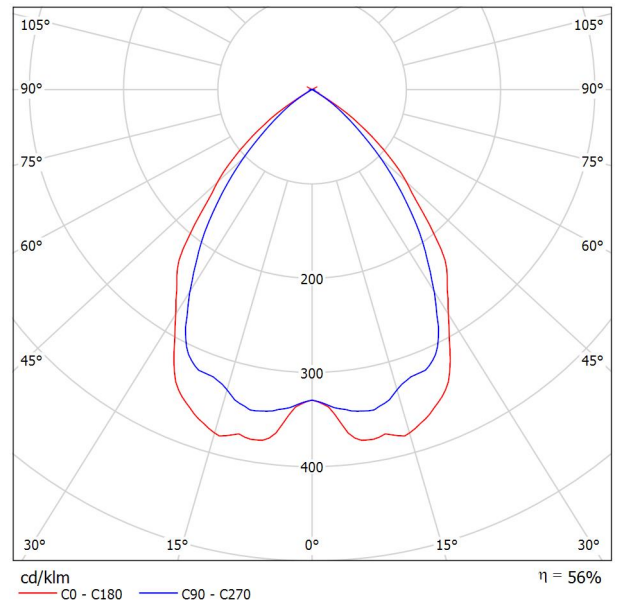
Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30		
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30		
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	2H	11.5	12.4	11.7	12.6	12.8	21.8	22.7	22.0	22.9	23.1
	3H	3H	11.8	12.7	12.1	12.9	13.1	23.3	24.1	23.6	24.3	24.6
	4H	4H	12.0	12.8	12.3	13.1	13.3	24.4	25.2	24.7	25.4	25.7
	6H	6H	12.2	12.9	12.6	13.2	13.5	26.1	26.8	26.4	27.1	27.4
	8H	8H	12.3	13.0	12.6	13.3	13.6	27.1	27.8	27.5	28.1	28.4
12H	12H	12.3	13.0	12.7	13.3	13.6	28.1	28.8	28.5	29.1	29.4	
4H	2H	2H	12.0	12.8	12.3	13.1	13.3	21.6	22.4	21.9	22.6	22.9
	3H	3H	12.4	13.1	12.8	13.4	13.7	23.2	23.8	23.5	24.1	24.4
	4H	4H	12.7	13.2	13.1	13.6	13.9	24.4	25.0	24.8	25.4	25.7
	6H	6H	12.9	13.4	13.3	13.8	14.2	26.3	26.8	26.8	27.2	27.6
	8H	8H	13.0	13.5	13.5	13.9	14.3	27.6	28.0	28.0	28.4	28.8
12H	12H	13.1	13.5	13.5	13.9	14.3	28.8	29.2	29.3	29.6	30.1	
8H	4H	4H	13.3	13.7	13.7	14.1	14.5	24.3	24.8	24.8	25.2	25.6
	6H	6H	13.6	13.9	14.0	14.3	14.8	26.3	26.6	26.7	27.1	27.5
	8H	8H	13.7	14.0	14.2	14.4	14.9	27.6	27.9	28.1	28.3	28.8
	12H	12H	13.8	14.1	14.3	14.5	15.0	29.1	29.3	29.5	29.8	30.3
	12H	4H	4H	13.6	14.0	14.1	14.4	14.9	24.3	24.7	24.7	25.1
6H		6H	13.9	14.2	14.4	14.7	15.2	26.2	26.6	26.7	27.0	27.5
8H		8H	14.1	14.3	14.6	14.8	15.3	27.5	27.8	28.0	28.3	28.8
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H	+1.6 / -1.4					+0.3 / -0.2						
S = 1.5H	+2.5 / -2.1					+1.0 / -0.6						
S = 2.0H	+3.5 / -2.6					+1.7 / -1.4						
Tabla estándar	BK03					---						
Sumando de corrección	-4.2					---						
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2300lm Flujo luminoso total												

Existencias:
• 2 x

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS FBS120 2xPL-C/2P18W L_827 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 80 99 100 100 56

Europa 2 – downlight de altas prestaciones Europa 2 es un downlight fijo de montaje empotrado para lámparas fluorescentes compactas PL-C, con una óptica de alta eficiencia y clips de fijación regulables para simplificar la instalación. Estos downlights están disponibles en dos formatos y pueden equiparse con difusor prismático, difusor opal, cierre transparente, cristal decorativo, rejilla antideslumbramiento y cierre suspendido.

Emisión de luz 1:

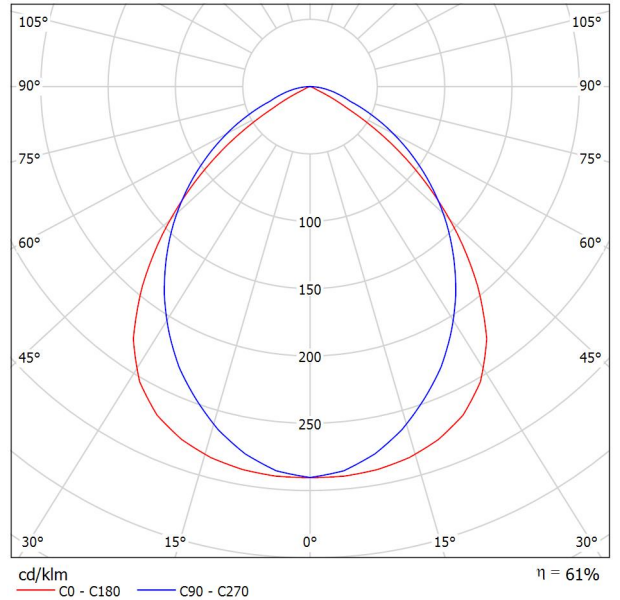
Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara				Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	18.6	19.5	18.9	19.7	19.9	17.1	18.0	17.4	18.2	18.4
	3H	18.5	19.3	18.8	19.5	19.7	17.0	17.7	17.3	18.0	18.2
	4H	18.4	19.1	18.7	19.4	19.7	16.9	17.6	17.2	17.9	18.1
	6H	18.3	19.0	18.7	19.3	19.6	16.8	17.5	17.2	17.8	18.1
	8H	18.3	18.9	18.6	19.2	19.5	16.8	17.4	17.1	17.7	18.0
4H	12H	18.3	18.9	18.6	19.2	19.5	16.8	17.4	17.1	17.7	18.0
	2H	18.4	19.2	18.7	19.4	19.7	17.0	17.7	17.3	17.9	18.2
	3H	18.3	18.9	18.6	19.2	19.5	16.8	17.4	17.2	17.7	18.0
	4H	18.2	18.7	18.6	19.1	19.4	16.8	17.3	17.1	17.6	17.9
	6H	18.2	18.6	18.6	19.0	19.3	16.7	17.1	17.1	17.5	17.9
8H	12H	18.1	18.5	18.5	18.9	19.3	16.6	17.0	17.1	17.4	17.8
	12H	18.1	18.4	18.5	18.8	19.3	16.6	17.0	17.0	17.4	17.8
	4H	18.1	18.5	18.5	18.9	19.3	16.6	17.0	17.1	17.4	17.8
	6H	18.0	18.3	18.5	18.8	19.2	16.6	16.9	17.0	17.3	17.7
	8H	18.0	18.3	18.5	18.7	19.2	16.5	16.8	17.0	17.2	17.7
12H	12H	17.9	18.2	18.4	18.6	19.1	16.5	16.7	16.9	17.2	17.7
	4H	18.1	18.4	18.5	18.8	19.2	16.6	16.9	17.0	17.4	17.8
	6H	18.0	18.3	18.5	18.7	19.2	16.5	16.8	17.0	17.2	17.7
	8H	17.9	18.2	18.4	18.6	19.1	16.5	16.7	16.9	17.2	17.7
	Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias										
S = 1.0H	+1.2 / -3.8				+2.0 / -5.3						
S = 1.5H	+3.7 / -15.1				+3.8 / -16.5						
S = 2.0H	+5.7 / -18.2				+5.8 / -18.5						
Tabla estándar	BK00				BK00						
Sumando de corrección	-2.0				-3.5						
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2400lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS TCS165 2xTL5-49W HFP M1_452 / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 60 91 99 100 61

TCS165 – sólo luz TCS165 es la opción de iluminación básica de Philips para montajes adosados y suspendidos. Es una luminaria TL5 con balastos HF (la solución más rentable desde el punto de vista energético), lo que le permite ahorrar hasta un 25% de energía con respecto a las luminarias convencionales.

La gama puede utilizarse en diversas aplicaciones de iluminación general, por ejemplo en oficinas, pasillos, colegios y comercios (supermercados, bricolaje). La opción TCS165 de montaje adosado y suspendido se encuentra disponible en versiones de 2 y 4 lámparas. La luminaria tiene una conexión push-in, y está disponible con o sin lámpara.

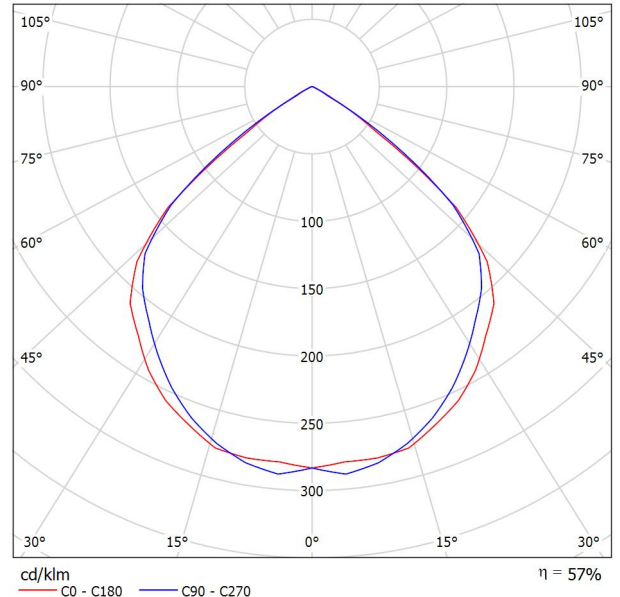
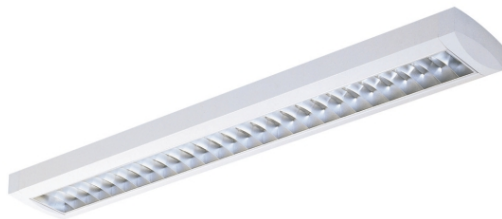
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
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	19.1	20.2	19.4	20.4	20.6	20.3	21.4	20.6	21.7	21.9
	3H	19.0	20.0	19.3	20.3	20.5	21.0	22.0	21.3	22.3	22.6
	4H	18.9	19.9	19.3	20.1	20.4	21.3	22.2	21.6	22.5	22.8
	6H	18.9	19.7	19.2	20.0	20.3	21.5	22.3	21.8	22.6	22.9
	8H	18.8	19.7	19.2	20.0	20.3	21.5	22.4	21.9	22.7	23.0
4H	12H	18.8	19.6	19.1	19.9	20.2	21.6	22.4	21.9	22.7	23.0
	2H	19.5	20.4	19.8	20.7	21.0	20.6	21.5	20.9	21.8	22.1
	3H	19.5	20.3	19.9	20.6	20.9	21.4	22.2	21.8	22.5	22.9
	4H	19.5	20.2	19.9	20.5	20.9	21.8	22.5	22.1	22.8	23.2
	6H	19.4	20.0	19.8	20.4	20.8	22.0	22.7	22.5	23.0	23.4
8H	12H	19.4	19.9	19.8	20.3	20.7	22.2	22.7	22.6	23.1	23.5
	4H	19.6	20.2	20.0	20.6	21.0	21.8	22.3	22.2	22.7	23.1
	6H	19.6	20.0	20.1	20.5	20.9	22.1	22.6	22.6	23.0	23.5
	8H	19.6	20.0	20.0	20.4	20.9	22.3	22.7	22.8	23.1	23.6
	12H	19.5	19.9	20.0	20.3	20.8	22.4	22.8	22.9	23.2	23.7
12H	4H	19.6	20.1	20.1	20.5	20.9	21.7	22.2	22.2	22.6	23.1
	6H	19.6	20.0	20.1	20.5	20.9	22.1	22.5	22.6	23.0	23.4
	8H	19.6	19.9	20.1	20.4	20.9	22.3	22.6	22.8	23.1	23.6
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.6 / -0.9					+0.3 / -0.4					
S = 1.5H	+1.4 / -3.9					+0.6 / -1.0					
S = 2.0H	+2.8 / -6.4					+1.1 / -1.7					
Tabla estándar	BK01					BK03					
Sumando de corrección	-0.2					2.8					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 7400lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS TCS398 C 2xTL-D36W HFP D6_451 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 66 98 100 100 57

Emisión de luz 1:

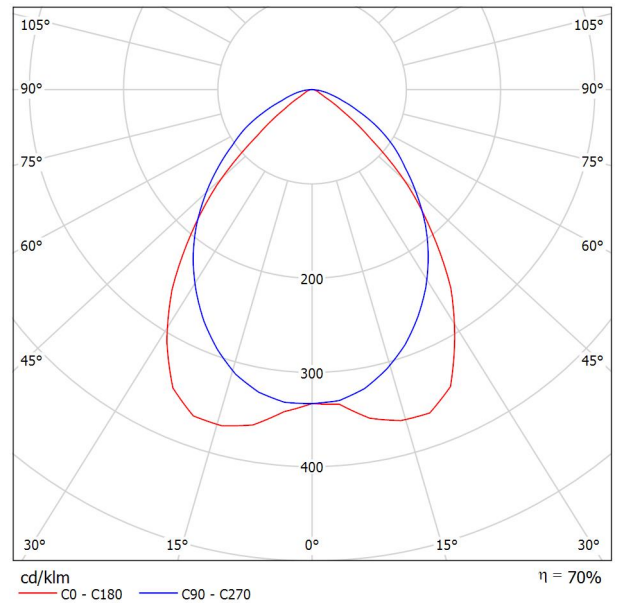
Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30		
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30		
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	2H	18.6	19.6	18.9	19.9	20.1	18.6	19.6	18.9	19.8	20.0
	3H	3H	18.5	19.4	18.8	19.6	19.9	18.4	19.4	18.7	19.6	19.9
	4H	4H	18.4	19.3	18.7	19.5	19.8	18.4	19.2	18.7	19.5	19.8
	6H	6H	18.3	19.1	18.7	19.4	19.7	18.3	19.1	18.6	19.4	19.7
	8H	8H	18.3	19.0	18.6	19.3	19.6	18.3	19.0	18.6	19.3	19.6
4H	12H	12H	18.3	19.0	18.6	19.3	19.6	18.2	18.9	18.6	19.2	19.6
	2H	2H	18.6	19.4	18.9	19.7	19.9	18.5	19.4	18.8	19.6	19.9
	3H	3H	18.4	19.1	18.8	19.4	19.8	18.4	19.1	18.7	19.4	19.7
	4H	4H	18.4	19.0	18.7	19.3	19.7	18.3	18.9	18.7	19.3	19.6
	6H	6H	18.3	18.8	18.7	19.2	19.6	18.2	18.8	18.6	19.1	19.5
8H	8H	8H	18.2	18.7	18.7	19.1	19.5	18.2	18.7	18.6	19.1	19.5
	12H	12H	18.2	18.6	18.6	19.0	19.5	18.2	18.6	18.6	19.0	19.4
	4H	4H	18.2	18.7	18.7	19.1	19.5	18.2	18.7	18.6	19.1	19.5
	6H	6H	18.2	18.5	18.6	19.0	19.4	18.1	18.5	18.6	18.9	19.4
	8H	8H	18.1	18.5	18.6	18.9	19.4	18.1	18.4	18.5	18.9	19.3
12H	12H	12H	18.1	18.4	18.6	18.8	19.3	18.0	18.3	18.5	18.8	19.3
	4H	4H	18.2	18.6	18.6	19.0	19.5	18.2	18.6	18.6	19.0	19.4
	6H	6H	18.1	18.5	18.6	18.9	19.4	18.1	18.4	18.5	18.9	19.3
	8H	8H	18.1	18.4	18.6	18.8	19.3	18.0	18.3	18.5	18.8	19.3
	Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+1.3 / -2.7					+1.3 / -1.9						
S = 1.5H	+2.6 / -11.1					+2.7 / -12.7						
S = 2.0H	+4.6 / -18.8					+4.4 / -17.1						
Tabla estándar	BK00					BK00						
Sumando de corrección	-1.9					-1.9						
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 6200lm Flujo luminoso total												

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS FCH481 4xPL-L55W HFP M2_830 / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 65 91 98 100 70

SuperOmni – protección contra impactos SuperOmni TCH/FCH481 es una luminaria apropiada para lámparas fluorescentes TL-D, TL-5 y PL-L, expresamente diseñada para polideportivos y canchas de tenis. Su robusta carcasa y la rejilla de acero integrada protegen las lámparas contra el impacto de objetos (balones, pelotas, etc.). Las luminarias admiten montaje adosado, suspendido y en sistemas de carril. La óptica utiliza lamas de aluminio mate para evitar la visión directa de las lámparas por parte de los usuarios y reducir así los deslumbramientos. La distribución de la luz puede cambiarse a asimétrica moviendo los portalámparas en el interior de la carcasa/óptica (sólo versiones TCH481).

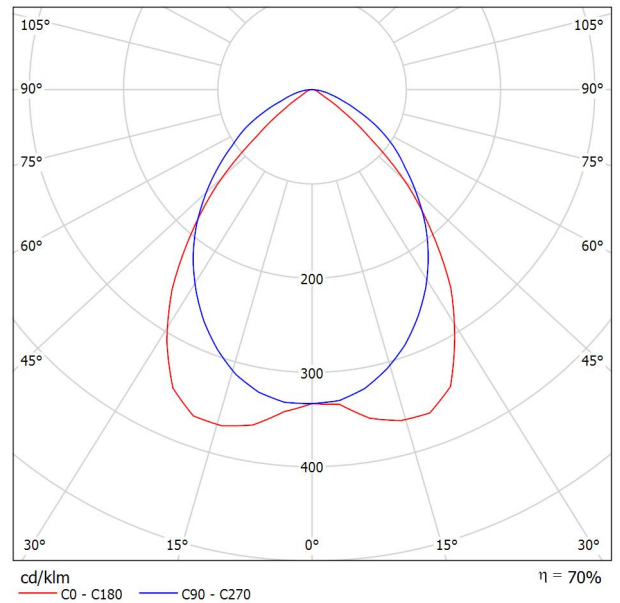
Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS FCH481 4xPL-L80W HFP M2_840 / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 65 91 98 100 70

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

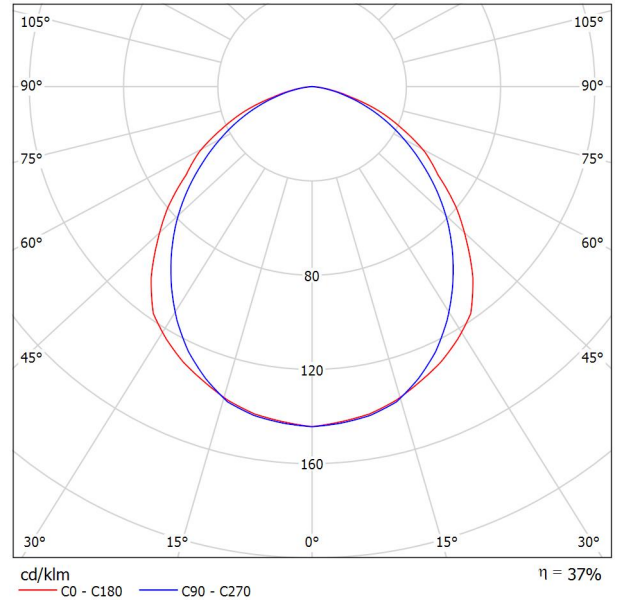
SuperOmni – protección contra impactos SuperOmni TCH/FCH481 es una luminaria apropiada para lámparas fluorescentes TL-D, TL-5 y PL-L, expresamente diseñada para polideportivos y canchas de tenis. Su robusta carcasa y la rejilla de acero integrada protegen las lámparas contra el impacto de objetos (balones, pelotas, etc.). Las luminarias admiten montaje adosado, suspendido y en sistemas de carril. La óptica utiliza lamas de aluminio mate para evitar la visión directa de las lámparas por parte de los usuarios y reducir así los deslumbramientos. La distribución de la luz puede cambiarse a asimétrica moviendo los portalámparas en el interior de la carcasa/óptica (sólo versiones TCH481).

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS FBH026 2xPL-C/2P18W_827 / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 52 84 98 100 37

Latina: sencillo y eficaz Latina es un downlight empotrado para lámparas compactas fluorescentes PL-C, con clips para una instalación rápida y sencilla. Está disponible en modelos cuadrados y redondos. Latina se suministra en kits listos para instalar que incluyen lámparas, cristal y cajas portaequipos independientes preconectadas. Los modelos redondos están disponibles en versión vidrio transparente o mate.

Emisión de luz 1:

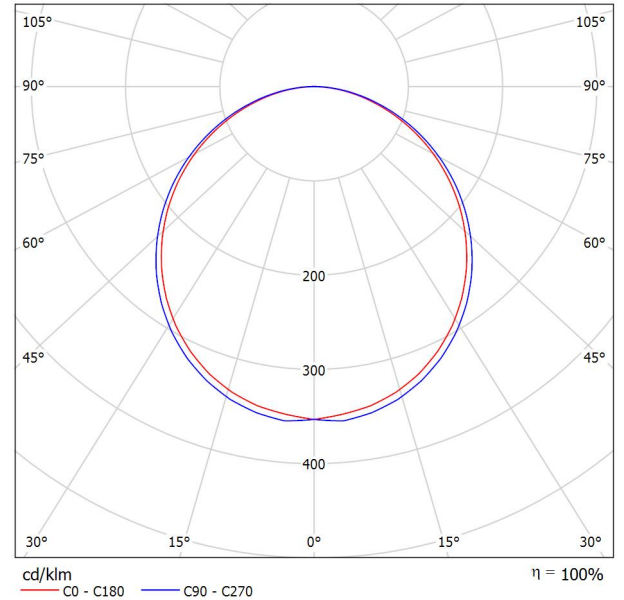
Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	22.3	23.5	22.6	23.8	24.0	21.5	22.7	21.8	23.0	23.2
	3H	23.5	24.7	23.9	24.9	25.2	22.5	23.7	22.8	23.9	24.2
	4H	23.9	24.9	24.2	25.2	25.5	22.8	23.9	23.2	24.2	24.5
	6H	24.1	25.0	24.4	25.3	25.6	23.0	24.0	23.4	24.3	24.6
	8H	24.1	25.0	24.4	25.3	25.7	23.0	24.0	23.4	24.3	24.6
12H	24.1	25.0	24.4	25.3	25.6	23.0	23.9	23.4	24.2	24.6	
4H	2H	22.8	23.9	23.1	24.2	24.4	22.2	23.2	22.5	23.5	23.8
	3H	24.2	25.1	24.6	25.4	25.8	23.4	24.3	23.7	24.6	24.9
	4H	24.7	25.5	25.1	25.8	26.2	23.8	24.6	24.2	24.9	25.3
	6H	24.9	25.6	25.3	26.0	26.4	24.0	24.7	24.4	25.1	25.5
	8H	25.0	25.6	25.4	26.0	26.4	24.1	24.7	24.5	25.1	25.5
12H	25.0	25.5	25.4	26.0	26.4	24.1	24.6	24.5	25.0	25.5	
8H	4H	24.8	25.4	25.2	25.8	26.2	24.0	24.6	24.4	25.0	25.4
	6H	25.1	25.6	25.6	26.1	26.5	24.3	24.8	24.7	25.2	25.7
	8H	25.2	25.6	25.7	26.1	26.6	24.3	24.8	24.8	25.2	25.7
	12H	25.2	25.6	25.7	26.1	26.6	24.4	24.7	24.9	25.2	25.7
12H	4H	24.8	25.4	25.2	25.8	26.2	24.0	24.5	24.4	24.9	25.4
	6H	25.1	25.6	25.6	26.0	26.5	24.3	24.7	24.8	25.2	25.6
	8H	25.2	25.6	25.7	26.0	26.5	24.4	24.7	24.9	25.2	25.7
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.2					
S = 1.5H	+0.4 / -0.6					+0.5 / -0.7					
S = 2.0H	+0.7 / -1.1					+0.7 / -1.3					
Tabla estándar	BK04					BK04					
Sumando de corrección	4.3					3.4					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2400lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS RC165V W30L120 1xLED34S/830 PSD / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 47 78 95 100 100

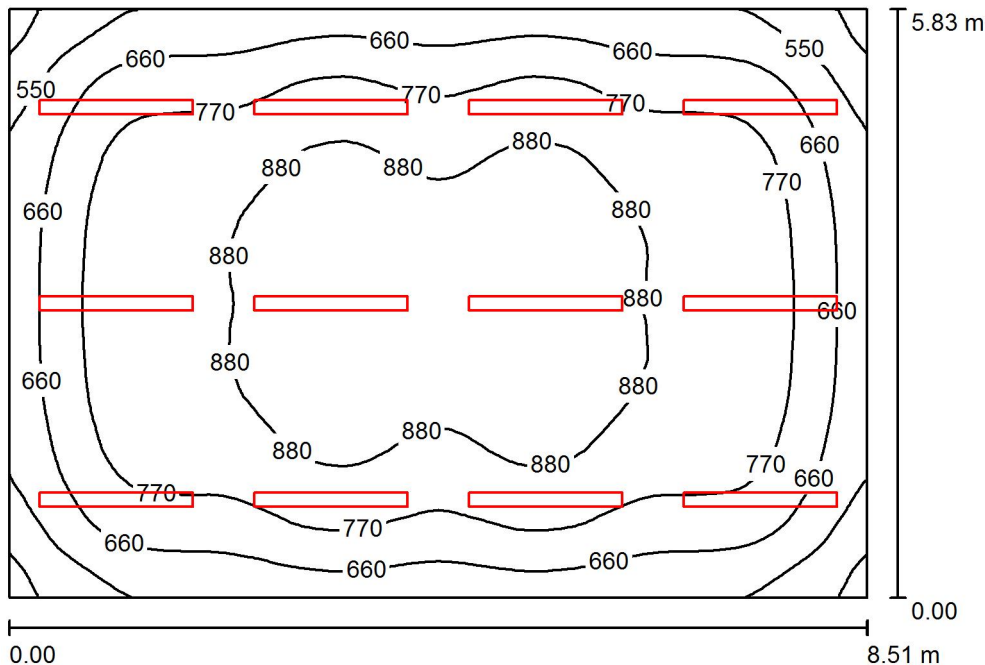
CoreView Panel: superficie de luz Las personas valoran los espacios interiores que son atractivos a la vista y, al mismo tiempo, originales. Esto es especialmente relevante para espacios en los que se desea garantizar una atmósfera relajante y a la vez repleta de energía, p. ej. en entornos de trabajo, comercios y centros de atención sanitaria. CoreView Panel es una luminaria con tecnología LED con un diseño sencillo y elegante y una superficie de luz homogénea: una propuesta realmente atractiva. La gama, adecuada para montaje empotrado (solo perfil visto) y suspendido, permite elegir entre tamaños, temperaturas de color y regulación DALI. Además, cuenta con todas las ventajas de la tecnología LED: por ejemplo, tiene una alta duración y eficiencia energética. En pocas palabras, CoreView Panel es una opción excelente para los que buscan una iluminación eficiente y agradable.

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
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	17.6	18.8	19.1	17.4	18.8	17.7	19.0	19.2
	3H	18.8	20.0	19.1	20.3	20.6	19.1	20.3	19.4	20.5	20.8
	4H	19.5	20.6	19.8	20.9	21.2	19.7	20.9	20.1	21.2	21.5
	6H	20.0	21.0	20.3	21.3	21.6	20.3	21.3	20.6	21.6	22.0
	8H	20.1	21.1	20.5	21.5	21.8	20.5	21.5	20.8	21.8	22.1
	12H	20.2	21.2	20.6	21.5	21.9	20.6	21.6	21.0	21.9	22.3
4H	2H	18.0	19.1	18.3	19.4	19.7	18.1	19.2	18.4	19.5	19.8
	3H	19.7	20.7	20.1	21.0	21.3	19.9	20.9	20.3	21.2	21.5
	4H	20.5	21.4	20.9	21.7	22.1	20.7	21.6	21.1	21.9	22.3
	6H	21.1	21.9	21.5	22.2	22.6	21.4	22.2	21.8	22.5	22.9
	8H	21.3	22.0	21.8	22.4	22.8	21.7	22.4	22.1	22.7	23.2
	12H	21.5	22.1	22.0	22.5	23.0	21.9	22.5	22.3	22.9	23.3
8H	4H	20.8	21.5	21.3	21.9	22.3	21.0	21.7	21.5	22.1	22.5
	6H	21.6	22.2	22.1	22.6	23.0	21.9	22.4	22.3	22.9	23.3
	8H	21.9	22.4	22.4	22.9	23.3	22.2	22.7	22.7	23.2	23.6
	12H	22.2	22.6	22.7	23.1	23.6	22.5	22.9	23.0	23.4	23.9
12H	4H	20.9	21.5	21.3	21.9	22.3	21.1	21.7	21.5	22.1	22.5
	6H	21.7	22.2	22.2	22.6	23.1	21.9	22.4	22.4	22.9	23.4
	8H	22.0	22.5	22.5	22.9	23.4	22.3	22.7	22.8	23.2	23.7
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1					
S = 1.5H	+0.2 / -0.3					+0.2 / -0.3					
S = 2.0H	+0.4 / -0.6					+0.4 / -0.6					
Tabla estándar	BK06					BK06					
Sumando de corrección	4.7					4.9					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3400lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Oficinas / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:75

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	771	404	950	0.524
Suelo	20	680	402	858	0.591
Techo	70	131	100	167	0.760
Paredes (4)	50	328	110	591	/

Plano útil:
 Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

UGR
 Pared izq 19
 Pared inferior 19
 (CIE, SHR = 0.25.)

Longi- Tran al eje de luminaria
 19 22
 19 22

Lista de piezas - Luminarias

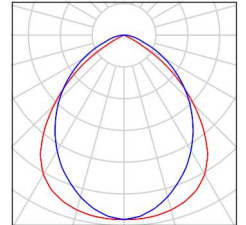
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	12	PHILIPS TCS165 2xTL5-49W HFP M1_452 (1.000)	4514	7400	108.0
			Total: 54168	Total: 88800	1296.0

Valor de eficiencia energética: $26.11 \text{ W/m}^2 = 3.39 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 49.64 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Oficinas / Lista de luminarias

12 Pieza PHILIPS TCS165 2xTL5-49W HFP M1_452
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 4514 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 7400 lm
Potencia de las luminarias: 108.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 60 91 99 100 61
Lámpara: 2 x TL5-49W/452 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Oficinas / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 54168 lm
Potencia total: 1296.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	649	122	771	/	/
Suelo	549	131	680	20	43
Techo	0.01	131	131	70	29
Pared 1	190	129	319	50	51
Pared 2	213	128	341	50	54
Pared 3	190	128	318	50	51
Pared 4	213	127	341	50	54

Simetrías en el plano útil

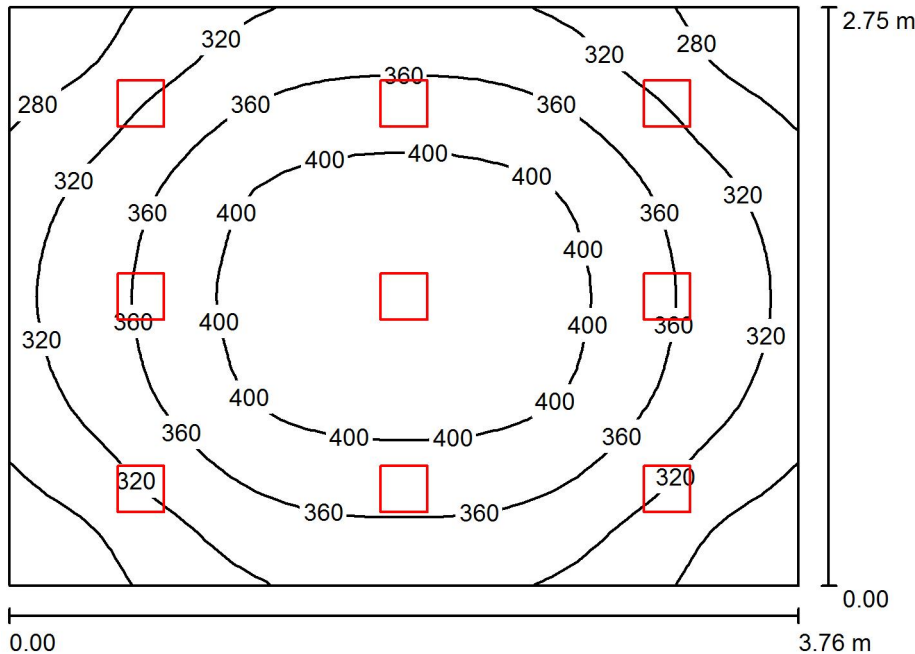
E_{\min} / E_m : 0.524 (1:2)	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
E_{\min} / E_{\max} : 0.425 (1:2)	Pared izq	19	22	
	Pared inferior	19	22	

(CIE, SHR = 0.25.)

Valor de eficiencia energética: 26.11 W/m² = 3.39 W/m²/100 lx (Base: 49.64 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Baño H. / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.894 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:36

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	351	246	430	0.701
Suelo	20	262	203	310	0.773
Techo	70	91	79	125	0.864
Paredes (4)	50	209	89	456	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

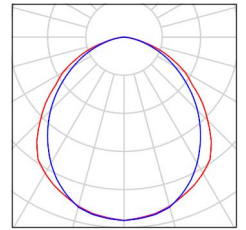
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	9	PHILIPS FBH026 2xPL-C/2P18W_827 (1.000)	888	2400	51.0
Total:			7992	21600	459.0

Valor de eficiencia energética: $44.46 \text{ W/m}^2 = 12.66 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 10.32 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Baño H. / Lista de luminarias

9 Pieza PHILIPS FBH026 2xPL-C/2P18W_827
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 888 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 2400 lm
Potencia de las luminarias: 51.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 52 84 98 100 37
Lámpara: 2 x PL-C/2P18W/827 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Baño H. / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 7992 lm
Potencia total: 459.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	256	96	351	/	/
Suelo	175	87	262	20	17
Techo	0.00	91	91	70	20
Pared 1	132	84	215	50	34
Pared 2	116	84	201	50	32
Pared 3	132	83	215	50	34
Pared 4	116	85	201	50	32

Simetrías en el plano útil

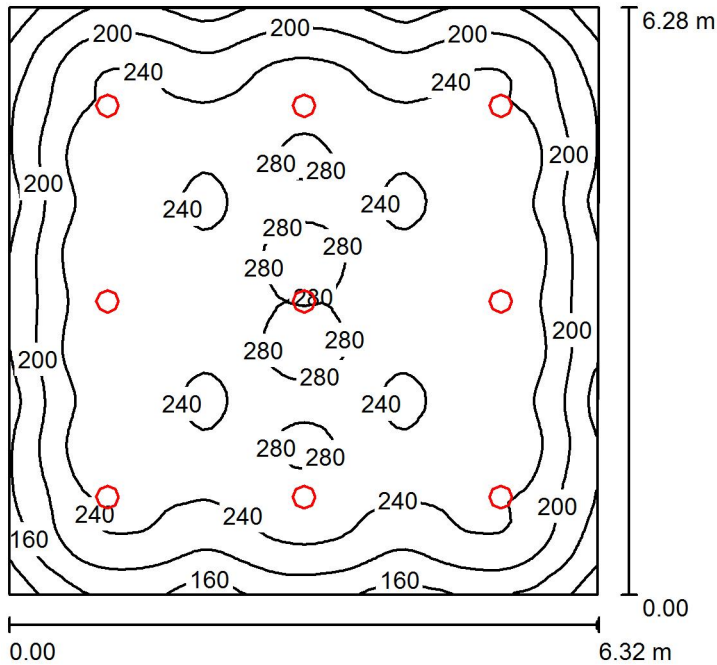
E_{\min} / E_{\max} : 0.701 (1:1)

E_{\min} / E_{\max} : 0.573 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $44.46 \text{ W/m}^2 = 12.66 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 10.32 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Recibidor / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.851 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:81

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	234	96	294	0.409
Suelo	20	208	112	270	0.537
Techo	70	36	25	41	0.710
Paredes (4)	50	72	27	128	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

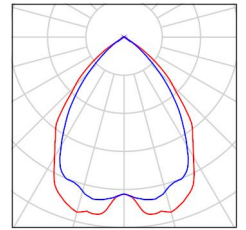
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	9	PHILIPS FBS120 2xPL-C/2P18W L_827 (1.000)	1344	2400	51.0
			Total: 12096	Total: 21600	459.0

Valor de eficiencia energética: $11.58 \text{ W/m}^2 = 4.95 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 39.65 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Recibidor / Lista de luminarias

9 Pieza PHILIPS FBS120 2xPL-C/2P18W L_827
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 1344 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 2400 lm
Potencia de las luminarias: 51.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 80 99 100 100 56
Lámpara: 2 x PL-C/2P18W/827 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Recibidor / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 12096 lm
Potencia total: 459.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	204	29	234	/	/
Suelo	176	33	208	20	13
Techo	0.00	36	36	70	8.00
Pared 1	40	33	74	50	12
Pared 2	36	35	71	50	11
Pared 3	40	33	74	50	12
Pared 4	36	34	69	50	11

Simetrías en el plano útil

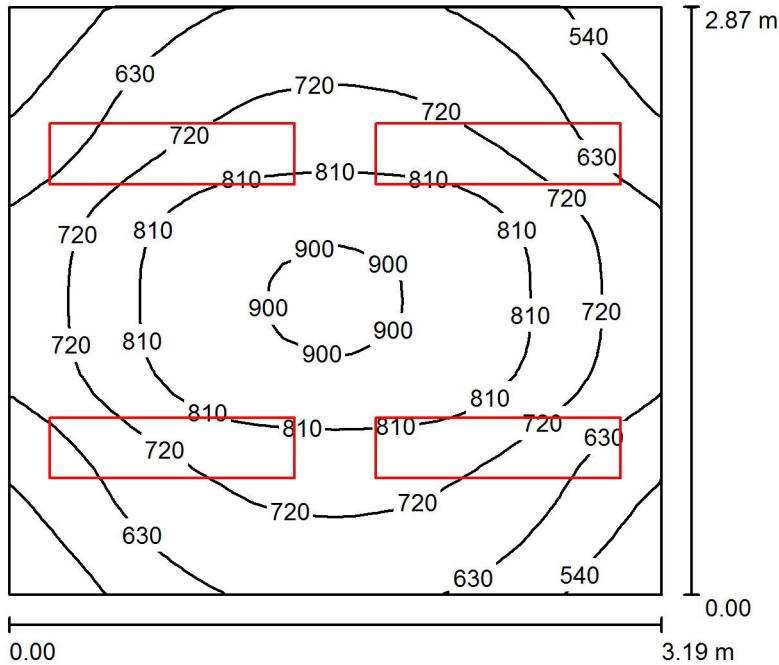
E_{\min} / E_{\max} : 0.409 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.325 (1:3)

Valor de eficiencia energética: $11.58 \text{ W/m}^2 = 4.95 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 39.65 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Oficina encargado 2 / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.875 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:37

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	715	470	908	0.657
Suelo	20	520	414	594	0.795
Techo	70	176	145	237	0.823
Paredes (4)	50	387	153	772	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

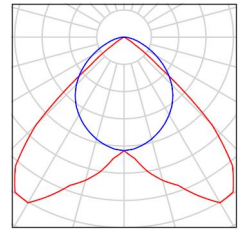
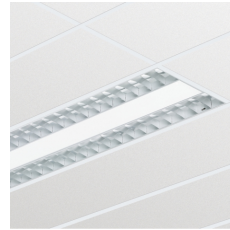
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS TBS165 G 2xTL5-28W HFS C3_827 (1.000)	3412	5250	61.0
			Total: 13650	Total: 21000	244.0

Valor de eficiencia energética: 26.61 W/m² = 3.72 W/m²/100 lx (Base: 9.17 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Oficina encargado 2 / Lista de luminarias

4 Pieza PHILIPS TBS165 G 2xTL5-28W HFS C3_827
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3412 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5250 lm
Potencia de las luminarias: 61.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 60 93 99 100 65
Lámpara: 2 x TL5-28W/827 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Oficina encargado 2 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 13650 lm
Potencia total: 244.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	534	181	715	/	/
Suelo	351	169	520	20	33
Techo	0.00	176	176	70	39
Pared 1	224	160	384	50	61
Pared 2	230	160	390	50	62
Pared 3	224	160	384	50	61
Pared 4	230	160	390	50	62

Simetrías en el plano útil

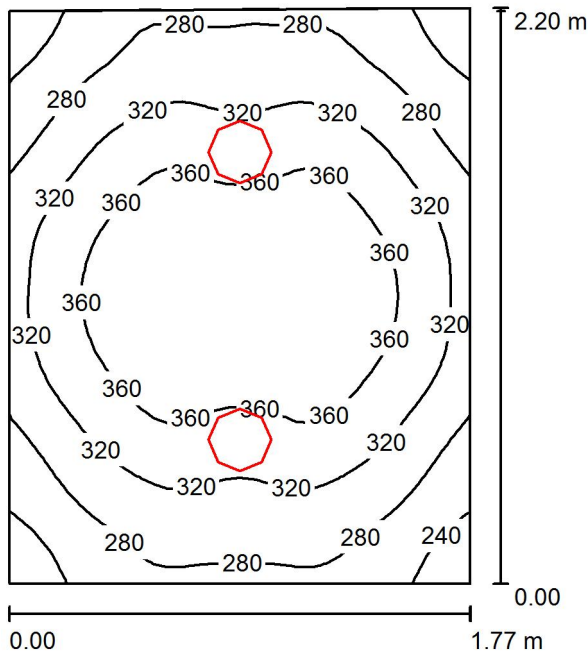
E_{\min} / E_{\max} : 0.657 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.518 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $26.61 \text{ W/m}^2 = 3.72 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 9.17 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Baño dirección / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.851 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:29

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	321	215	391	0.670
Suelo	20	211	175	235	0.830
Techo	70	50	37	57	0.744
Paredes (4)	50	127	37	325	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

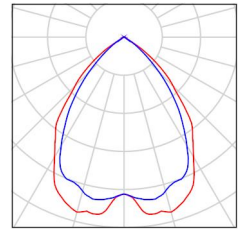
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS FBS120 2xPL-C/2P18W L_827 (1.000)	1344	2400	51.0
			Total: 2688	Total: 4800	102.0

Valor de eficiencia energética: $26.27 \text{ W/m}^2 = 8.19 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 3.88 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Baño dirección / Lista de luminarias

2 Pieza PHILIPS FBS120 2xPL-C/2P18W L_827
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 1344 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 2400 lm
Potencia de las luminarias: 51.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 80 99 100 100 56
Lámpara: 2 x PL-C/2P18W/827 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Baño dirección / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 2688 lm
Potencia total: 102.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	254	67	321	/	/
Suelo	150	61	211	20	13
Techo	0.00	50	50	70	11
Pared 1	71	56	128	50	20
Pared 2	69	57	126	50	20
Pared 3	72	57	129	50	21
Pared 4	69	57	126	50	20

Simetrías en el plano útil

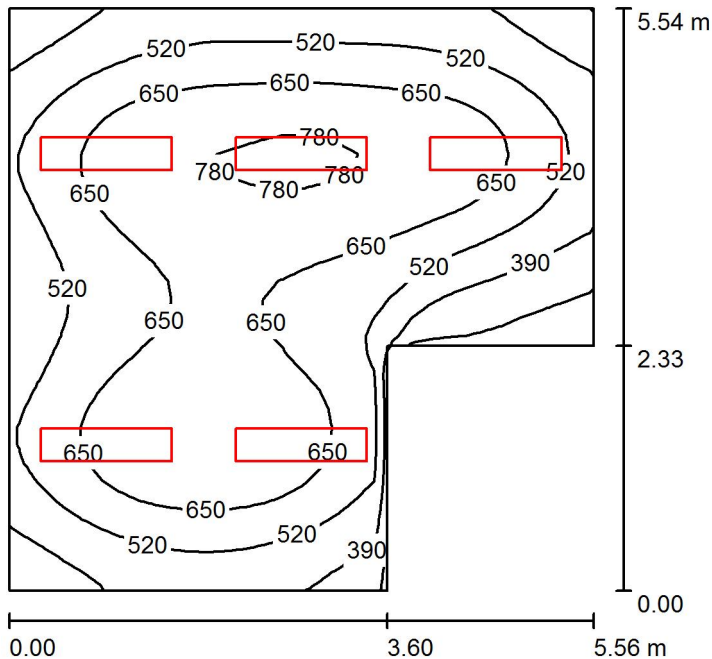
E_{\min} / E_{\max} : 0.670 (1:1)

E_{\min} / E_{\max} : 0.548 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $26.27 \text{ W/m}^2 = 8.19 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 3.88 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Dirección / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.875 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:72

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	579	184	807	0.319
Suelo	20	489	236	656	0.482
Techo	70	90	68	179	0.759
Paredes (6)	50	217	75	816	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

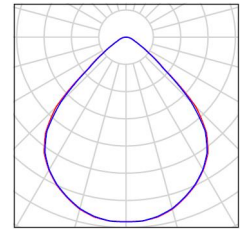
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	5	PHILIPS TBS761 2xTL5-50W HFP AC-MLO_830 (1.000)	4539	8900	110.0
			Total: 22695	Total: 44500	550.0

Valor de eficiencia energética: $21.00 \text{ W/m}^2 = 3.63 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 26.19 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Dirección / Lista de luminarias

5 Pieza PHILIPS TBS761 2xTL5-50W HFP AC-MLO_830
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 4539 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 8900 lm
Potencia de las luminarias: 110.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 95 99 100 51
Lámpara: 2 x TL5-50W/830 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Dirección / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 22695 lm
Potencia total: 550.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	491	87	579	/	/
Suelo	394	96	489	20	31
Techo	0.00	90	90	70	20
Pared 1	113	96	209	50	33
Pared 2	168	96	264	50	42
Pared 3	70	85	155	50	25
Pared 4	121	84	205	50	33
Pared 5	120	90	210	50	33
Pared 6	145	93	238	50	38

Simetrías en el plano útil

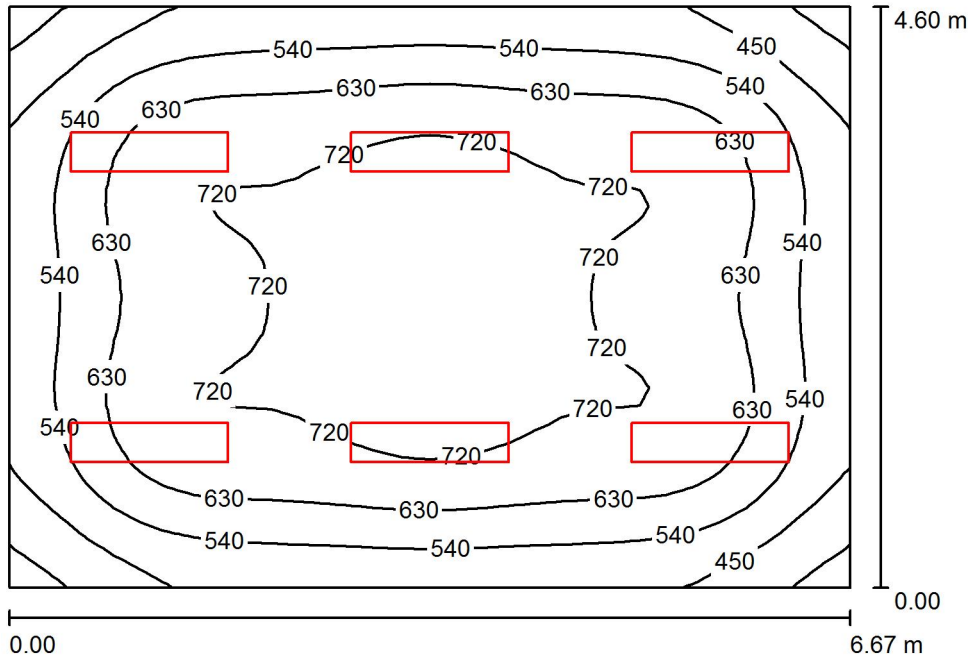
E_{\min} / E_{\max} : 0.319 (1:3)

E_{\min} / E_{\max} : 0.229 (1:4)

Valor de eficiencia energética: 21.00 W/m² = 3.63 W/m²/100 lx (Base: 26.19 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala de reuniones / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.875 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:60

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	615	319	760	0.518
Suelo	20	529	308	689	0.582
Techo	70	95	78	108	0.815
Paredes (4)	50	233	96	394	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	14	14	
Trama:	32 x 32 Puntos	Pared inferior	15	14	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de piezas - Luminarias

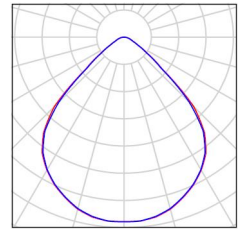
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS TBS761 2xTL5-50W HFP AC-MLO_830 (1.000)	4539	8900	110.0
			Total: 27234	Total: 53400	660.0

Valor de eficiencia energética: $21.51 \text{ W/m}^2 = 3.50 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 30.68 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala de reuniones / Lista de luminarias

6 Pieza PHILIPS TBS761 2xTL5-50W HFP AC-MLO_830
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 4539 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 8900 lm
Potencia de las luminarias: 110.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 95 99 100 51
Lámpara: 2 x TL5-50W/830 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala de reuniones / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 27234 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 ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	524	92	615	/	/
Suelo	430	100	529	20	34
Techo	0.00	95	95	70	21
Pared 1	135	97	232	50	37
Pared 2	137	96	233	50	37
Pared 3	135	97	232	50	37
Pared 4	137	97	234	50	37

Simetrías en el plano útil

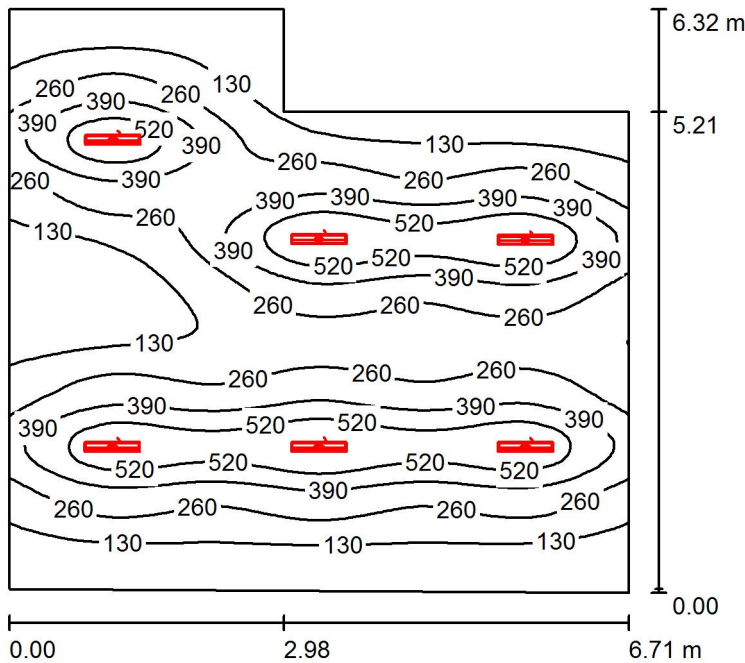
E_{\min} / E_{\max} : 0.518 (1:2)	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
E_{\min} / E_{\max} : 0.419 (1:2)	Pared izq	14	14	
	Pared inferior	15	14	

(CIE, SHR = 0.25.)

Valor de eficiencia energética: 21.51 W/m² = 3.50 W/m²/100 lx (Base: 30.68 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Vestuario Mujeres / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:82

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	278	39	644	0.140
Suelo	20	253	63	430	0.251
Techo	70	43	28	65	0.652
Paredes (6)	50	76	30	279	/

Plano útil:

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

Lista de piezas - Luminarias

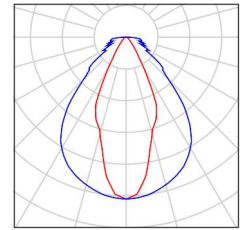
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS RC300B L600 1 xLED20S/830 P0 (1.000)	2300	2300	19.4
			Total: 13800	Total: 13800	116.4

Valor de eficiencia energética: $3.05 \text{ W/m}^2 = 1.10 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 38.16 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Vestuario Mujeres / Lista de luminarias

6 Pieza PHILIPS RC300B L600 1 xLED20S/830 P0
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 2300 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 2300 lm
Potencia de las luminarias: 19.4 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 79 93 98 100 100
Lámpara: 1 x LED20S/830/- (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Vestuario Mujeres / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 13800 lm
Potencia total: 116.4 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	244	34	278	/	/
Suelo	216	36	253	20	16
Techo	0.00	43	43	70	9.63
Pared 1	14	42	57	50	9.02
Pared 2	72	38	110	50	18
Pared 3	19	42	61	50	9.71
Pared 4	20	32	51	50	8.19
Pared 5	11	36	47	50	7.54
Pared 6	61	36	97	50	15

Simetrías en el plano útil

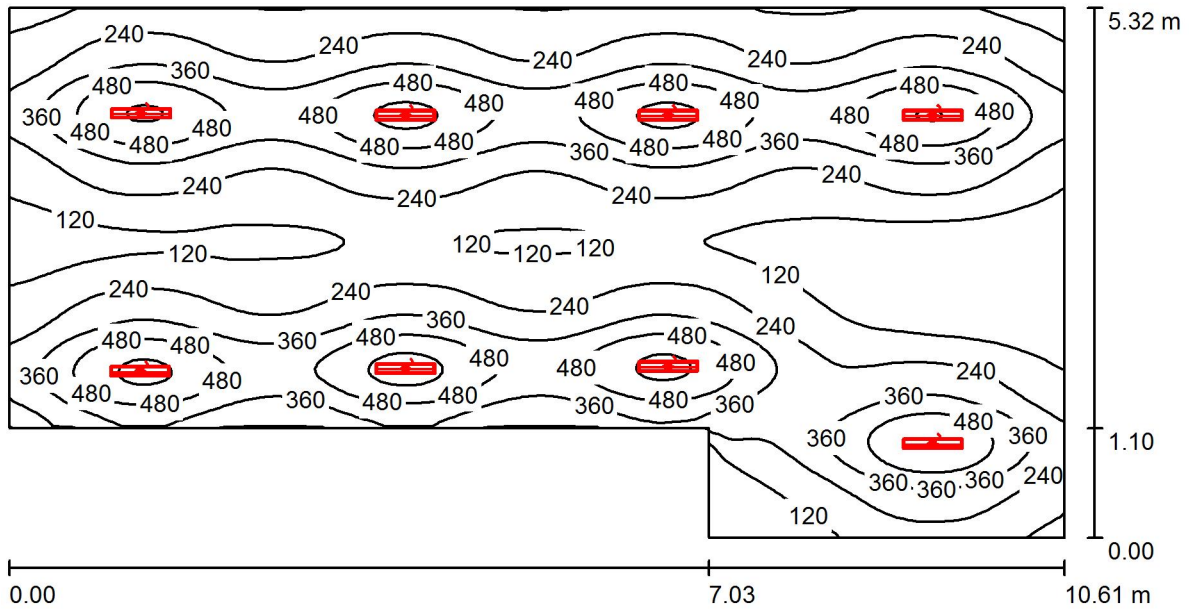
E_{\min} / E_{\max} : 0.140 (1:7)

E_{\min} / E_{\max} : 0.060 (1:17)

Valor de eficiencia energética: $3.05 \text{ W/m}^2 = 1.10 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 38.16 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Vestuario Hombres / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:76

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	288	48	640	0.166
Suelo	20	258	68	394	0.265
Techo	70	45	32	56	0.707
Paredes (6)	50	87	32	221	/

Plano útil:

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

Lista de piezas - Luminarias

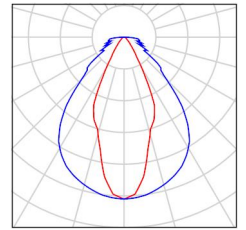
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	PHILIPS RC300B L600 1 xLED20S/830 P0 (1.000)	2300	2300	19.4
			Total: 18400	Total: 18400	155.2

Valor de eficiencia energética: 3.19 W/m² = 1.11 W/m²/100 lx (Base: 48.66 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Vestuario Hombres / Lista de luminarias

8 Pieza PHILIPS RC300B L600 1 xLED20S/830 P0
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 2300 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 2300 lm
Potencia de las luminarias: 19.4 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 79 93 98 100 100
Lámpara: 1 x LED20S/830/- (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Vestuario Hombres / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 18400 lm
Potencia total: 155.2 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	252	36	288	/	/
Suelo	219	39	258	20	16
Techo	0.00	45	45	70	9.96
Pared 1	25	38	62	50	9.91
Pared 2	58	36	94	50	15
Pared 3	29	44	74	50	12
Pared 4	68	43	110	50	18
Pared 5	61	45	106	50	17
Pared 6	26	33	59	50	9.37

Simetrías en el plano útil

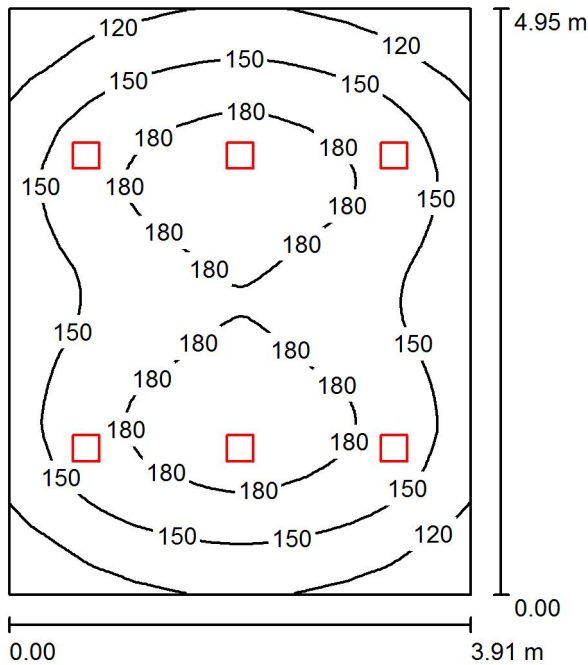
E_{\min} / E_{\max} : 0.166 (1:6)

E_{\min} / E_{\max} : 0.075 (1:13)

Valor de eficiencia energética: $3.19 \text{ W/m}^2 = 1.11 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 48.66 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona de descanso / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.894 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:64

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	156	91	199	0.585
Suelo	20	125	87	151	0.696
Techo	70	34	29	44	0.847
Paredes (4)	50	83	32	206	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

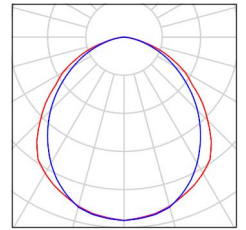
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS FBH026 2xPL-C/2P18W_827 (1.000)	888	2400	51.0
Total:			5328	14400	306.0

Valor de eficiencia energética: 15.82 W/m² = 10.12 W/m²/100 lx (Base: 19.34 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona de descanso / Lista de luminarias

6 Pieza PHILIPS FBH026 2xPL-C/2P18W_827
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 888 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 2400 lm
Potencia de las luminarias: 51.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 52 84 98 100 37
Lámpara: 2 x PL-C/2P18W/827 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona de descanso / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 5328 lm
Potencia total: 306.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	121	35	156	/	/
Suelo	89	35	125	20	7.94
Techo	0.00	34	34	70	7.68
Pared 1	44	33	77	50	12
Pared 2	56	32	88	50	14
Pared 3	44	33	77	50	12
Pared 4	56	33	89	50	14

Simetrías en el plano útil

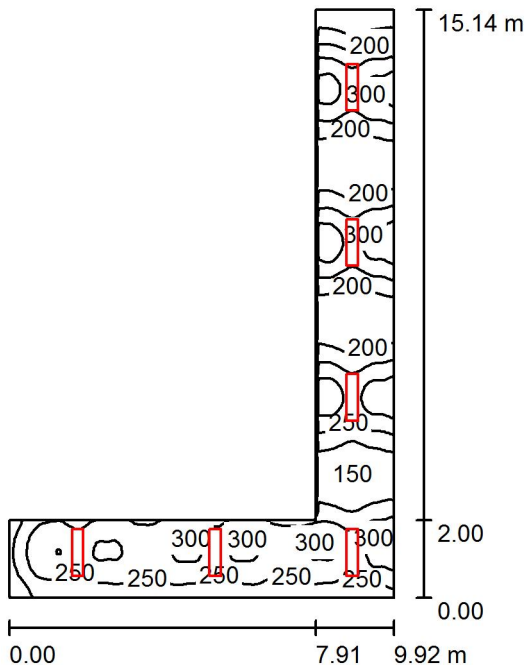
E_{\min} / E_{\max} : 0.585 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.460 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $15.82 \text{ W/m}^2 = 10.12 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 19.34 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.875 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:195

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	242	106	333	0.439
Suelo	20	185	109	269	0.592
Techo	70	52	36	102	0.685
Paredes (6)	50	126	42	556	/

Plano útil:

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

Lista de piezas - Luminarias

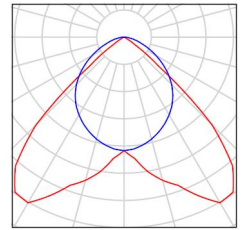
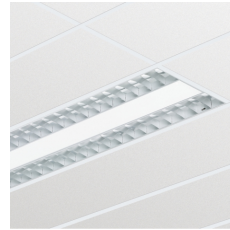
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS TBS165 G 2xTL5-28W HFS C3_827 (1.000)	3412	5250	61.0
			Total: 20475	Total: 31500	366.0

Valor de eficiencia energética: $7.92 \text{ W/m}^2 = 3.27 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 46.24 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo / Lista de luminarias

6 Pieza PHILIPS TBS165 G 2xTL5-28W HFS C3_827
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3412 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5250 lm
Potencia de las luminarias: 61.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 60 93 99 100 65
Lámpara: 2 x TL5-28W/827 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 20475 lm
Potencia total: 366.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	186	57	242	/	/
Suelo	129	55	185	20	12
Techo	0.00	52	52	70	12
Pared 1	74	58	132	50	21
Pared 2	75	50	125	50	20
Pared 3	42	46	88	50	14
Pared 4	77	49	127	50	20
Pared 5	82	53	136	50	22
Pared 6	43	50	93	50	15

Simetrías en el plano útil

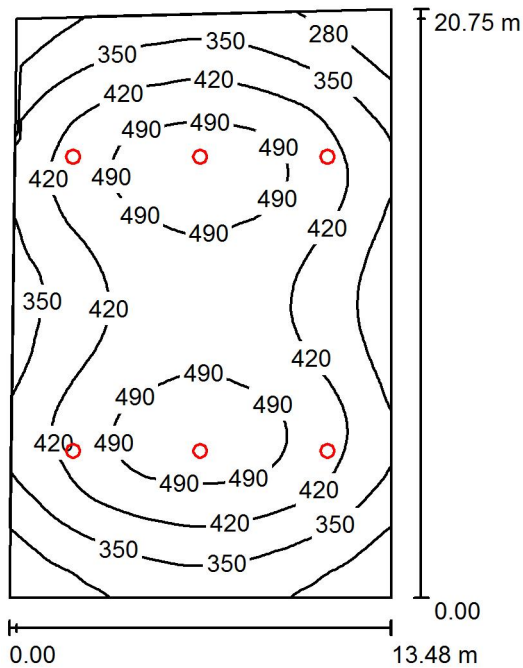
E_{\min} / E_{\max} : 0.439 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.319 (1:3)

Valor de eficiencia energética: $7.92 \text{ W/m}^2 = 3.27 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 46.24 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacén de salida / Resumen



Altura del local: 10.000 m, Altura de montaje: 9.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:267

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	408	216	525	0.530
Suelo	20	386	229	483	0.594
Techo	70	78	56	91	0.715
Paredes (4)	50	176	57	656	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

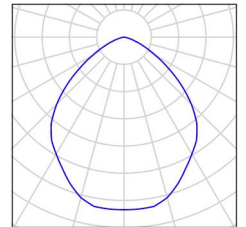
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS HPK238 1xSON400W +GPK238 R-WB +ZDK004 GC-WB_220 (1.000)	31680	48000	433.0
Total:			190080	288000	2598.0

Valor de eficiencia energética: $9.45 \text{ W/m}^2 = 2.32 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 274.86 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacén de salida / Lista de luminarias

6 Pieza PHILIPS HPK238 1xSON400W +GPK238 R-WB
+ZDK004 GC-WB_220
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 31680 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 48000 lm
Potencia de las luminarias: 433.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 61 92 99 100 66
Lámpara: 1 x SON400W/220 (Factor de
corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacén de salida / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 190080 lm
Potencia total: 2598.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	328	79	408	/	/
Suelo	305	81	386	20	25
Techo	0.00	78	78	70	17
Pared 1	79	76	155	50	25
Pared 2	110	75	185	50	29
Pared 3	84	78	162	50	26
Pared 4	115	76	190	50	30

Simetrías en el plano útil

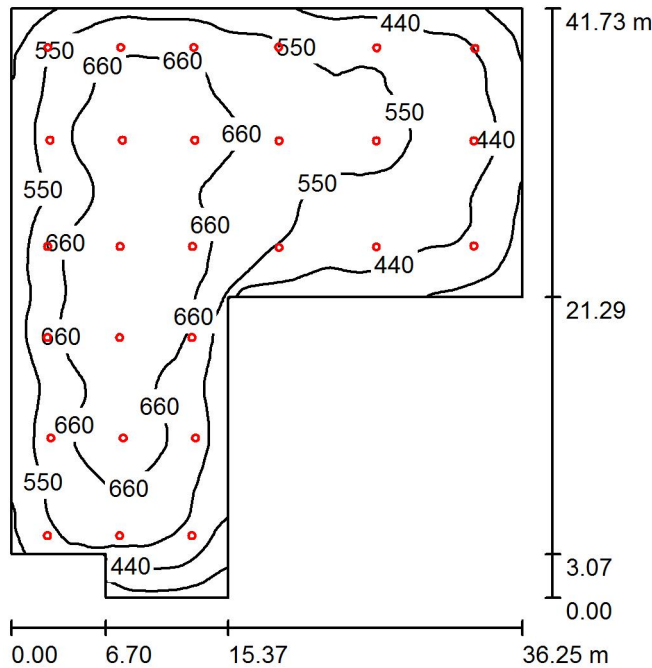
E_{\min} / E_m : 0.530 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.412 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $9.45 \text{ W/m}^2 = 2.32 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 274.86 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona de trabajo / Resumen



Altura del local: 10.000 m, Altura de montaje: 9.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:536

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	565	229	749	0.405
Suelo	20	549	248	719	0.452
Techo	70	109	73	133	0.667
Paredes (8)	50	234	74	1430	/

Plano útil:

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

Lista de piezas - Luminarias

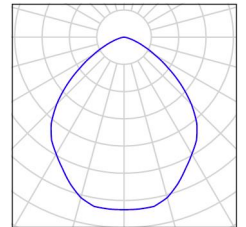
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	27	PHILIPS HPK238 1xSON400W +GPK238 R-WB +ZDK004 GC-WB_220 (1.000)	31680	48000	433.0
Total:			855360	1296000	11691.0

Valor de eficiencia energética: 11.16 W/m² = 1.98 W/m²/100 lx (Base: 1047.53 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona de trabajo / Lista de luminarias

27 Pieza PHILIPS HPK238 1xSON400W +GPK238 R-WB
+ZDK004 GC-WB_220
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 31680 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 48000 lm
Potencia de las luminarias: 433.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 61 92 99 100 66
Lámpara: 1 x SON400W/220 (Factor de
corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona de trabajo / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 855360 lm
Potencia total: 11691.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	469	96	565	/	/
Suelo	450	99	549	20	35
Techo	0.00	109	109	70	24
Pared 1	94	94	187	50	30
Pared 2	148	103	252	50	40
Pared 3	107	90	197	50	31
Pared 4	103	89	192	50	31
Pared 5	147	96	243	50	39
Pared 6	153	107	260	50	41
Pared 7	204	113	317	50	51
Pared 8	77	93	170	50	27

Simetrías en el plano útil

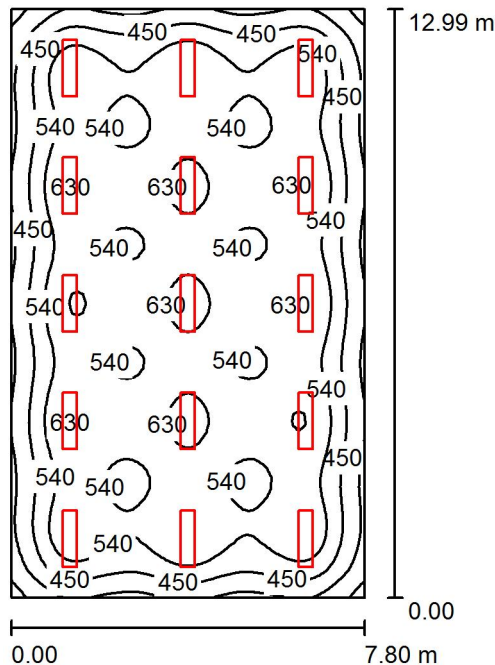
E_{\min} / E_{\max} : 0.405 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.306 (1:3)

Valor de eficiencia energética: $11.16 \text{ W/m}^2 = 1.98 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 1047.53 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Mantenimiento / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.875 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:167

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	531	233	661	0.440
Suelo	20	488	253	594	0.520
Techo	70	88	64	101	0.720
Paredes (4)	50	191	84	299	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 15
Pared inferior 15
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi- Tran al eje de luminaria

15 15
15 15

Lista de piezas - Luminarias

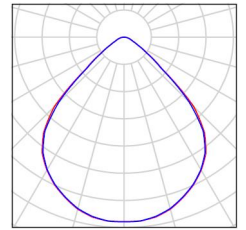
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	15	PHILIPS TBS761 2xTL5-50W HFP AC-MLO_830 (1.000)	4539	8900	110.0
			Total: 68085	Total: 133500	1650.0

Valor de eficiencia energética: 16.27 W/m² = 3.07 W/m²/100 lx (Base: 101.39 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Mantenimiento / Lista de luminarias

15 Pieza PHILIPS TBS761 2xTL5-50W HFP AC-MLO_830
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 4539 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 8900 lm
Potencia de las luminarias: 110.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 95 99 100 51
Lámpara: 2 x TL5-50W/830 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Mantenimiento / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 68085 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 ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	460	71	531	/	/
Suelo	410	77	488	20	31
Techo	0.00	88	88	70	20
Pared 1	109	82	191	50	30
Pared 2	110	81	191	50	30
Pared 3	109	82	191	50	30
Pared 4	110	81	191	50	30

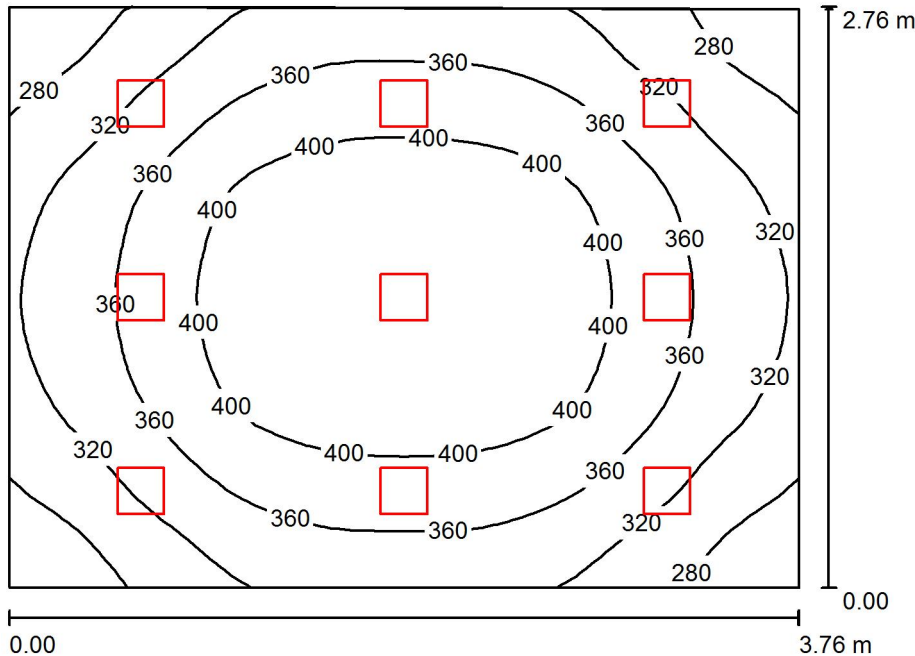
Simetrías en el plano útil
 E_{\min} / E_m : 0.440 (1:2)
 E_{\min} / E_{\max} : 0.353 (1:3)

UGR Longi- Tran al eje de luminaria
Pared izq 15 15
Pared inferior 15 15
(CIE, SHR = 0.25.)

Valor de eficiencia energética: 16.27 W/m² = 3.07 W/m²/100 lx (Base: 101.39 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Baño M. / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.851 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:36

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	358	247	440	0.688
Suelo	20	268	207	316	0.773
Techo	70	97	85	126	0.876
Paredes (4)	50	211	88	464	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

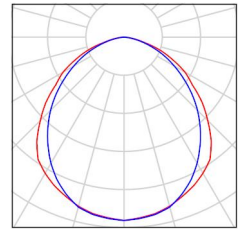
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	9	PHILIPS FBH026 2xPL-C/2P18W_827 (1.000)	888	2400	51.0
Total:			7992	21600	459.0

Valor de eficiencia energética: $44.36 \text{ W/m}^2 = 12.38 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 10.35 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Baño M. / Lista de luminarias

9 Pieza PHILIPS FBH026 2xPL-C/2P18W_827
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 888 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 2400 lm
Potencia de las luminarias: 51.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 52 84 98 100 37
Lámpara: 2 x PL-C/2P18W/827 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Baño M. / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 7992 lm
Potencia total: 459.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	260	98	358	/	/
Suelo	178	90	268	20	17
Techo	0.00	97	97	70	22
Pared 1	130	86	216	50	34
Pared 2	115	88	203	50	32
Pared 3	131	88	219	50	35
Pared 4	115	87	202	50	32

Simetrías en el plano útil

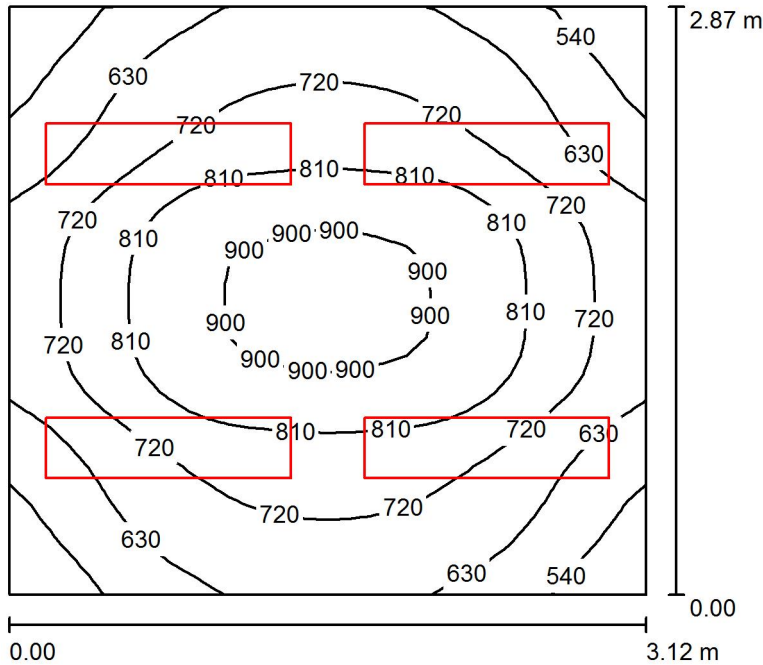
E_{\min} / E_m : 0.688 (1:1)

E_{\min} / E_{\max} : 0.560 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $44.36 \text{ W/m}^2 = 12.38 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 10.35 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Oficina encargado 1 / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.851 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:37

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	720	471	919	0.654
Suelo	20	523	415	596	0.794
Techo	70	139	100	208	0.717
Paredes (4)	50	385	138	828	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

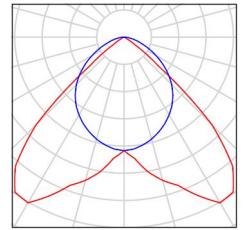
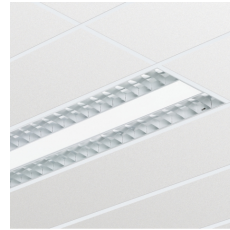
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS TBS165 G 2xTL5-28W HFS C3_827 (1.000)	3412	5250	61.0
			Total: 13650	Total: 21000	244.0

Valor de eficiencia energética: 27.26 W/m² = 3.79 W/m²/100 lx (Base: 8.95 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Oficina encargado 1 / Lista de luminarias

4 Pieza PHILIPS TBS165 G 2xTL5-28W HFS C3_827
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3412 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5250 lm
Potencia de las luminarias: 61.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 60 93 99 100 65
Lámpara: 2 x TL5-28W/827 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Oficina encargado 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 13650 lm
Potencia total: 244.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	547	173	720	/	/
Suelo	359	164	523	20	33
Techo	0.02	139	139	70	31
Pared 1	226	154	380	50	61
Pared 2	234	156	390	50	62
Pared 3	226	154	380	50	61
Pared 4	234	154	388	50	62

Simetrías en el plano útil

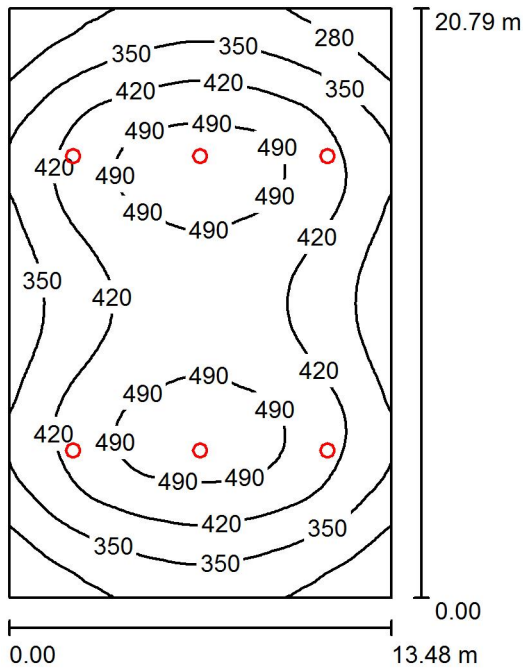
E_{\min} / E_m : 0.654 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.512 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $27.26 \text{ W/m}^2 = 3.79 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 8.95 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacén de entrada / Resumen



Altura del local: 10.000 m, Altura de montaje: 9.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:267

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	403	214	522	0.532
Suelo	20	382	223	480	0.582
Techo	70	76	54	88	0.713
Paredes (4)	50	172	54	554	/

Plano útil:
 Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

UGR
 Pared izq 26
 Pared inferior 27
 (CIE, SHR = 0.25.)

Longi- Tran al eje de luminaria
 26 26
 27 27

Lista de piezas - Luminarias

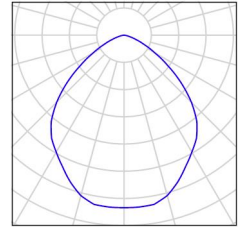
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS HPK238 1xSON400W +GPK238 R-WB +ZDK004 GC-WB_220 (1.000)	31680	48000	433.0
Total:			190080	288000	2598.0

Valor de eficiencia energética: $9.27 \text{ W/m}^2 = 2.30 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 280.26 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacén de entrada / Lista de luminarias

6 Pieza PHILIPS HPK238 1xSON400W +GPK238 R-WB
+ZDK004 GC-WB_220
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 31680 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 48000 lm
Potencia de las luminarias: 433.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 61 92 99 100 66
Lámpara: 1 x SON400W/220 (Factor de
corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacén de entrada / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 190080 lm
Potencia total: 2598.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	326	77	403	/	/
Suelo	303	80	382	20	24
Techo	0.00	76	76	70	17
Pared 1	79	74	154	50	24
Pared 2	112	73	184	50	29
Pared 3	79	74	154	50	24
Pared 4	112	73	184	50	29

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_m : 0.532 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.411 (1:2)

UGR

Pared izq

Pared inferior

(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

26

27

Tran

26

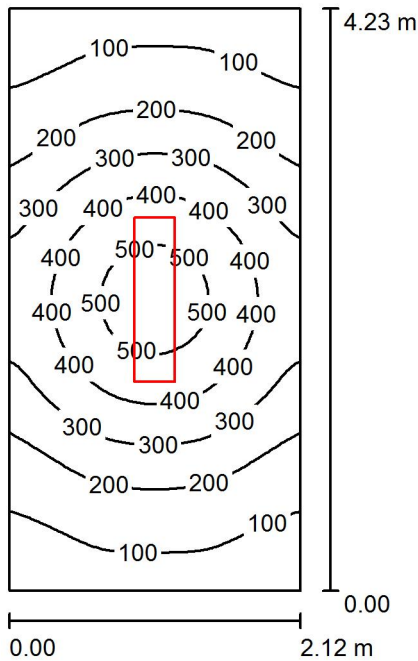
27

al eje de luminaria

Valor de eficiencia energética: $9.27 \text{ W/m}^2 = 2.30 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 280.26 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Transformador / Resumen



Altura del local: 2.400 m, Altura de montaje: 2.451 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:55

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	258	55	546	0.212
Suelo	20	188	95	270	0.507
Techo	70	41	27	53	0.654
Paredes (4)	50	92	31	275	/

Plano útil:
 Altura: 0.850 m
 Trama: 32 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

UGR
 Pared izq 15
 Pared inferior 16
 (CIE, SHR = 0.25.)

Longi- Tran al eje de luminaria
 15 15
 16 15

Lista de piezas - Luminarias

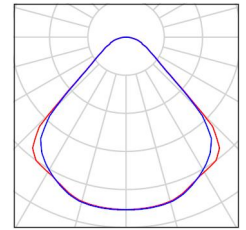
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS RC400B POE W30L120 1 xLED36S/840 (1.000)	3600	3600	29.5
Total:			3600	Total: 3600	29.5

Valor de eficiencia energética: $3.29 \text{ W/m}^2 = 1.27 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 8.96 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Transformador / Lista de luminarias

1 Pieza PHILIPS RC400B POE W30L120 1
xLED36S/840
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3600 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 3600 lm
Potencia de las luminarias: 29.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 64 90 97 100 100
Lámpara: 1 x LED36S/840/- (Factor de
corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Transformador / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 3600 lm
Potencia total: 29.5 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	219	40	258	/	/
Suelo	143	46	188	20	12
Techo	0.00	41	41	70	9.18
Pared 1	30	38	68	50	11
Pared 2	64	40	104	50	17
Pared 3	30	38	68	50	11
Pared 4	64	40	104	50	17

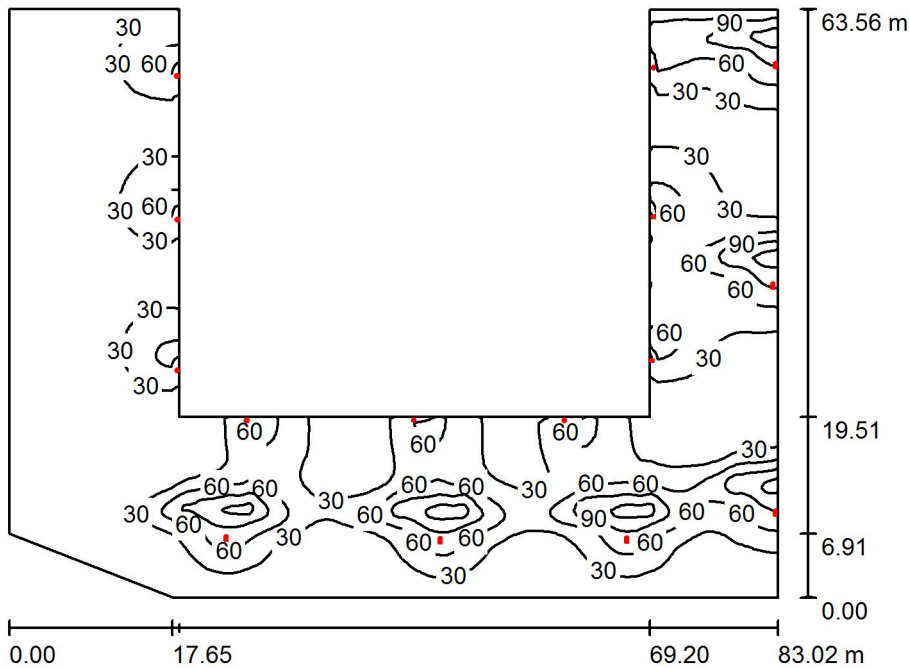
Simetrías en el plano útil
E_{min} / E_m: 0.212 (1:5)
E_{min} / E_{max}: 0.100 (1:10)

UGR Longi- Tran al eje de luminaria
Pared izq 15 15
Pared inferior 16 15
(CIE, SHR = 0.25.)

Valor de eficiencia energética: 3.29 W/m² = 1.27 W/m²/100 lx (Base: 8.96 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Iluminación exterior / Resumen



Altura del local: 15.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:817

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	32	2.96	137	0.091
Suelo	20	32	3.19	108	0.100
Techo	70	6.68	3.01	11	0.450
Paredes (9)	50	17	2.85	19880	/

Plano útil:

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

Lista de piezas - Luminarias

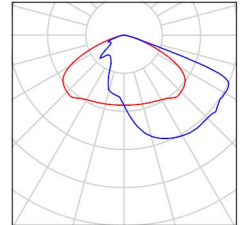
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	9	PHILIPS BRS439 FG T15 ECO113-2S/740 A (1.000)	9516	11329	105.7
2	6	PHILIPS SGP611 CUR 1xCPO-TW140W EB R100 P1_728 (1.000)	12210	16500	153.0
			Total: 158907	Total: 200961	1869.3

Valor de eficiencia energética: $0.63 \text{ W/m}^2 = 1.93 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 2973.56 m^2)

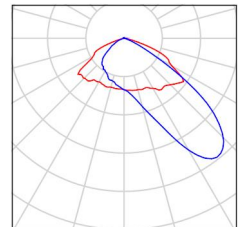
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Iluminación exterior / Lista de luminarias

9 Pieza PHILIPS BRS439 FG T15 ECO113-2S/740 A
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 9516 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 11329 lm
Potencia de las luminarias: 105.7 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 37 74 98 100 84
Lámpara: 1 x ECO113-2S/740 (Factor de corrección 1.000).



6 Pieza PHILIPS SGP611 CUR 1xCPO-TW140W EB
R100 P1_728
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 12210 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 16500 lm
Potencia de las luminarias: 153.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 99
Código CIE Flux: 39 85 99 99 74
Lámpara: 1 x CPO-TW140W/728 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Iluminación exterior / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 158907 lm
Potencia total: 1869.3 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	26	6.89	32	/	/
Suelo	25	6.86	32	20	2.03
Techo	0.07	6.61	6.68	70	1.49
Pared 1	0.26	4.33	4.59	50	0.73
Pared 2	1.10	7.69	8.79	50	1.40
Pared 3	17	9.37	26	50	4.12
Pared 4	9.60	13	22	50	3.58
Pared 5	17	9.77	27	50	4.29
Pared 6	15	5.89	21	50	3.31
Pared 7	17	3.96	21	50	3.30
Pared 8	3.92	4.72	8.64	50	1.37
Pared 9	0.25	4.93	5.18	50	0.82

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_m : 0.091 (1:11)

E_{\min} / E_{\max} : 0.022 (1:46)

Valor de eficiencia energética: $0.63 \text{ W/m}^2 = 1.93 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 2973.56 m²)



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

Título del proyecto :

**“INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA
TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN”**

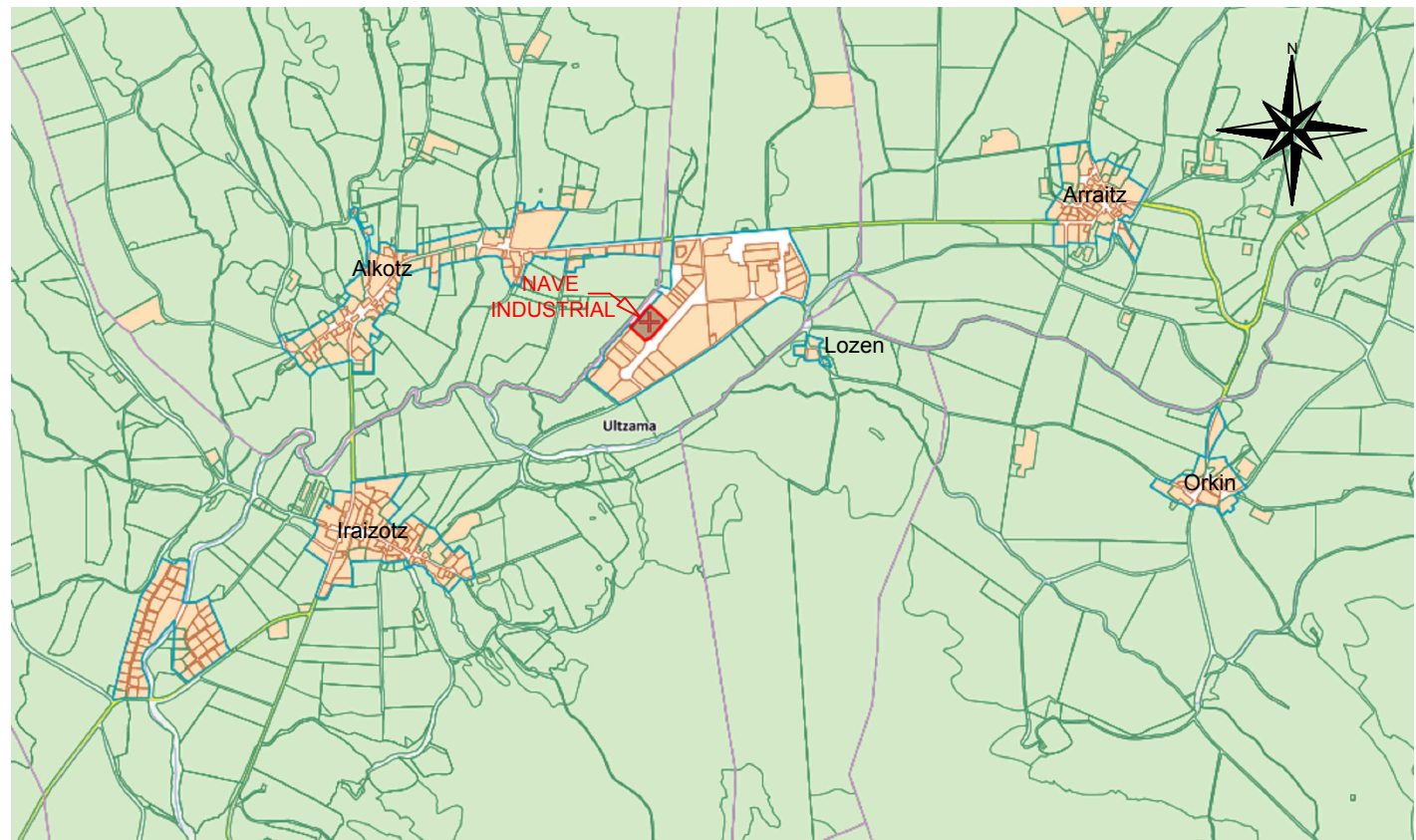
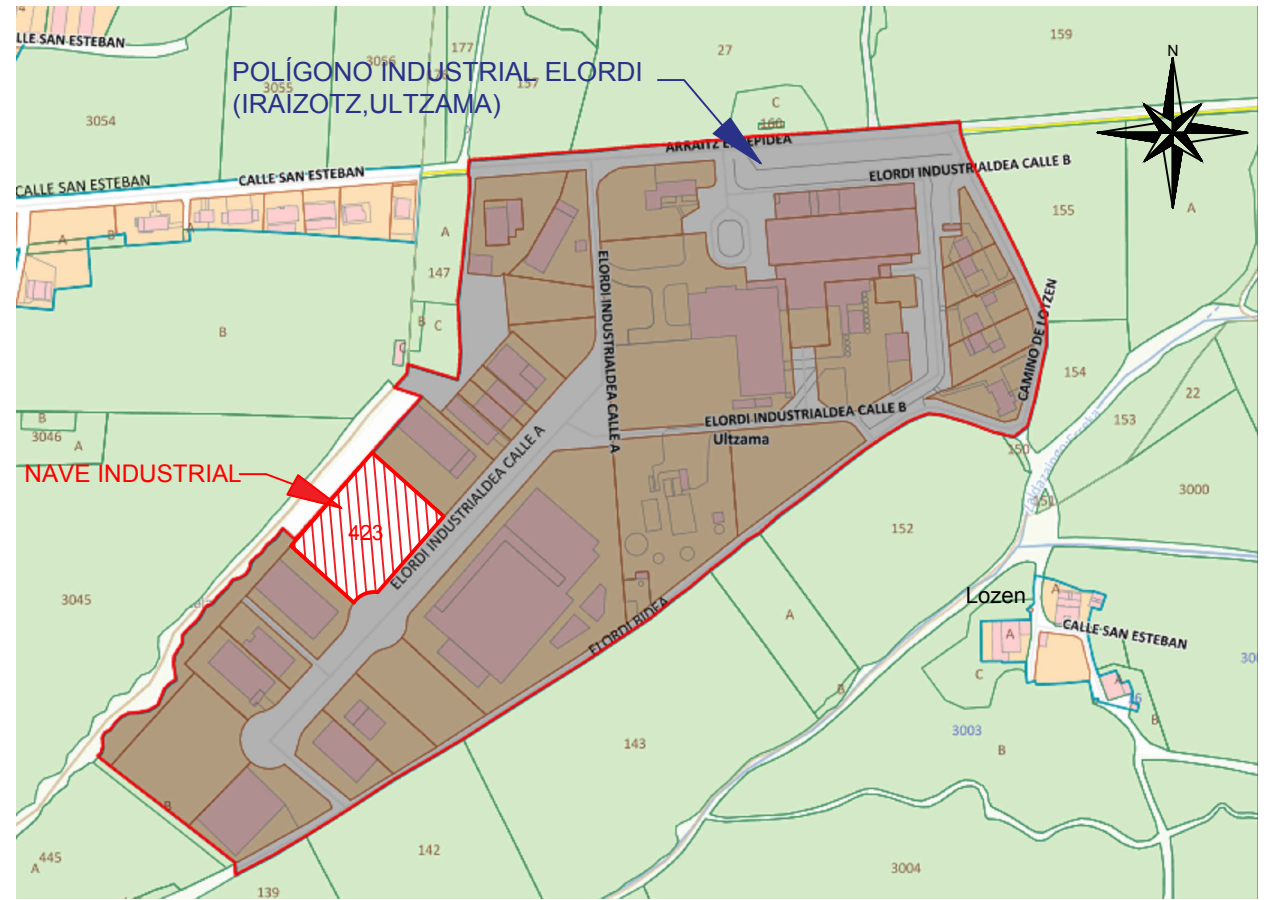
Documento 3: PLANOS


Autor: Ancizu Oscoz, Iban

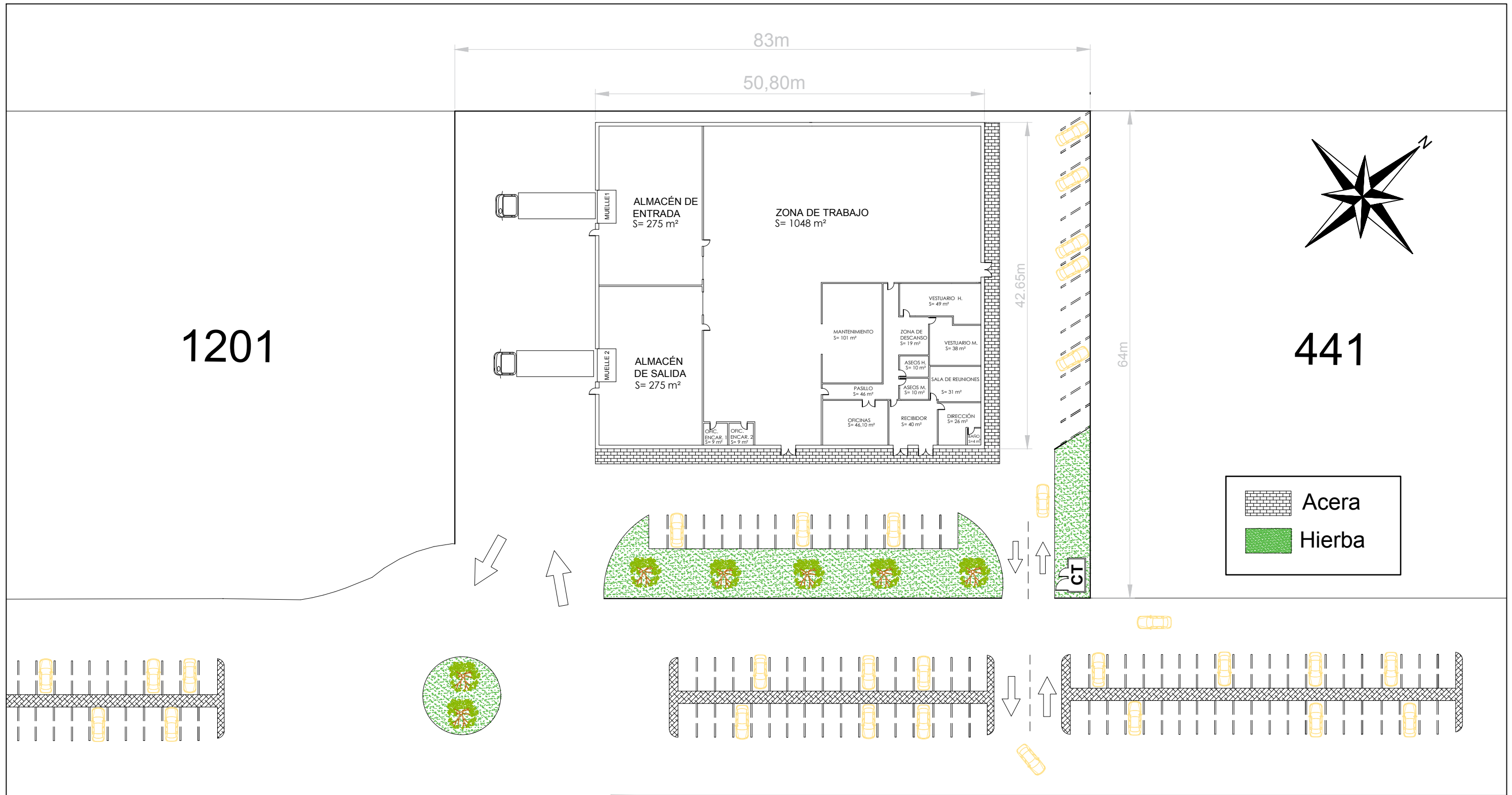
Tutor: Crespo Ganuza, José Javier

ÍNDICE

Nº de plano	Descripción del plano
1	Ubicación
2	Superficie de la nave
3	Planta y mobiliario
4	Iluminación interior
5	Iluminación exterior
6	Alumbrado de emergencia
7	Distribución de bandejas portacables
8	Puesta a tierra de la instalación
9	Tierra del Centro de Transformación
10	Iluminación del centro de transformación
11	Esquema general de los cuadros eléctricos
12	Esquema unifilar del Centro de Transformación
13	Esquema del Cuadro General de Distribución
14	Esquema del Cuadro Auxiliar del Centro de Transformación
15	Esquema del Cuadro Secundario I
16	Esquema del Cuadro Secundario II
17	Esquema del Cuadro Secundario III
18	Esquema del Cuadro Auxiliar de alumbrado interior
19	Esquema de fuerza del alumbrado interior
20	Esquema de mando del alumbrado interior
21	Esquema Cuadro Auxiliar de oficinas
22	Esquema de fuerza alumbrado manteni. y oficina
23	Esquema de mando alumbrado manteni y oficina
24	Cuadro Auxiliar de alumbrado exterior
25	Esquema de fuerza alumbrado exterior
26	Esquema de mando alumbrado exterior
27	Esquema unifilar alumbrado oficinas
28	Esquema unifilar TC oficinas
29	Esquema unifilar TC y alumbrado de emergencia



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	REALIZADO: ANCIZU OSCOZ, IBAN		
PLANO: UBICACIÓN	FIRMA:	FECHA: 4/06/18	ESCALA: S/E	Nº PLANO: 1



1201

441

1212

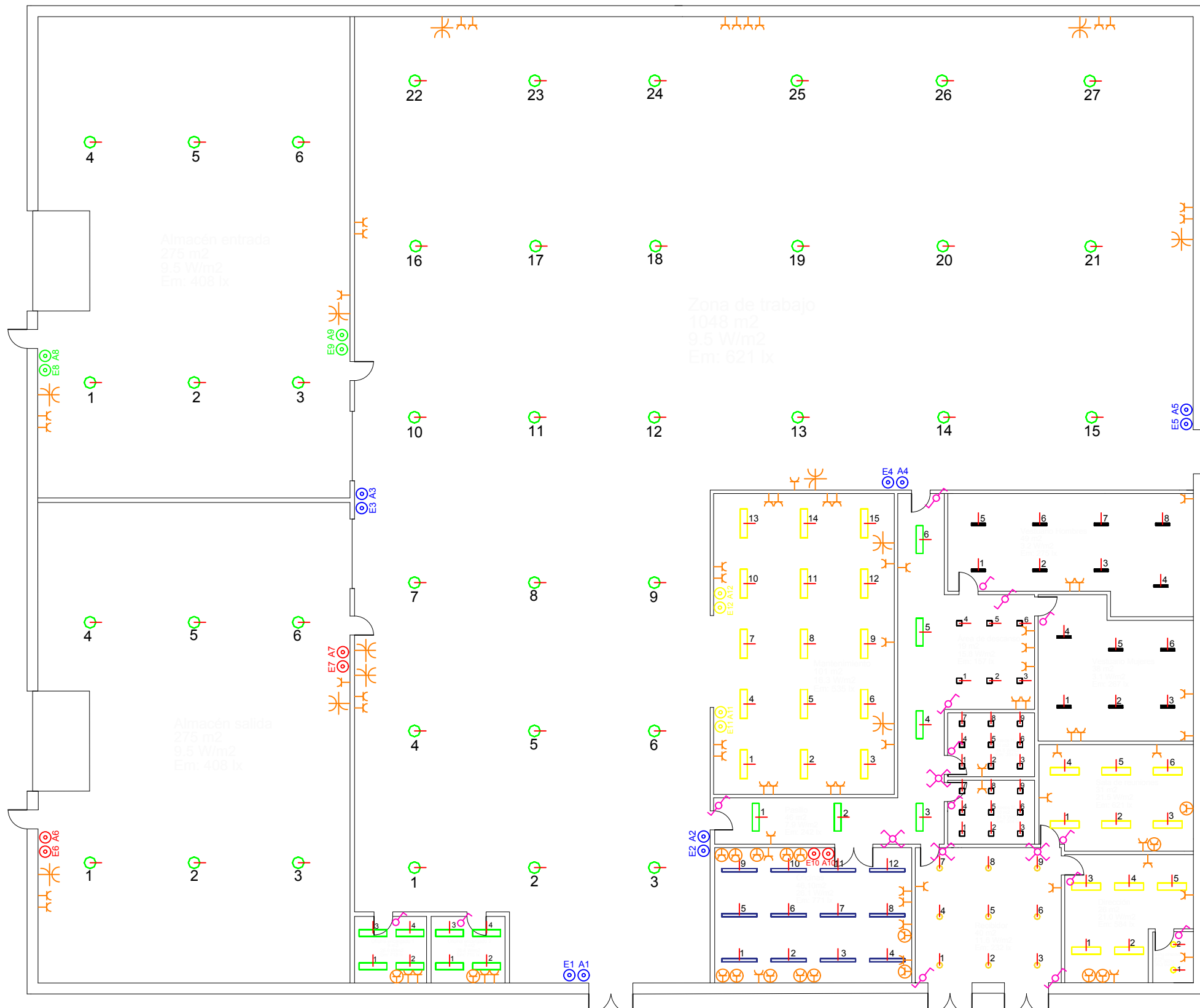
420

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	
PLANO: SUPERFICIE DE LA NAVE		REALIZADO: ANCIZU OSCOZ, IBAN FIRMA:
	FECHA: 4/06/18	ESCALA: 1/500
	N° PLANO: 2	



MAQUINARIA		
	Máquina	Potencia (kW)
1	Plegadora	5,145
2	Cizalla	3
3	Rectificadora	15
4	Torno	8,1
5	Prensa 1	7,5
6	Lijadora	8,5
7	Perforadora	2,2
8	Prensa 2	5,145
9	Máquina de soldadura	4
10	Pulidora	12,5
11	Motor puerta muelle2	2,94
12	Motor puerta muelle1	2,94
13	Motor puerta almacén salida	2,94
14	Motor puerta almacén entrada	2,94

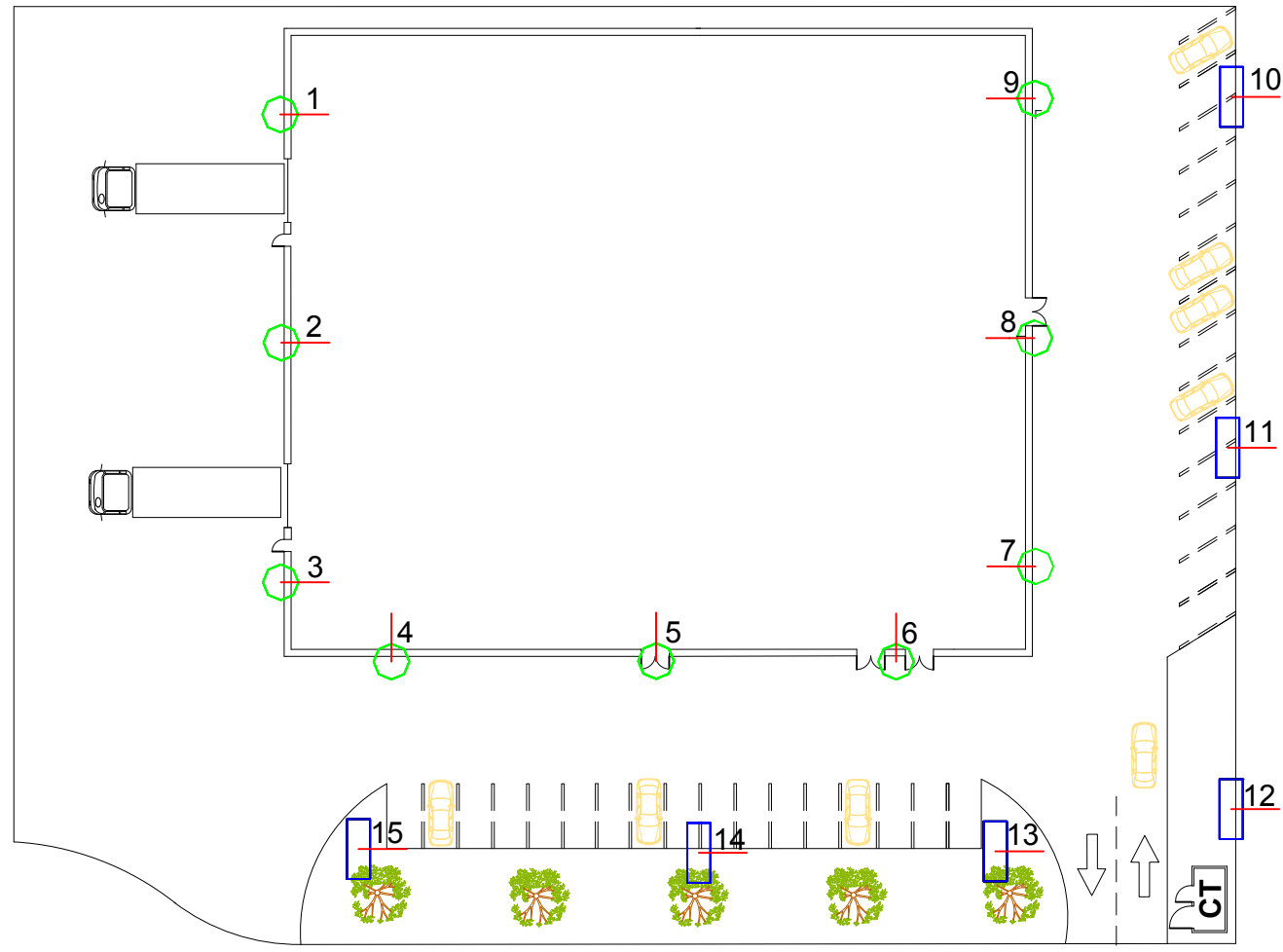
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
	INGENIERO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO	REALIZADO: ANCIZU OSCOZ, IBAN	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		FIRMA:	
PLANO: PLANTA Y MOBILIARIO	FECHA: 4/06/18	ESCALA: 1/200	Nº PLANO: 3



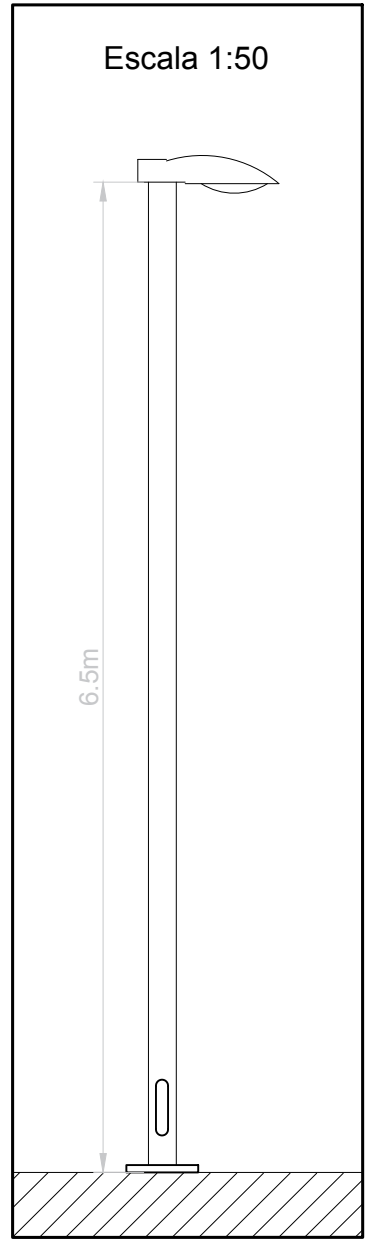
LEYENDA			
	nº	Pot	Modelo
	24	51W	PHILIPS FBH026 2xPL-C/2P18W_827
	12	108W	PHILIPS TCS165 2xTL5-49W HFP M1_452
	11	51W	PHILIPS FBS120 2xPL-C/2P18W_L_827
	14	61W	PHILIPS TBS165 G 2xTL5-28W HFS C3_827
	26	110W	PHILIPS TBS761 2xTL5-50W HFP AC-MLO_830
	14	19,4W	PHILIPS RC300B L600 1 xLED20S/830 P0
	39	433W	PHILIPS HPK238 1xSON400W +GPK238 R-WB +ZDK004 GC-WB
	12	ENCHUFE TRIFÁSICO 32A/400V (3F+N+T)	
	72	ENCHUFE MONOFÁSICO 16A/230V (F+N+T)	
	18	ENCHUFE MONOFÁSICO INFORMÁTICO (F+N+T)	
	10	INTERRUPTOR	
	8	CONMUTADOR	
	4	INTERRUPTOR DE CRUCE	
	9	PULSADOR DE ENCENDIDO	
	9	PULSADOR DE APAGADO	

NOTA:
 La zona de trabajo y los almacenes tienen una altura de 10m y las luminarias en esa zona están colocadas con una suspensión de 1m.
 Las demás zonas tienen una altura de 2.8m y las luminarias están colocadas adosadas al techo.
 Tanto los pulsadores, interruptores como los conmutadores están colocados a una altura de 1.5m sobre el suelo. Los enchufes trifásicos y monofásicos están colocados a una altura de 0.3m, salvo en la zona de trabajo y almacenes que están a 1.5m sobre el suelo.

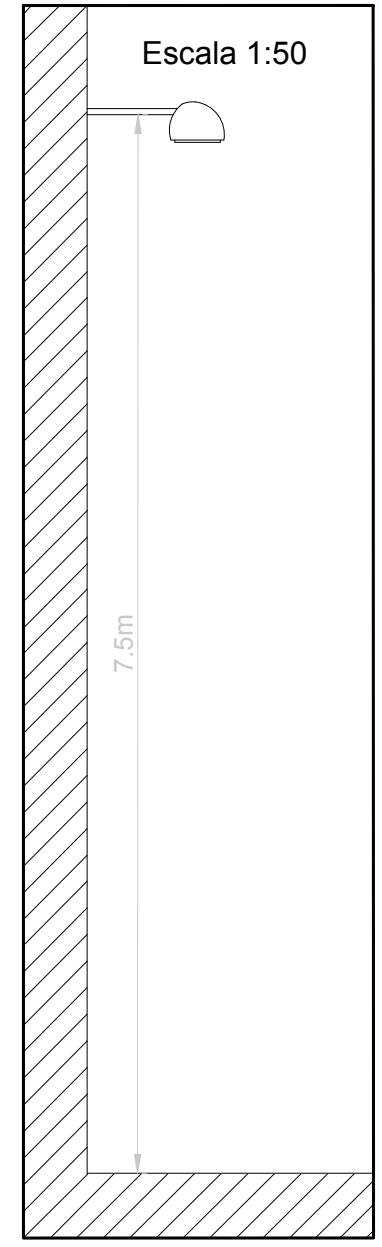
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	REALIZADO: ANCIZU OSCOZ, IBAN
PLANO: ILUMINACIÓN INTERIOR	FIRMA:	FECHA: 4/06/18
		ESCALA: 1/200
		Nº PLANO: 4




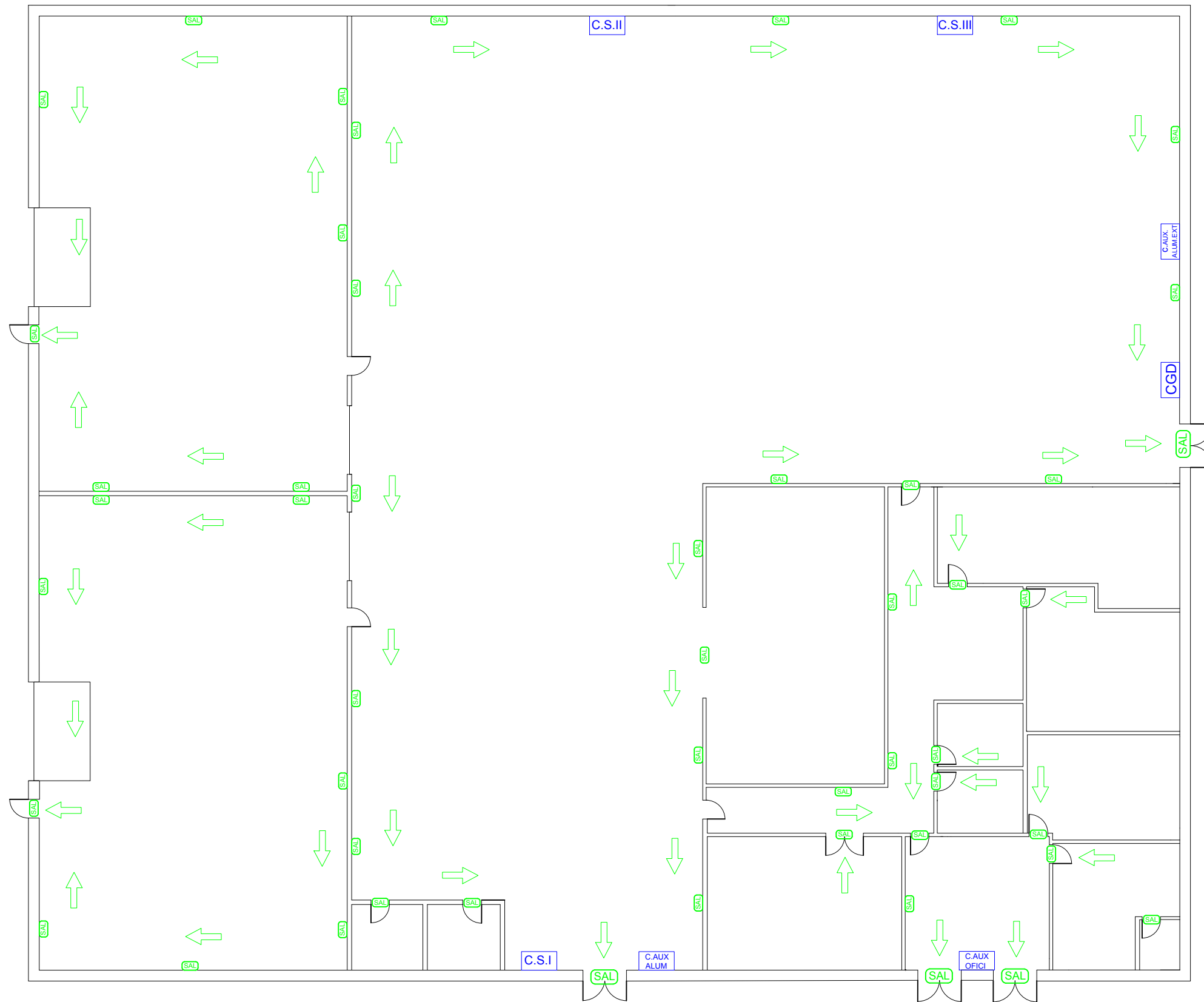
Vista en alzado de la luminaria del parking



Vista en alzado de la luminaria adosada a la pared de la nave



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	
PLANO: ILUMINACIÓN EXTERIOR		REALIZADO: ANCIZU OSCOZ, IBAN FIRMA:
	FECHA: 4/06/18	ESCALA: 1/500
		Nº PLANO: 5



LEYENDA			
	nº	Pot	Modelo
(SAL)	51	4W	PHILIPS BBS562 EL3 1xLED-ELWH
(C.S.I, C.S.II, C.S.III)	Cuadro eléctrico		

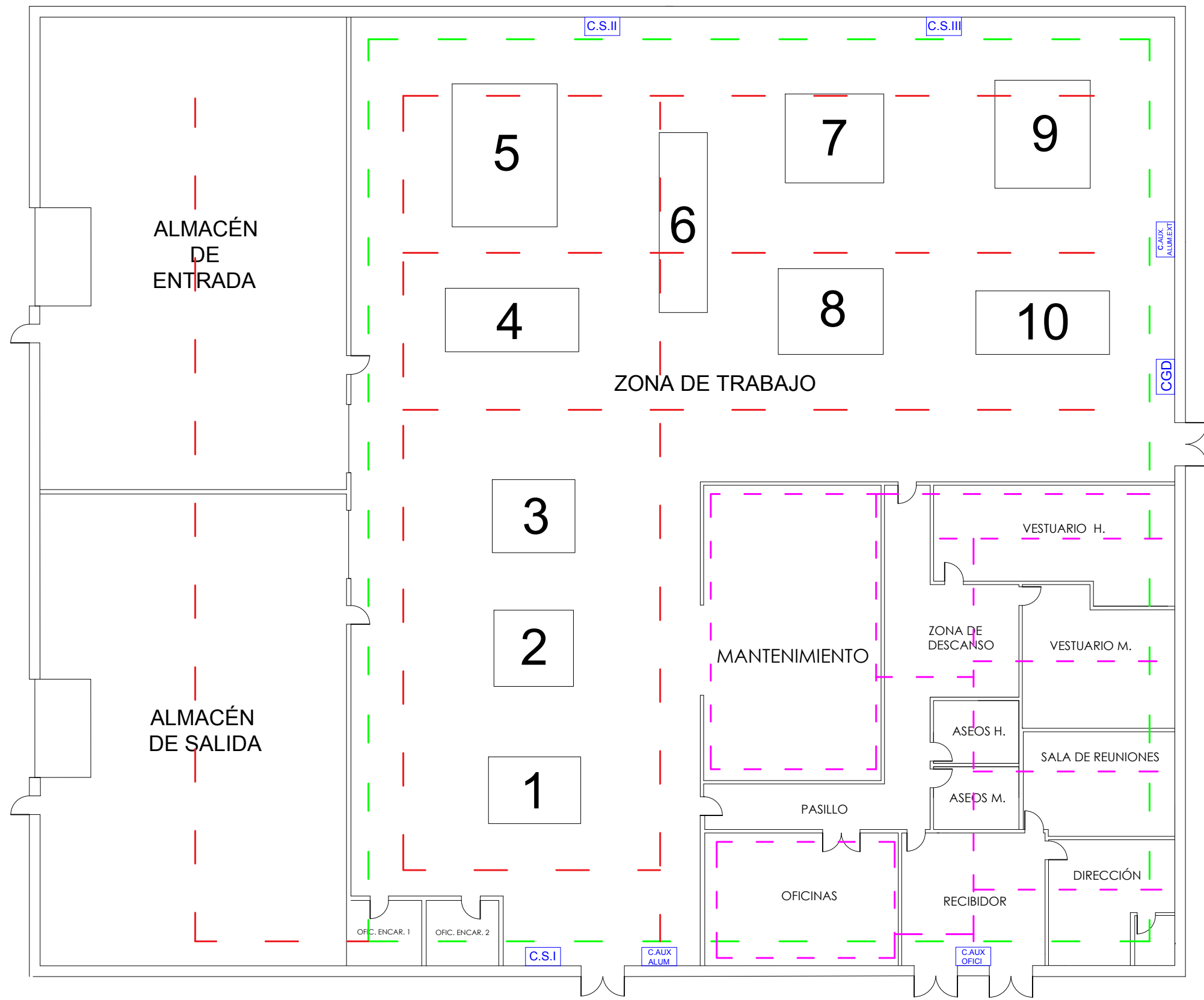
NOTA:

Cada luminaria correspondiente al alumbrado de emergencia irá acompañada por un cartel que indicará la dirección de la salida más próxima, de modo que en caso de un apagón o avería pueda encontrarse la salida más próxima con facilidad.

Las luminarias correspondientes al alumbrado de emergencia en la zona de trabajo y almacén irán adosadas a la pared a una altura de 3,5m.

Las luminarias correspondientes al alumbrado de emergencia en la zona de oficinas y almacén irán colocadas sobre las puertas adosadas a la pared a una altura de 2,3m.

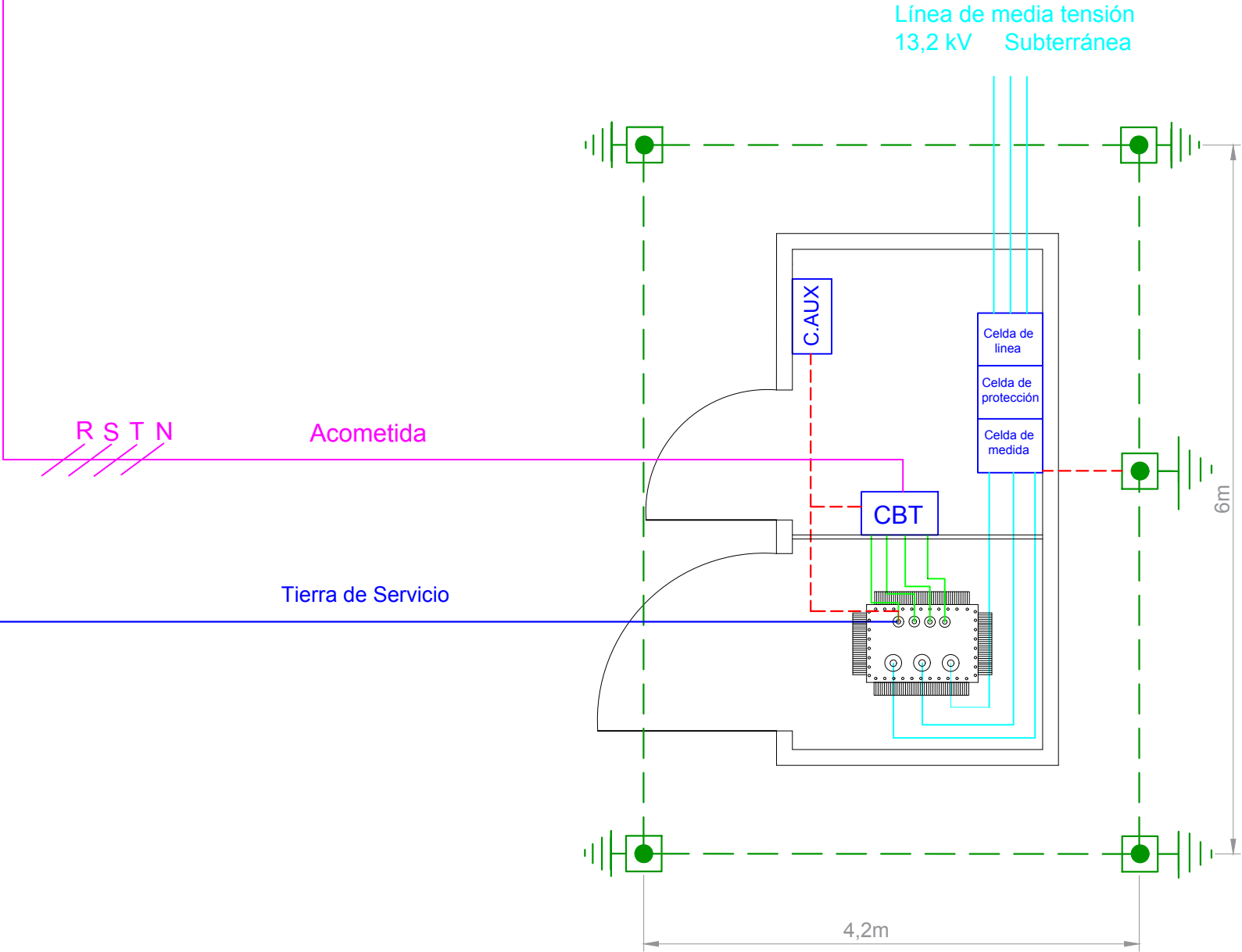
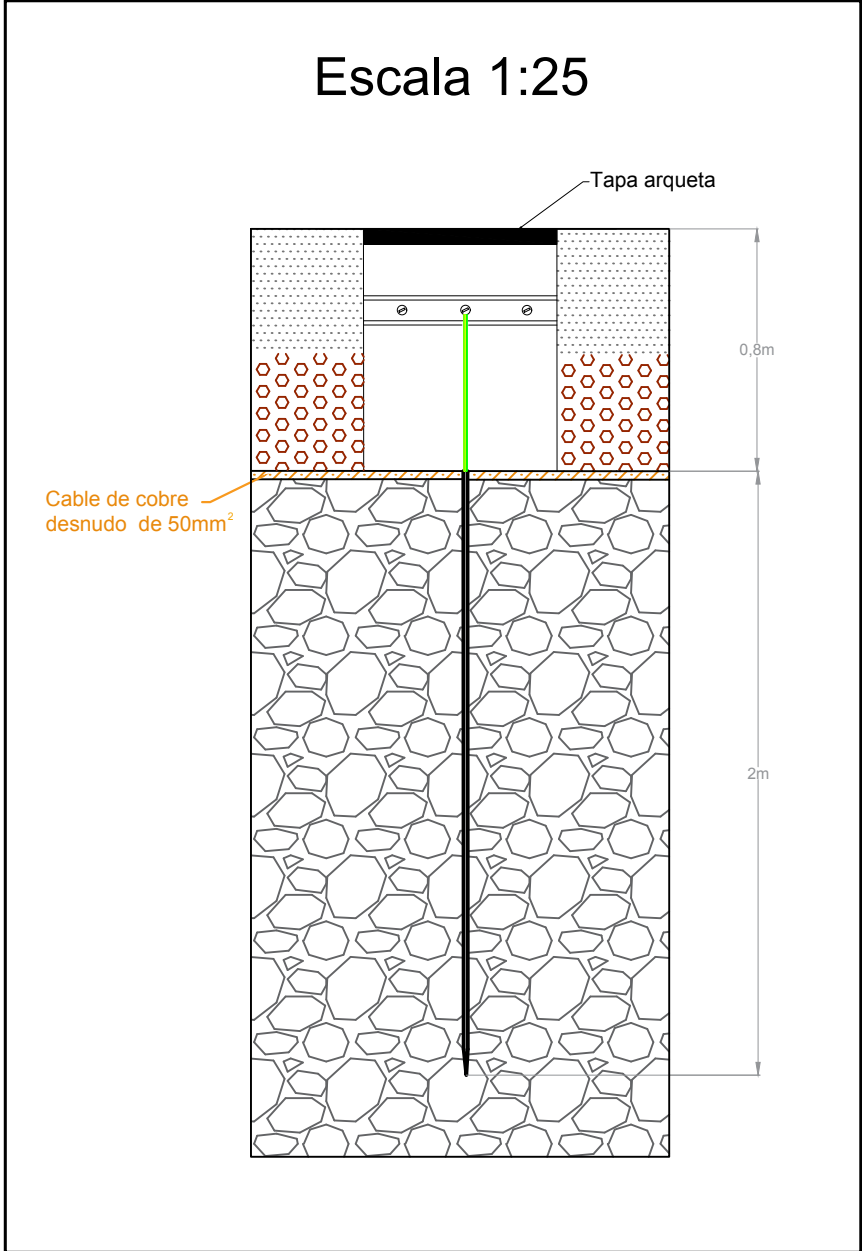
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO	REALIZADO: ANCIZU OSCOZ, IBAN
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		FIRMA:
PLANO: ALUMBRADO DE EMERGENCIA	FECHA: 4/06/18	ESCALA: 1/200
		Nº PLANO: 6



LEYENDA	
	Bandeja portacables metálica de base embutida y perforada 400x85 a 5m de altura
	Bandeja portacables metálica de base embutida y perforada 200x60 en suspensión a 0.5m del techo
	Bandeja portacables metálica de base embutida y perforada 200x60 sobre el falso techo

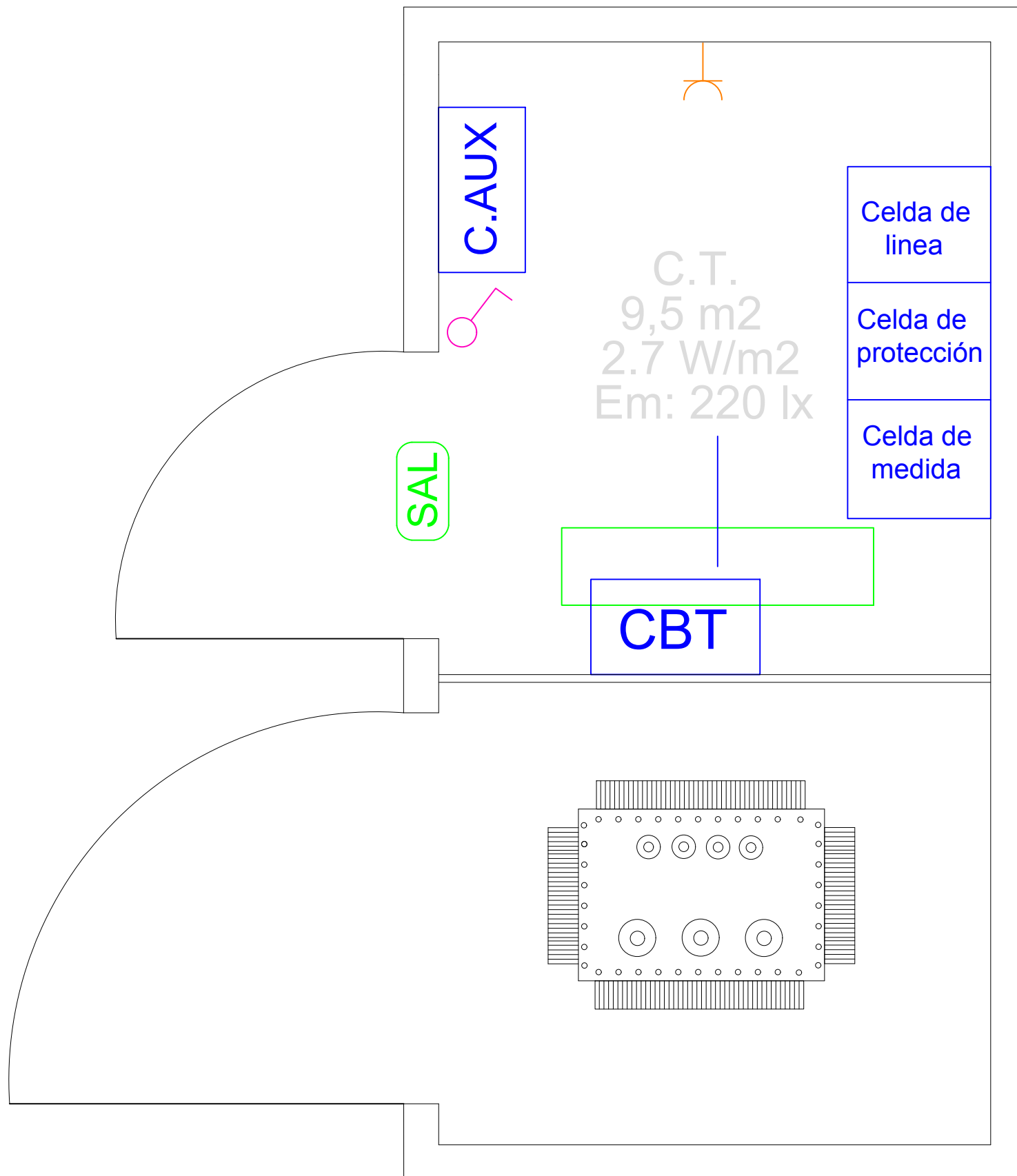
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO	REALIZADO: ANCIZU OSCOZ, IBAN
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		FIRMA:
PLANO: DISTRIBUCIÓN DE BANDEJAS PORTACABLES	FECHA: 4/06/18	ESCALA: 1/200
		Nº PLANO: 7

Vista en alzado del soterramiento de la pica



LEYENDA	
	Arqueta de registro
	Pica de cobre de 2m de longitud y 14mm de diámetro
	Conductor de cobre aislado 0,6/1kV de 50mm ²
	Línea de enlace a tierra
	Conductor de cobre desnudo de 50 mm ²

Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	
PLANO: PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		REALIZADO: ANCIZU OSCOZ, IBAN
FIRMA:		FECHA: 4/06/18
ESCALA: 1/50		N° PLANO: 9



LEYENDA			
	nº	Pot	Modelo
	1	29,5W	PHILIPS RC400B POE W30L120 1 xLED36S/840
	1	4W	PHILIPS BBS562 EL3 1xLED-ELIWH
			ENCHUFE MONOFÁSICO 16A/230V (F+N+T)
			INTERRUPTOR

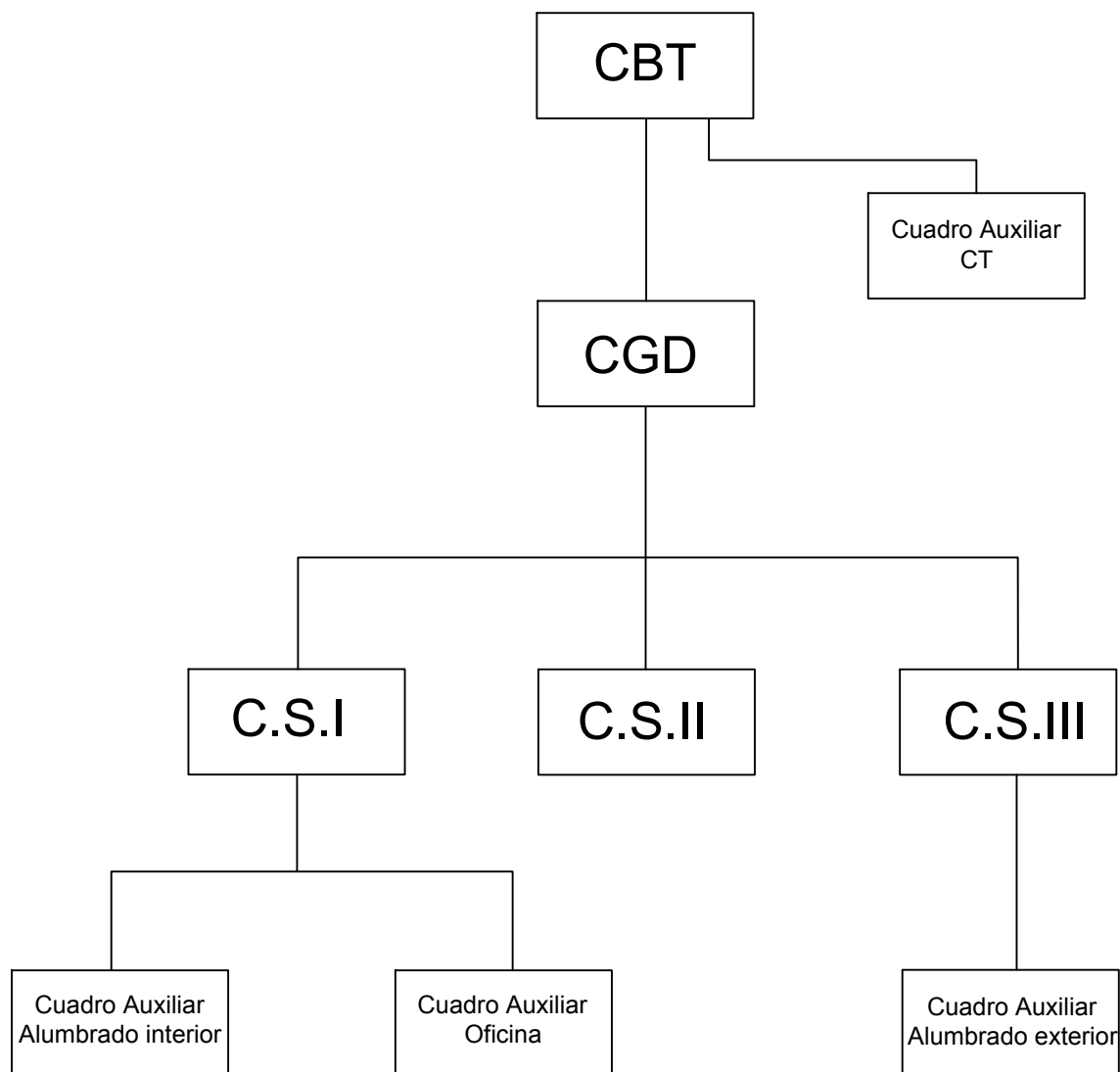
NOTA:

El centro de transformación tiene una altura de 2.4m y la luminaria está adosada al techo.

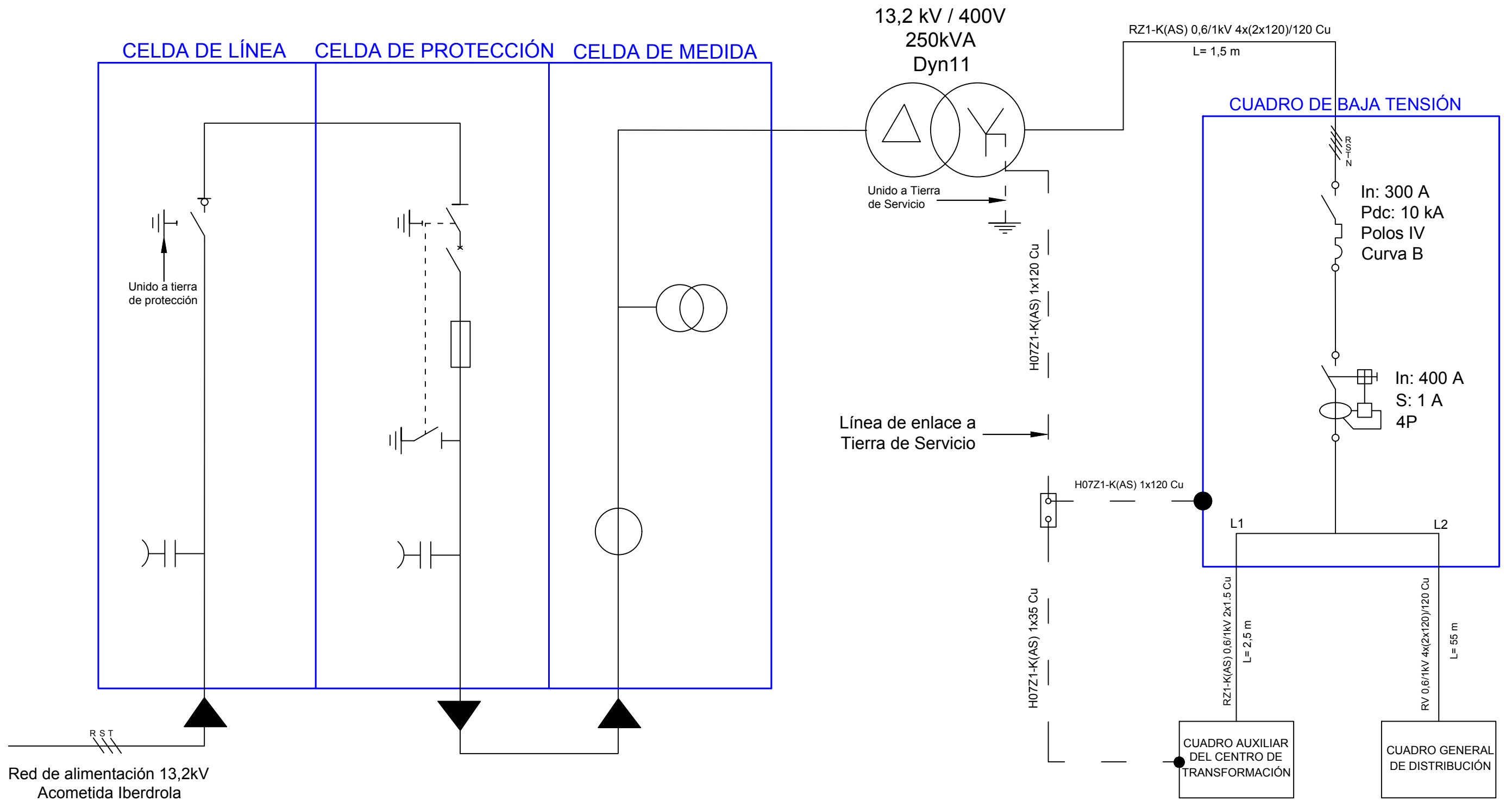
La luminaria correspondiente al alumbrado de emergencia está colocada encima la puerta sobre la pared.

El enchufe está colocado a una altura de 0.3m sobre el suelo y el interruptor está colocado a una altura de 1.5m.

Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	
PLANO: ILUMINACIÓN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		REALIZADO: ANCIZU OSCOZ, IBAN
		FIRMA:
	FECHA: 4/06/18	ESCALA: 1/20
		Nº PLANO: 10



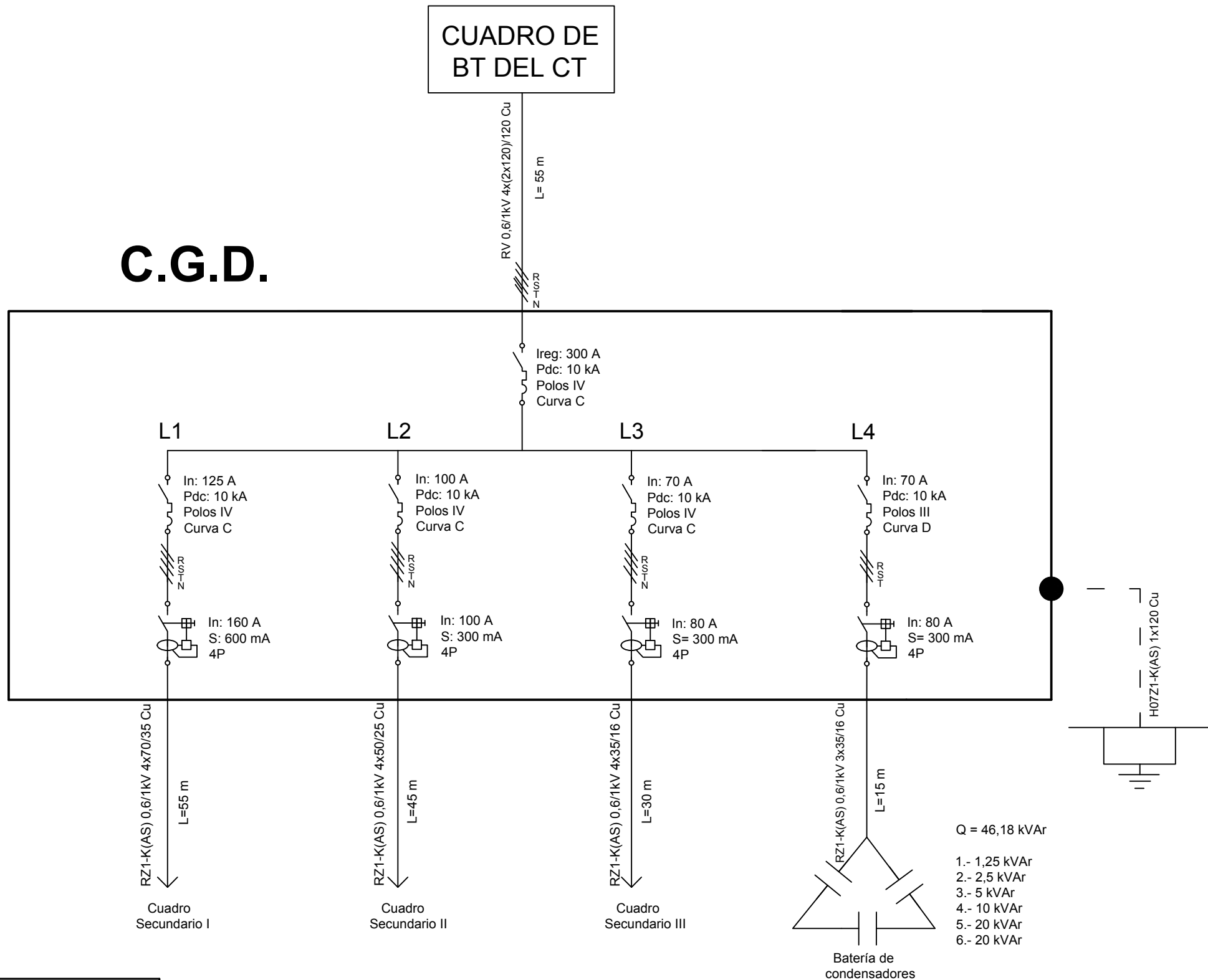
 Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:	
	INGENIERO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		REALIZADO: ANCIZU OSCOZ, IBAN	
		FIRMA:	
PLANO: ESQUEMA GENERAL CUADROS ELÉCTRICOS	FECHA: 4/06/18	ESCALA: S/E	N° PLANO: 11



LEYENDA			
	Indicador de presencia de tensión		3 transformadores de intensidad 15-30/5A
	Seccionador de puesta a tierra		3 transformadores de tensión 13200-24000/110V
	Interruptor automático de corte		Transformador Dyn11
	Interruptor diferencial		Interruptor automático magnetotérmico

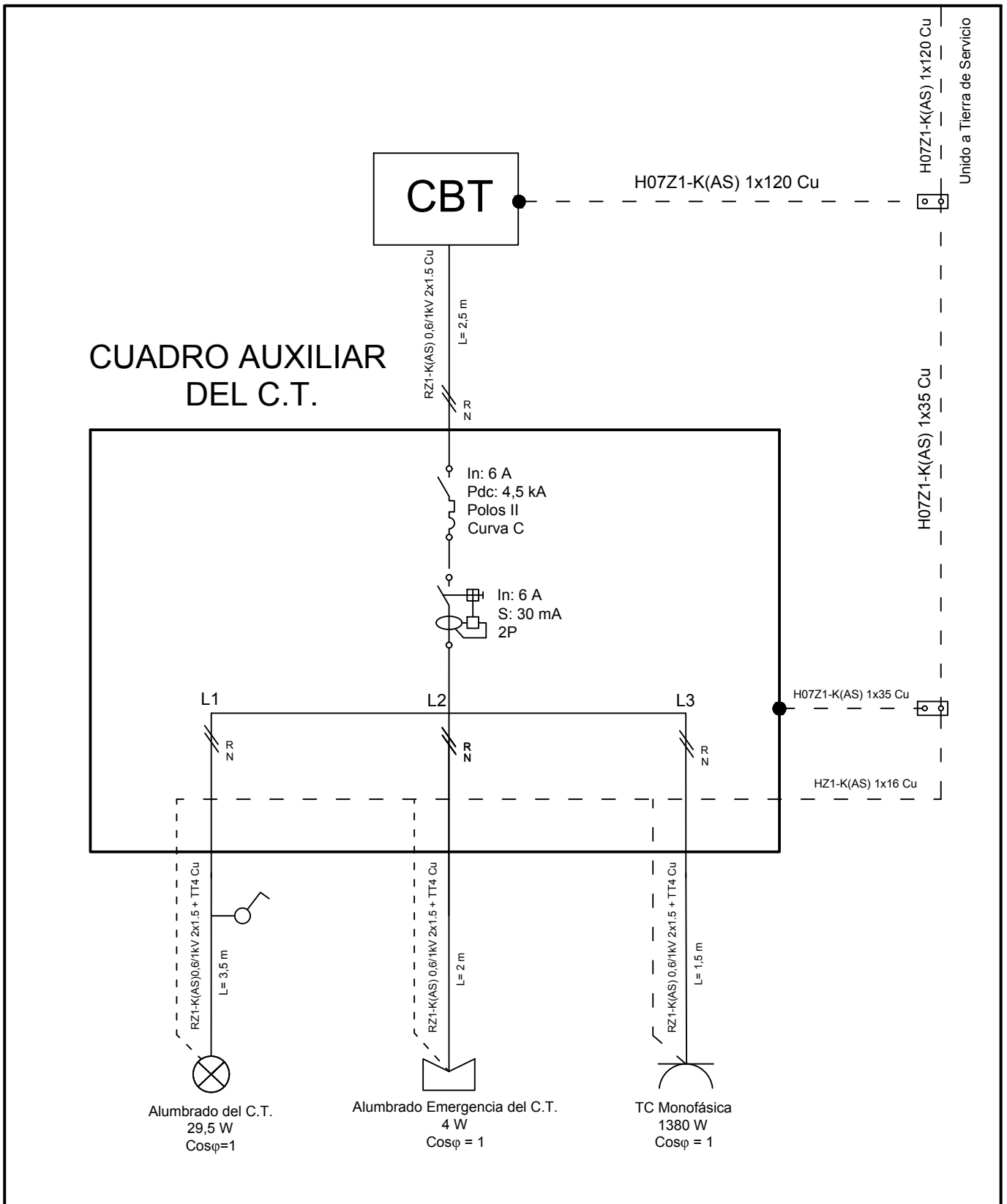
 Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T. INGENIERO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		REALIZADO: ANCIZU OSCOZ, IBAN
FIRMA:		FECHA: 4/06/18
ESCALA: S/E		Nº PLANO: 12

C.G.D.



LEYENDA	
	Interruptor diferencial
	Interruptor automático magnetotérmico
	Arqueta de registro y pica de puesta a tierra

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN	REALIZADO: ANCIZU OSCOZ, IBAN	FIRMA:
FECHA: 4/06/18	ESCALA: S/E	Nº PLANO: 13



H07Z1-K(AS) 1x120 Cu
Unido a Tierra de Servicio

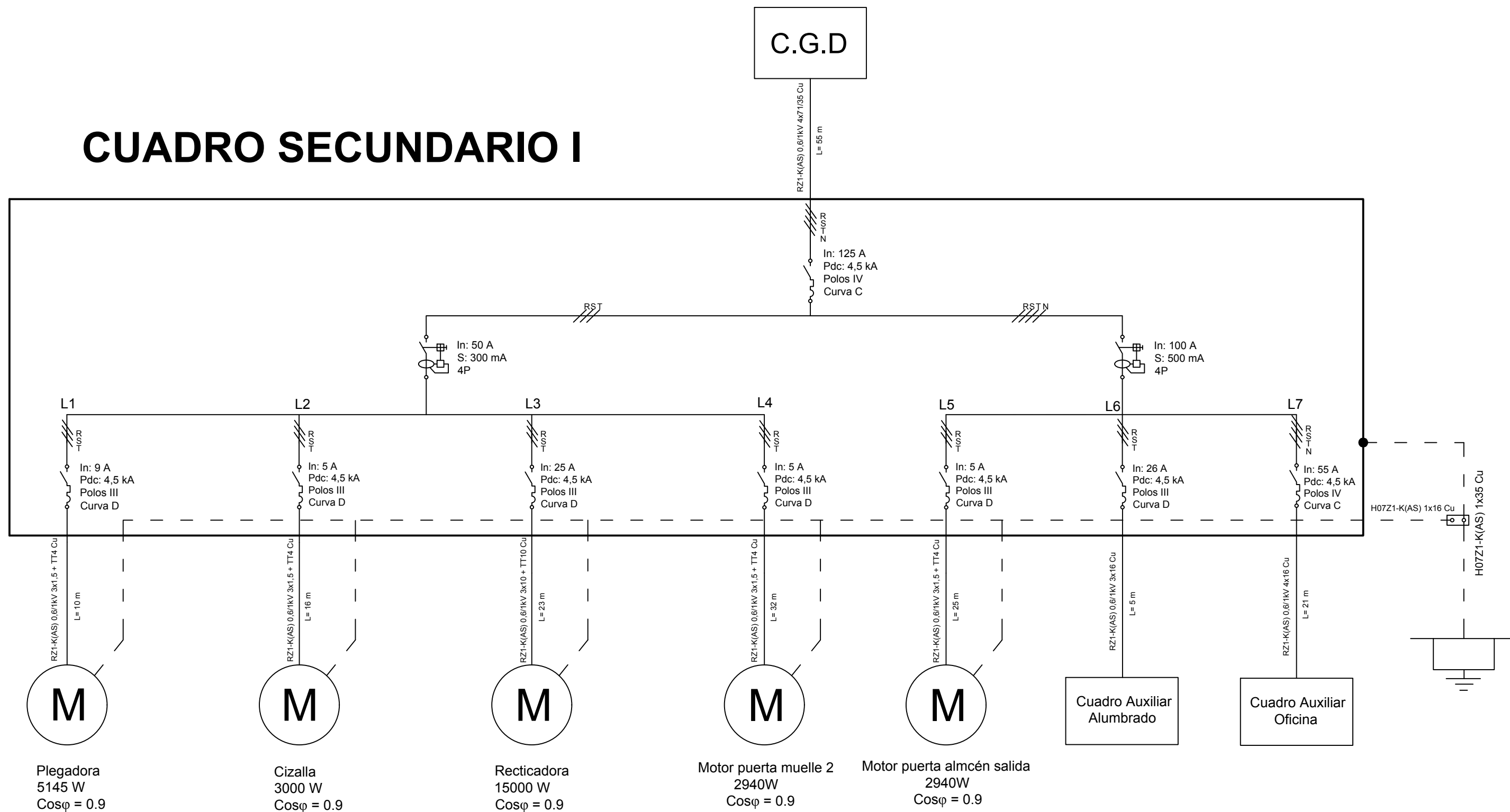
H07Z1-K(AS) 1x35 Cu

H07Z1-K(AS) 1x35 Cu

HZ1-K(AS) 1x16 Cu

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
	INGENIERO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		REALIZADO: ANCIZU OSCOZ, IBAN	
		FIRMA:	
PLANO: CUADRO AUXILIAR DEL C.T.	FECHA: 4/06/18	ESCALA: S/E	Nº PLANO: 14

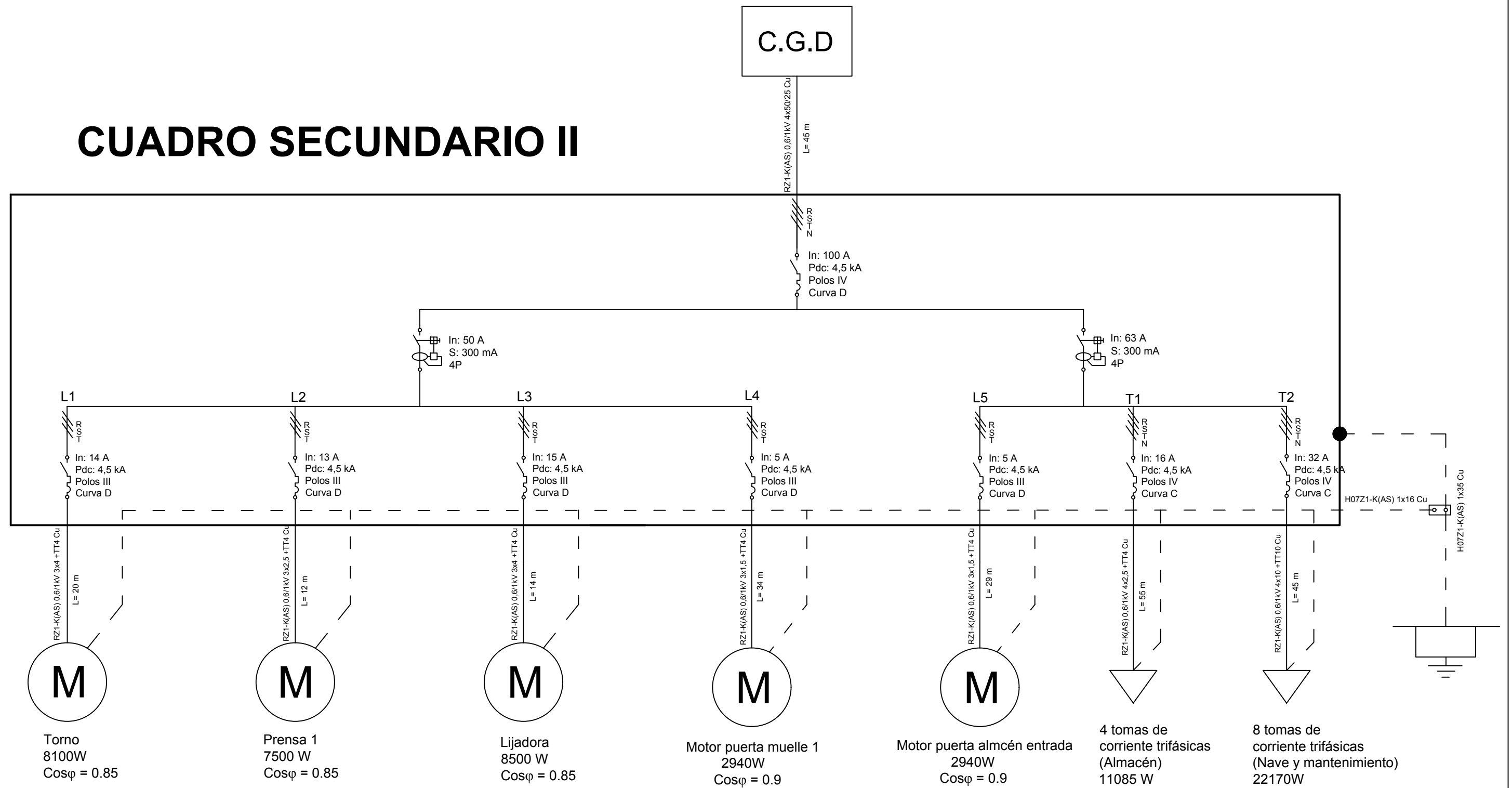
CUADRO SECUNDARIO I



LEYENDA	
	Interruptor diferencial
	Interruptor automático magnetotérmico
	Arqueta de registro y pica de puesta a tierra

Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO I		REALIZADO: ANCIZU OSCOZ, IBAN
FIRMA:		FECHA: 4/06/18
ESCALA: S/E		Nº PLANO: 15

CUADRO SECUNDARIO II



LEYENDA	
	Interruptor diferencial
	Interruptor automático magnetotérmico
	Arqueta de registro y pica de puesta a tierra

Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO II		REALIZADO: ANCIZU OSCOZ, IBAN
FIRMA:		FECHA: 4/06/18
ESCALA: S/E		Nº PLANO: 16

CUADRO SECUNDARIO III

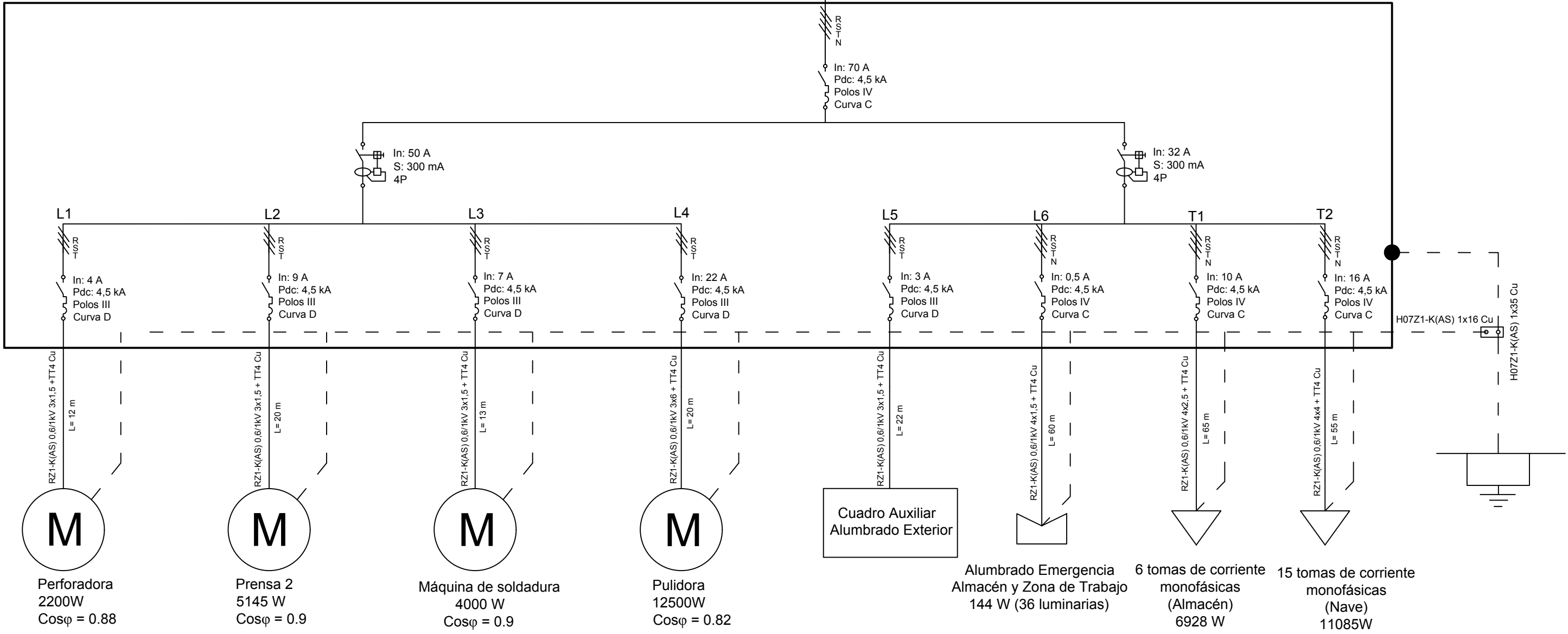
C.G.D

RZ1-K(AS) 0,6/1kV 4x35/16 Cu
L = 30 m

In: 70 A
Pdc: 4,5 kA
Polos IV
Curva C

In: 50 A
S: 300 mA
4P

In: 32 A
S: 300 mA
4P

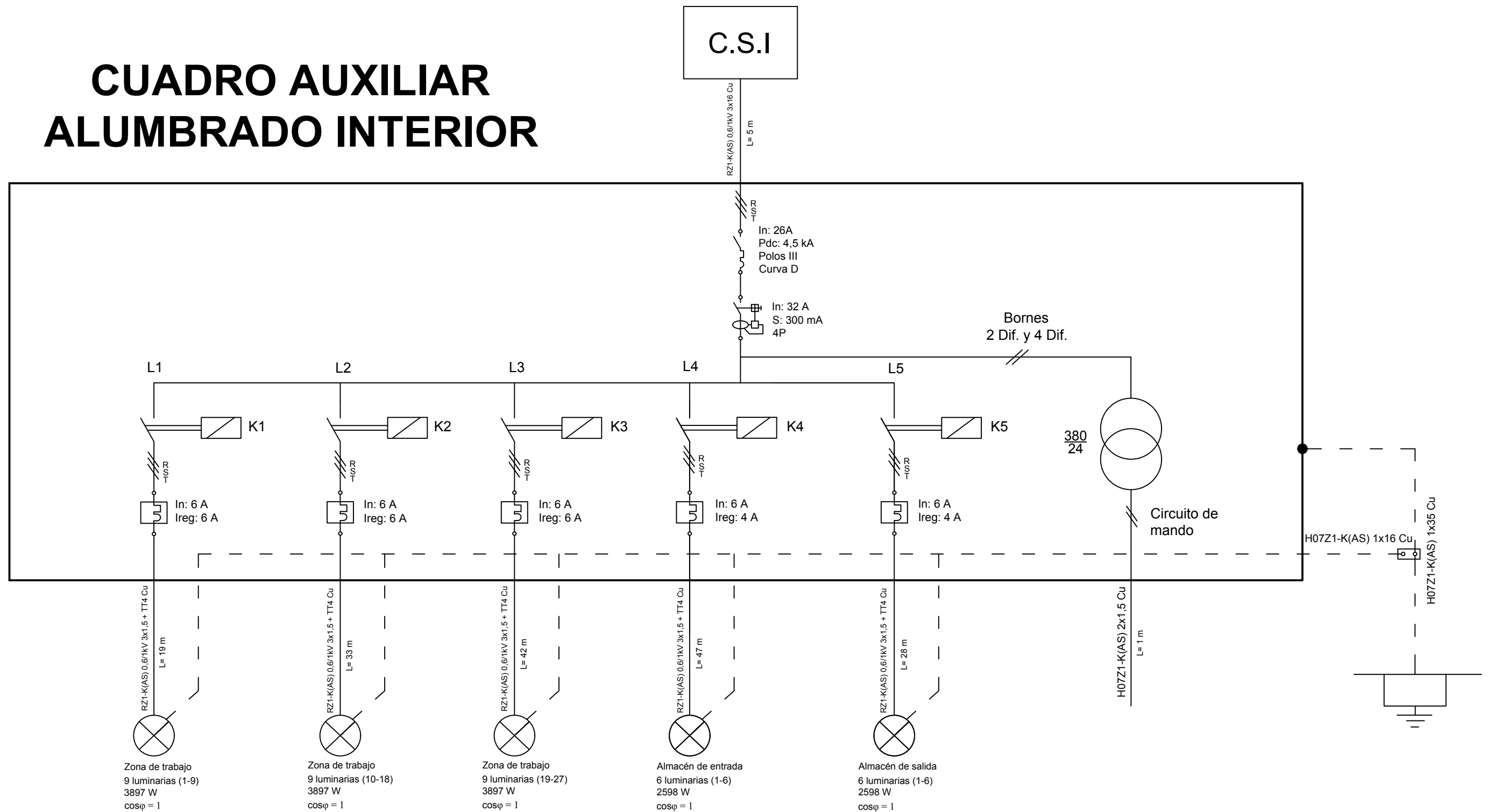


LEYENDA

	Interruptor diferencial
	Interruptor automático magnetotérmico
	Arqueta de registro y pica de puesta a tierra

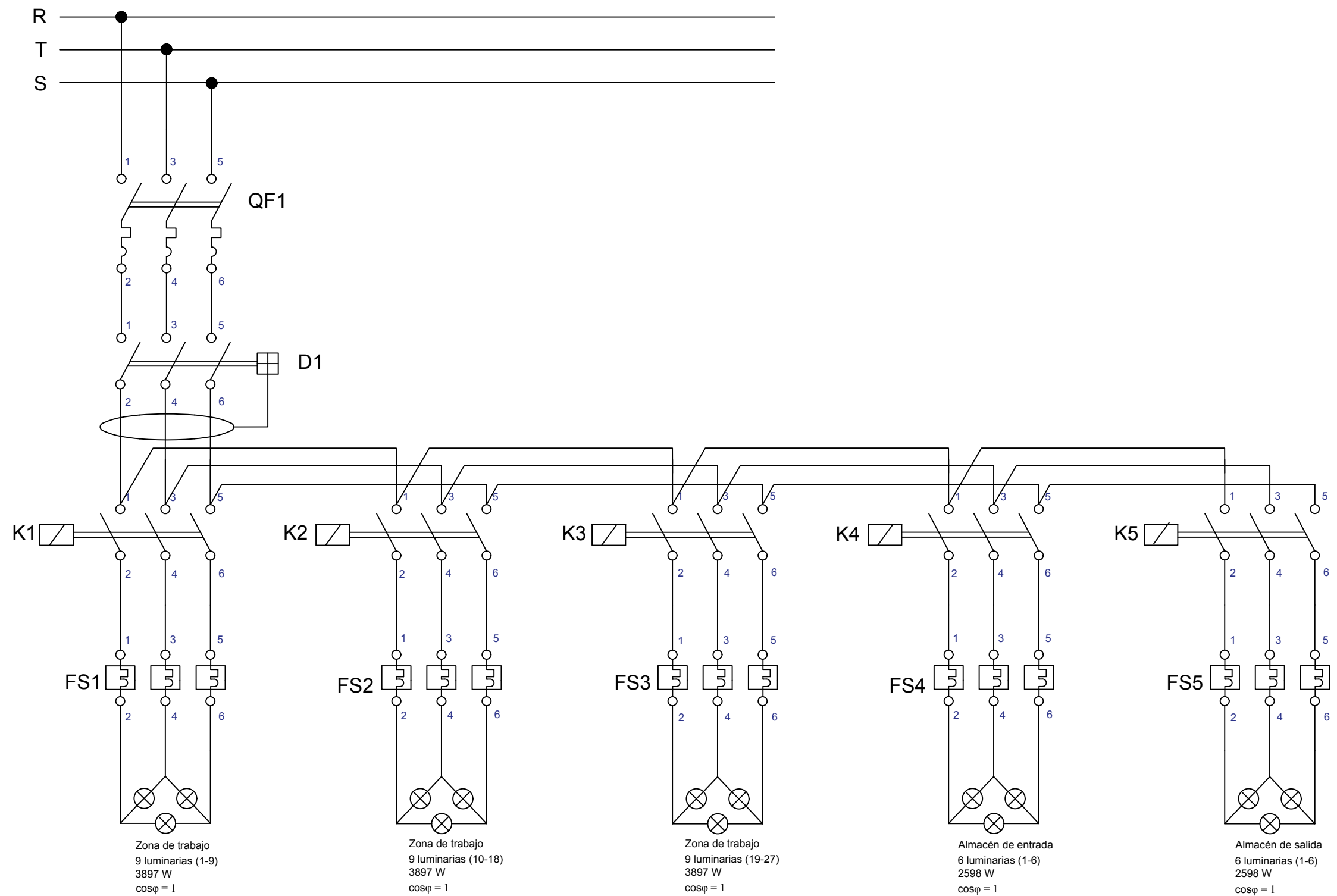
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO III		REALIZADO: ANCIZU OSCOZ, IBAN
FIRMA:		FECHA: 4/06/18
ESCALA: S/E		Nº PLANO: 17

CUADRO AUXILIAR ALUMBRADO INTERIOR



LEYENDA	
	Contactor
	Interruptor diferencial
	Interruptor automático magnetotérmico
	Arqueta de registro y pica de puesta a tierra

	Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		REALIZADO: ANCIZU OSCOZ, IBAN	
PLANO: CUADRO AUXILIAR ALUMBRADO INTERIOR		FIRMA:	FECHA: 4/06/18	ESCALA: S/E
			N° PLANO: 18	



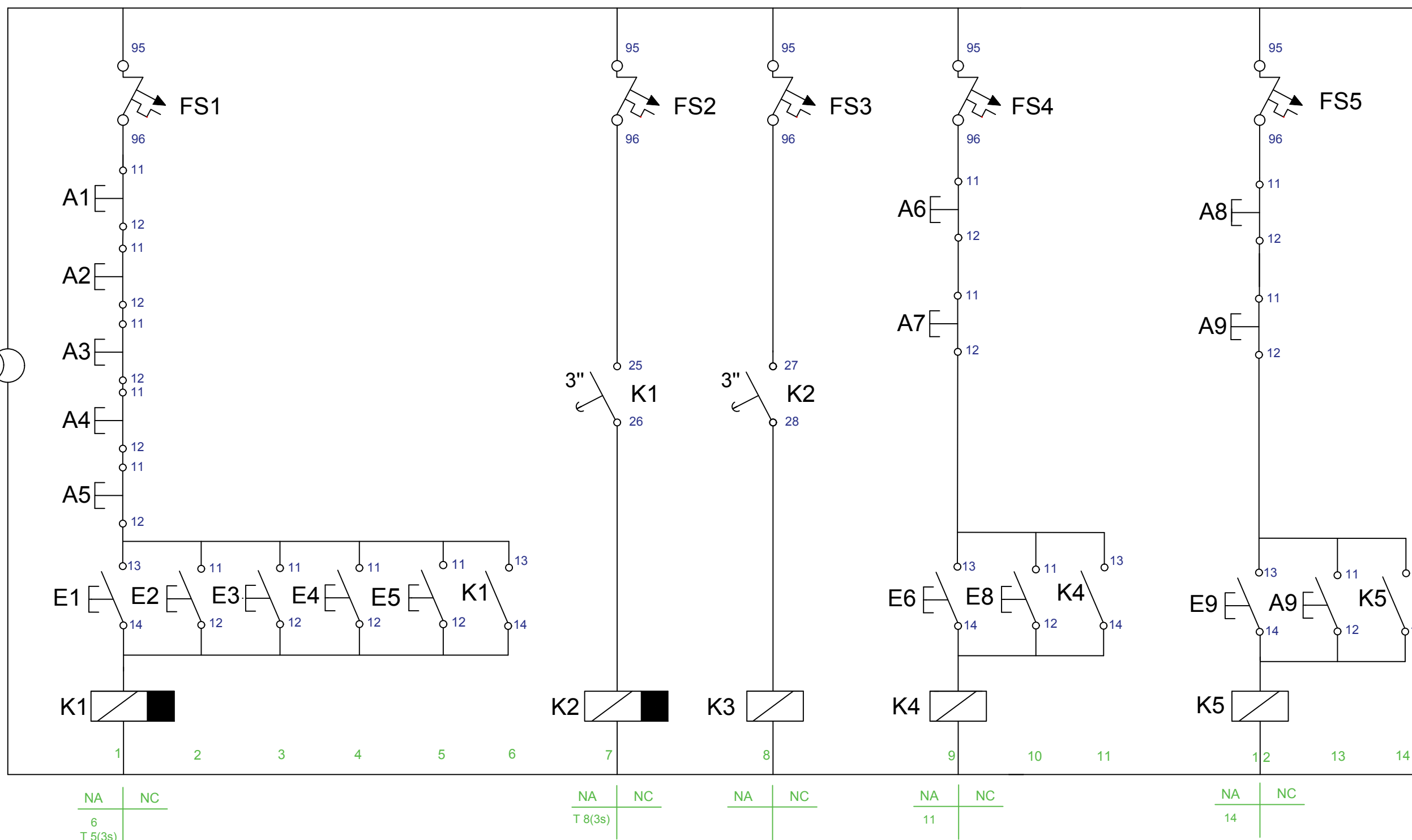
LEYENDA			
	Interruptor magnetotérmico		Relé magnetotérmico
	Interruptor diferencial		Luminaria
	Contactador trifásico		

Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T. INGENIERO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	
PLANO: ESQUEMA DE FUERZA ALUMBRADO INTERIOR		REALIZADO: ANCIZU OSCOZ, IBAN
FIRMA:		FECHA: 4/06/18
ESCALA: S/E		Nº PLANO: 19

Borne
2 Dif.

400/24V
30 VA

Borne
4 Dif.



NA | NC
6 | T 5(3s)

NA | NC
T 8(3s)

NA | NC

NA | NC
11

NA | NC
14

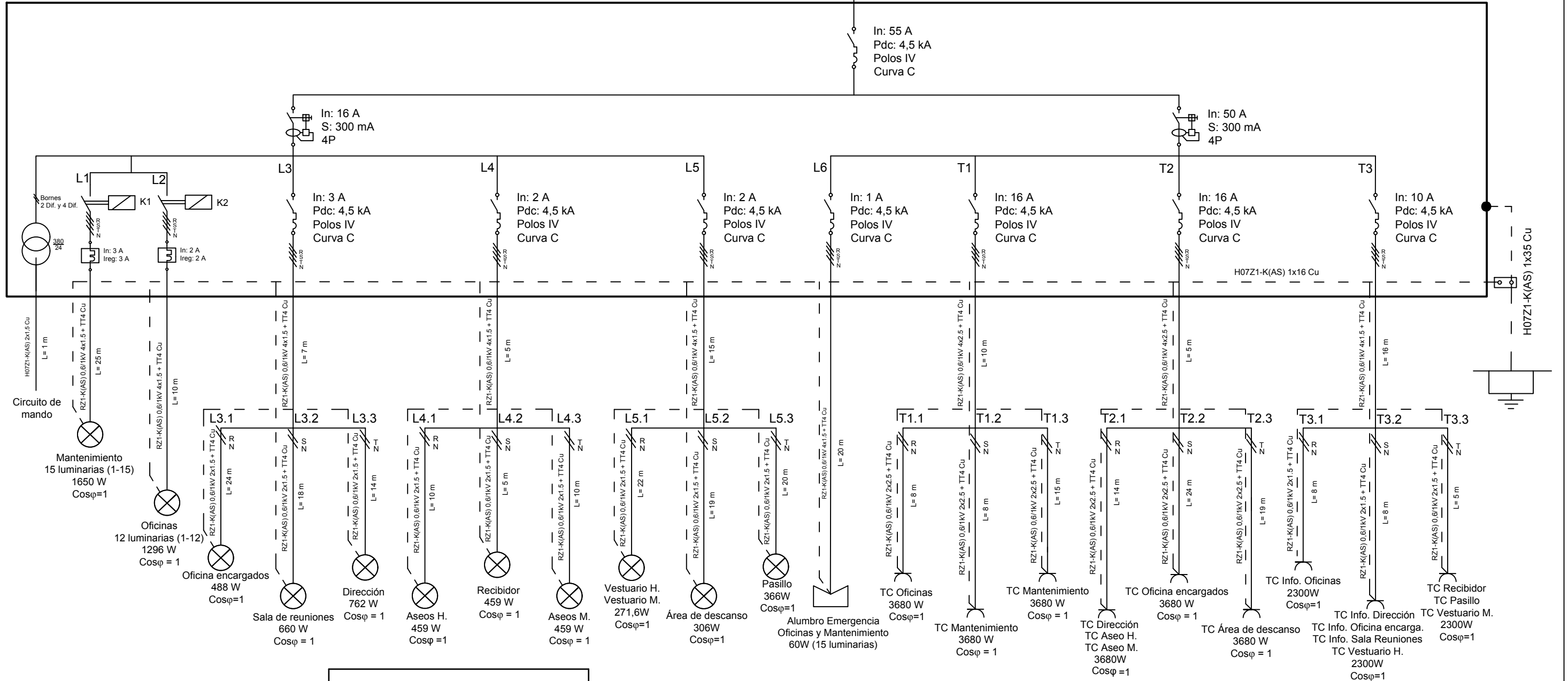
LEYENDA

	PULSADOR DE ENCENDIDO		TRANSFORMADOR DE MANDO 400/24V
	PULSADOR DE APAGADO		INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO MONOFASICO
	CONTACTOR		CONTACTOR CON TEMPORIZADOR

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	
PLANO: MANDO ALUMBRADO INTERIOR		REALIZADO: ANCIZU OSCOZ, IBAN FIRMA:
	FECHA: 4/06/18	ESCALA: S/E Nº PLANO: 20

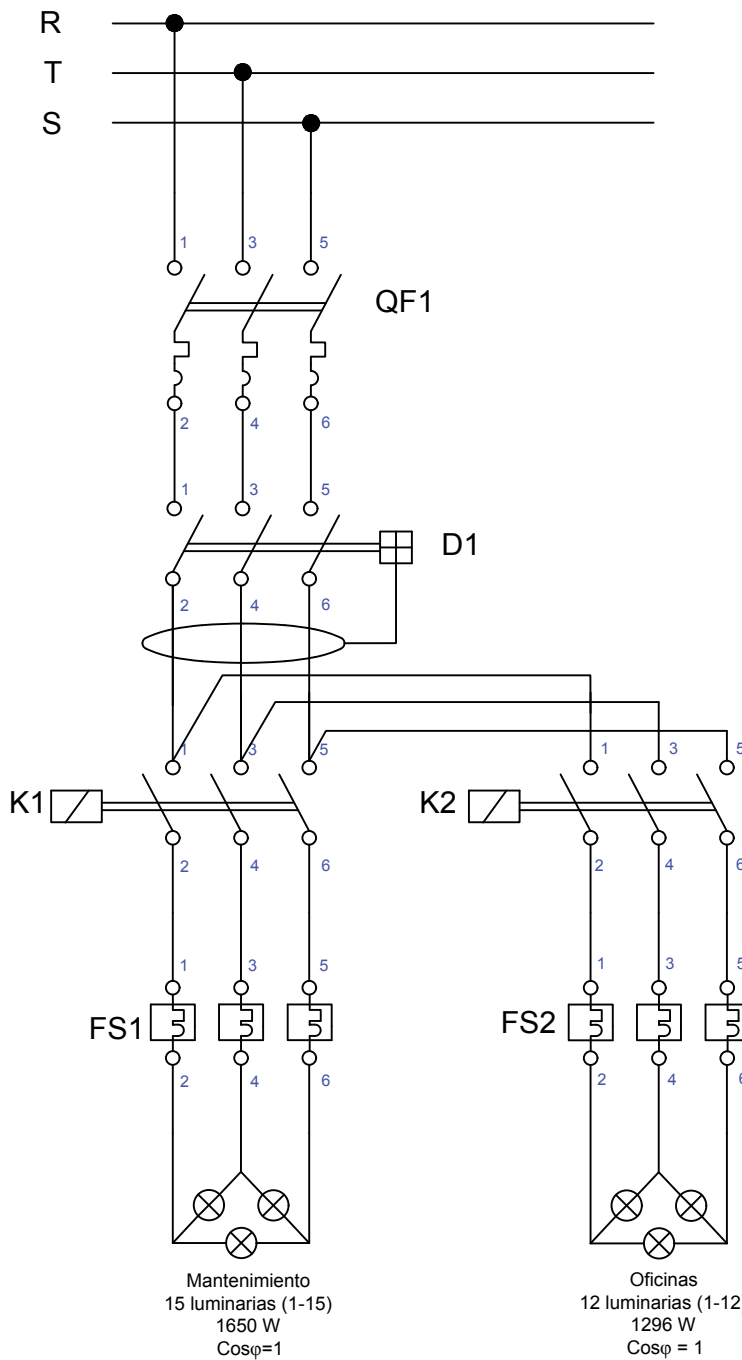
CUADRO AUXILIAR OFICINAS

C.S.I



LEYENDA	
	Interruptor diferencial
	Interruptor automático magnetotérmico
	Contactador
	Relé magnetotérmico
	Arqueta de registro y pica de puesta a tierra

Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	
PLANO: ESQUEMA CUADRO AUXILIAR OFICINAS		REALIZADO: ANCIZU OSCOZ, IBAN
FIRMA:		FECHA: 4/06/18
ESCALA: S/E		Nº PLANO: 21



LEYENDA	
	Interruptor magnetotérmico
	Interruptor diferencial
	Contactor trifásico
	Relé magnetotérmico
	Luminaria



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO

DEPARTAMENTO:
**DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO:

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE
CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

REALIZADO:

ANCIZU OSCOZ, IBAN

FIRMA:

PLANO:

ESQUEMA DE FUERZA MANTENI. Y OFICINAS

FECHA:

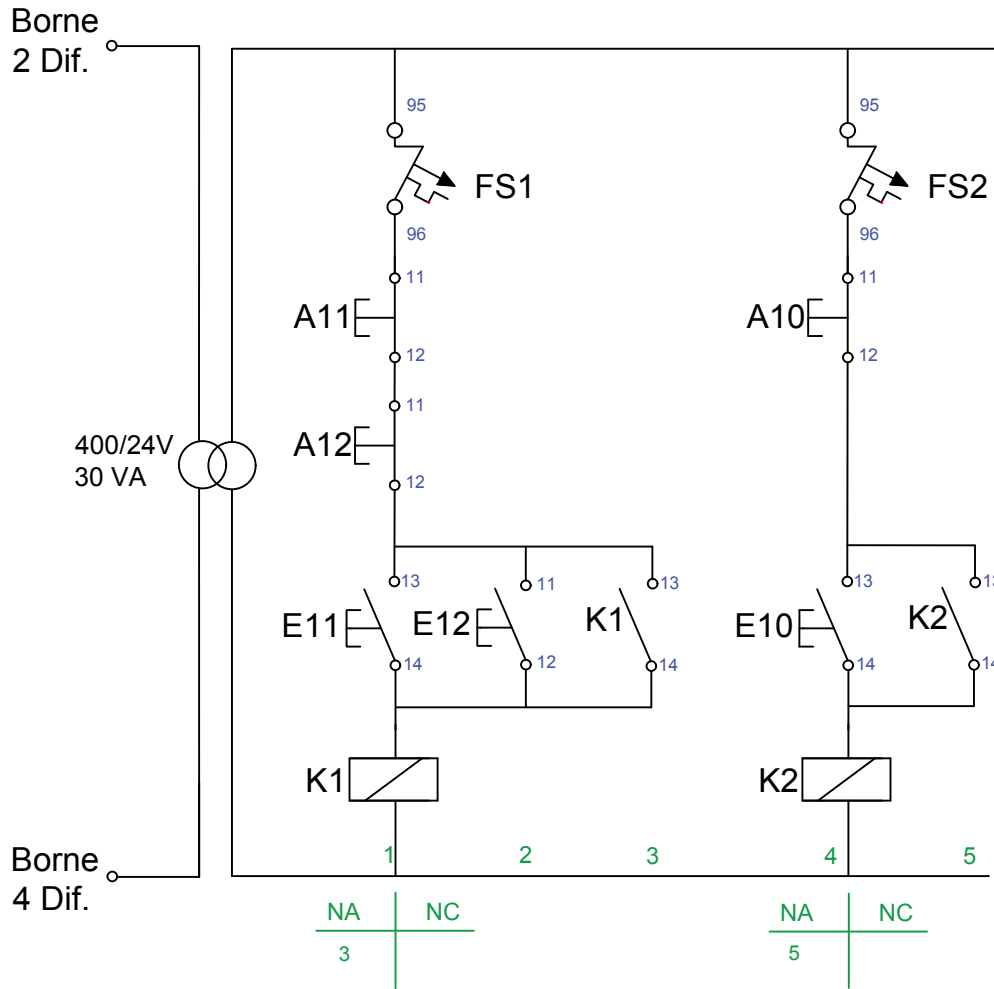
4/06/18

ESCALA:

S/E

Nº PLANO:

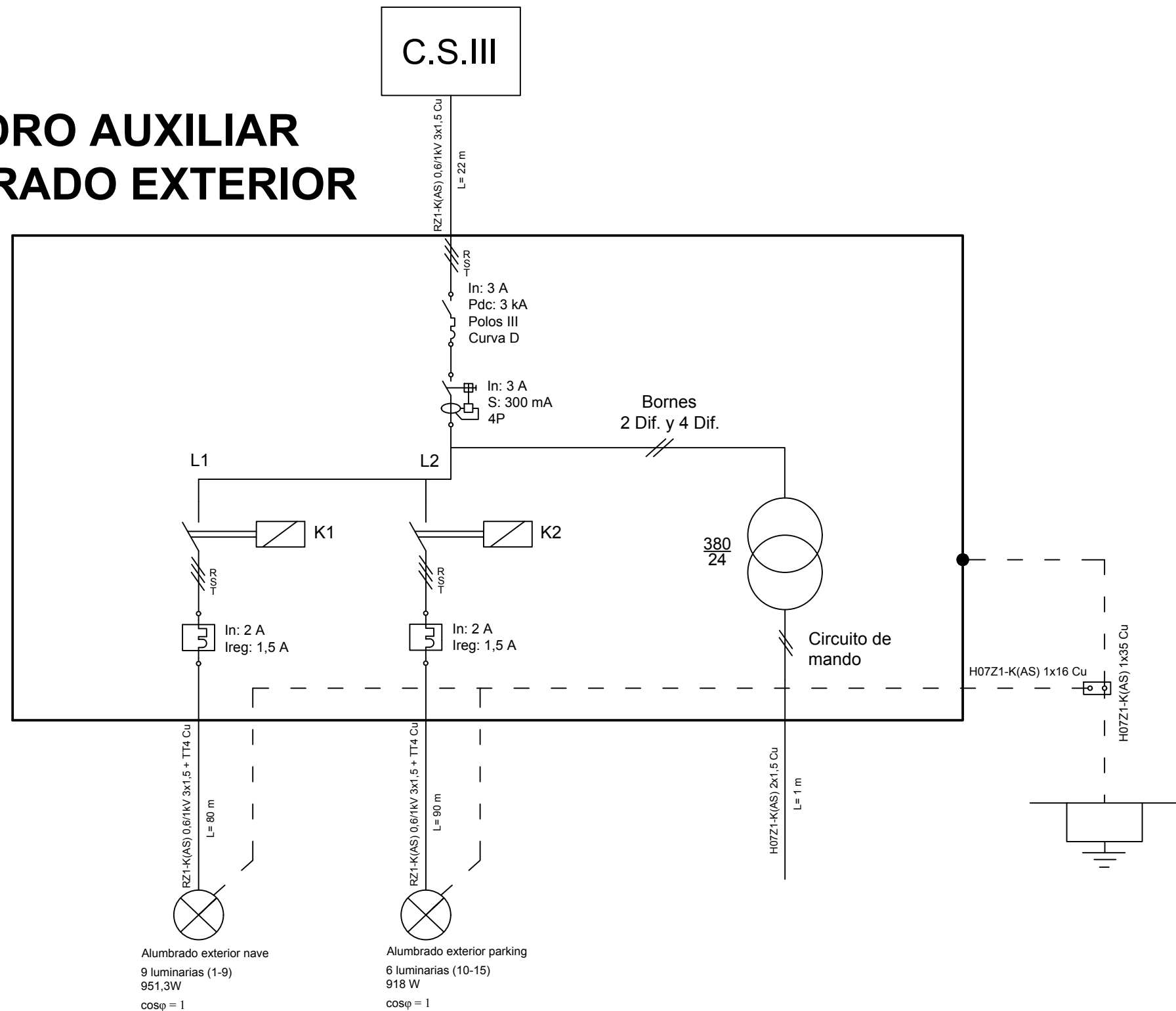
22



LEYENDA			
	PULSADOR DE ENCENDIDO		TRANSFORMADOR DE MANDO 400/24V
	PULSADOR DE APAGADO		INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO MONOFASICO
	CONTACTOR		CONTACTO NORMALMENTE ABIERTO

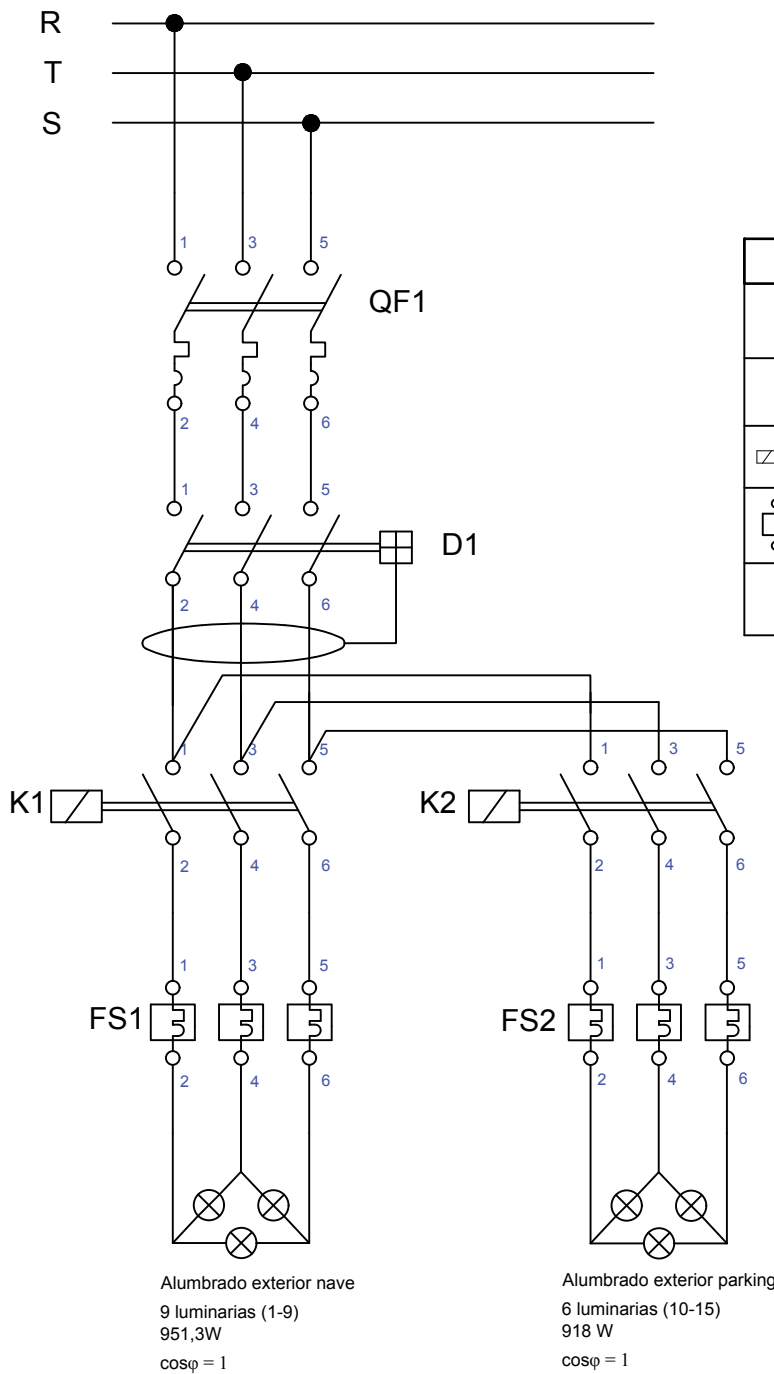
Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		REALIZADO: ANCIZU OSCOZ, IBAN	
PLANO: ESQUEMA DE MANDO MANTENI. Y OFICINAS		FECHA: 4/06/18	ESCALA: S/E	N° PLANO: 23

CUADRO AUXILIAR ALUMBRADO EXTERIOR



LEYENDA	
	Contactor
	Interruptor diferencial
	Interruptor automático magnetotérmico
	Arqueta de registro y pica de puesta a tierra

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	REALIZADO: ANCIZU OSCOZ, IBAN	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	FIRMA:	
PLANO: CUADRO AUXILIAR DE ALUMBRADO EXTERIOR	FECHA: 4/06/18	ESCALA: S/E
		Nº PLANO: 24

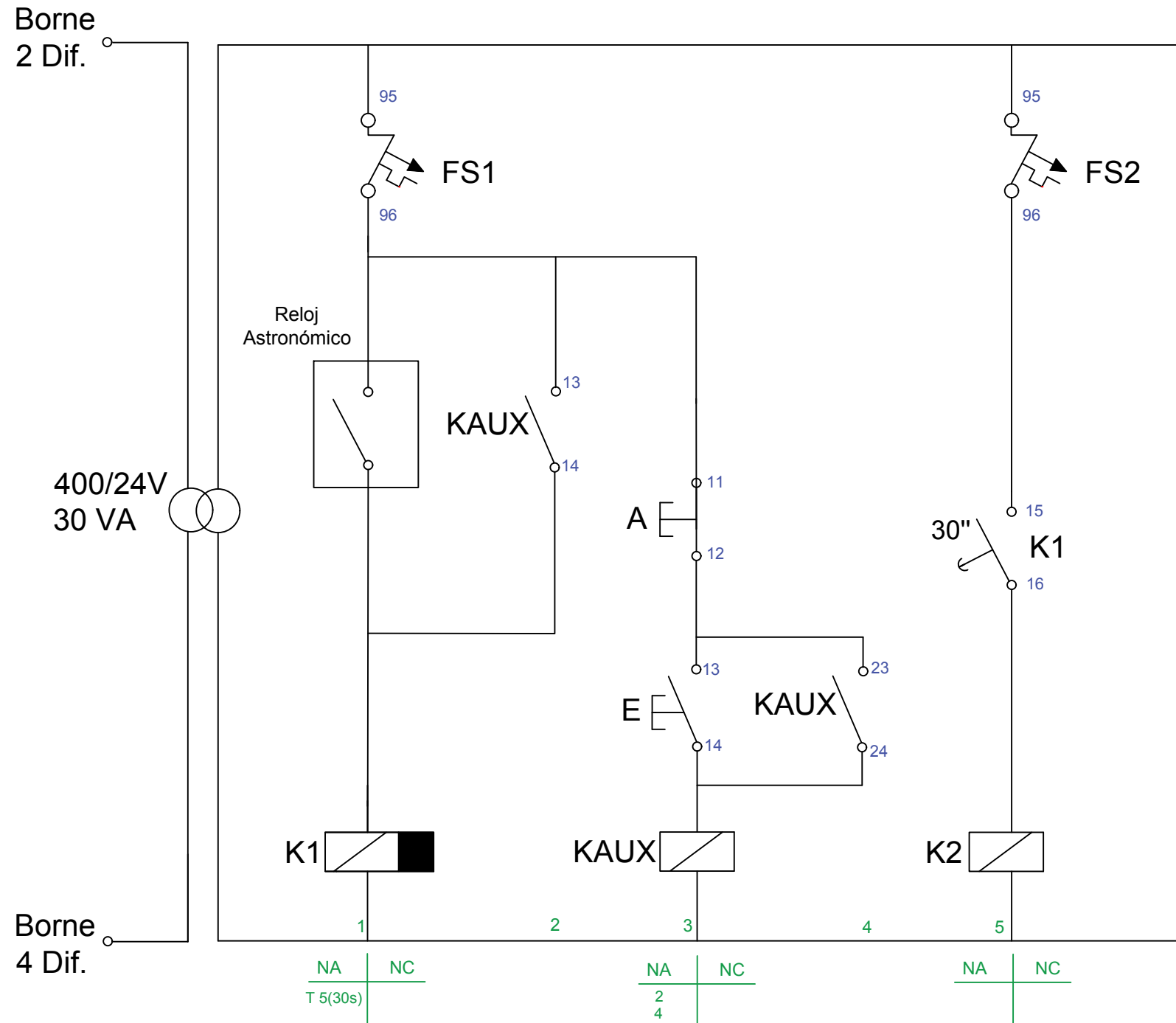


LEYENDA	
	Interruptor magnetotérmico
	Interruptor diferencial
	Contactor trifásico
	Relé magnetotérmico
	Luminaria

Alumbrado exterior nave
 9 luminarias (1-9)
 951,3W
 $\cos\phi = 1$

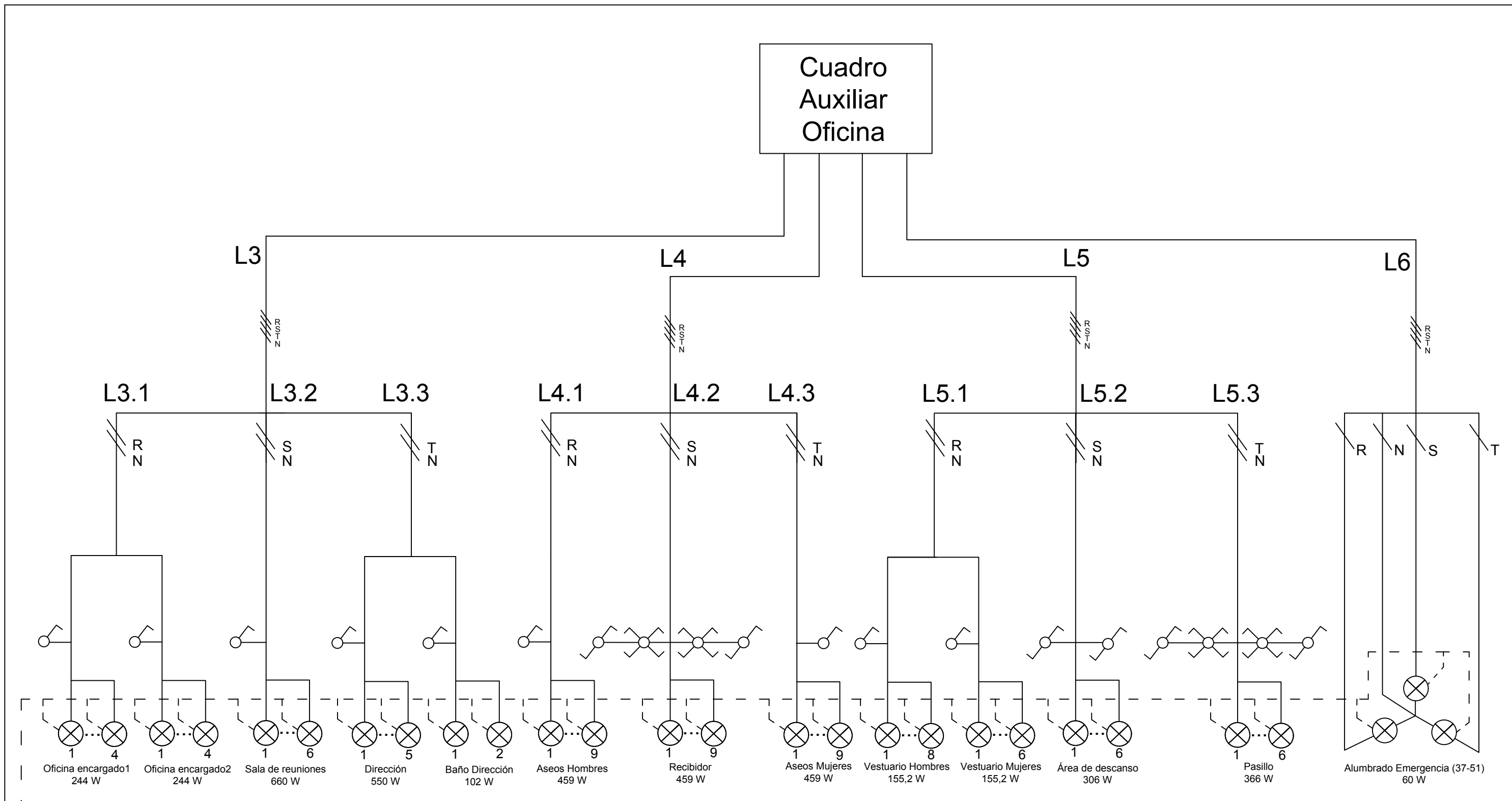
Alumbrado exterior parking
 6 luminarias (10-15)
 918 W
 $\cos\phi = 1$

Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
	INGENIERO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO	REALIZADO: ANCIZU OSCOZ, IBAN	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		FIRMA:	
PLANO: ESQUEMA DE FUERZA ALUMBRADO EXTERIOR	FECHA: 4/06/18	ESCALA: S/E	Nº PLANO: 25



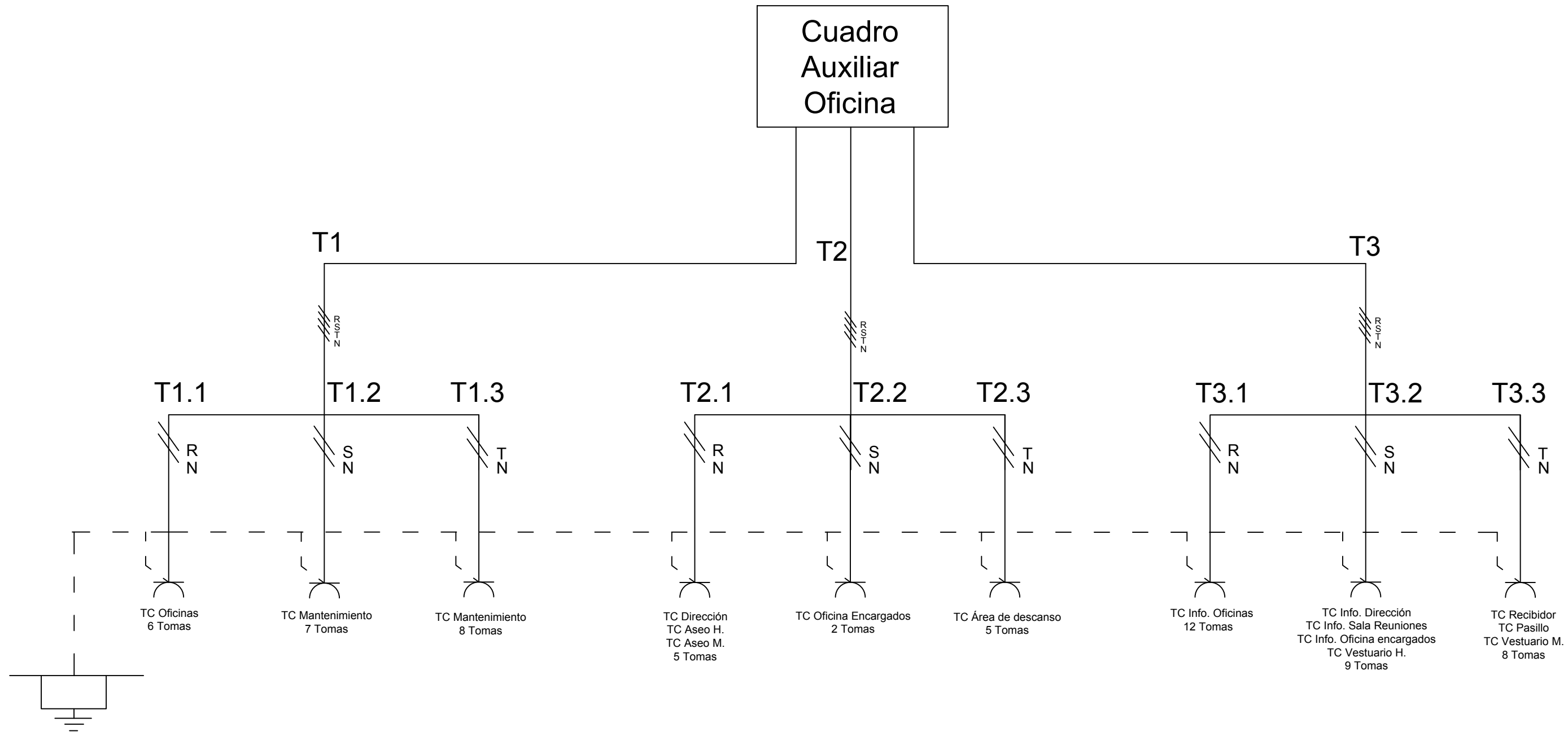
LEYENDA			
	PULSADOR DE ENCENDIDO		TRANSFORMADOR DE MANDO 400/24V
	PULSADOR DE APAGADO		INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO MONOFASICO
	CONTACTOR		CONTACTOR CON TEMPORIZADOR

Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T. INGENIERO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	
PLANO: MANDO ALUMBRADO EXTERIOR		REALIZADO: ANCIZU OSCOZ, IBAN FIRMA:
	FECHA: 4/06/18	ESCALA: S/E
		Nº PLANO: 26

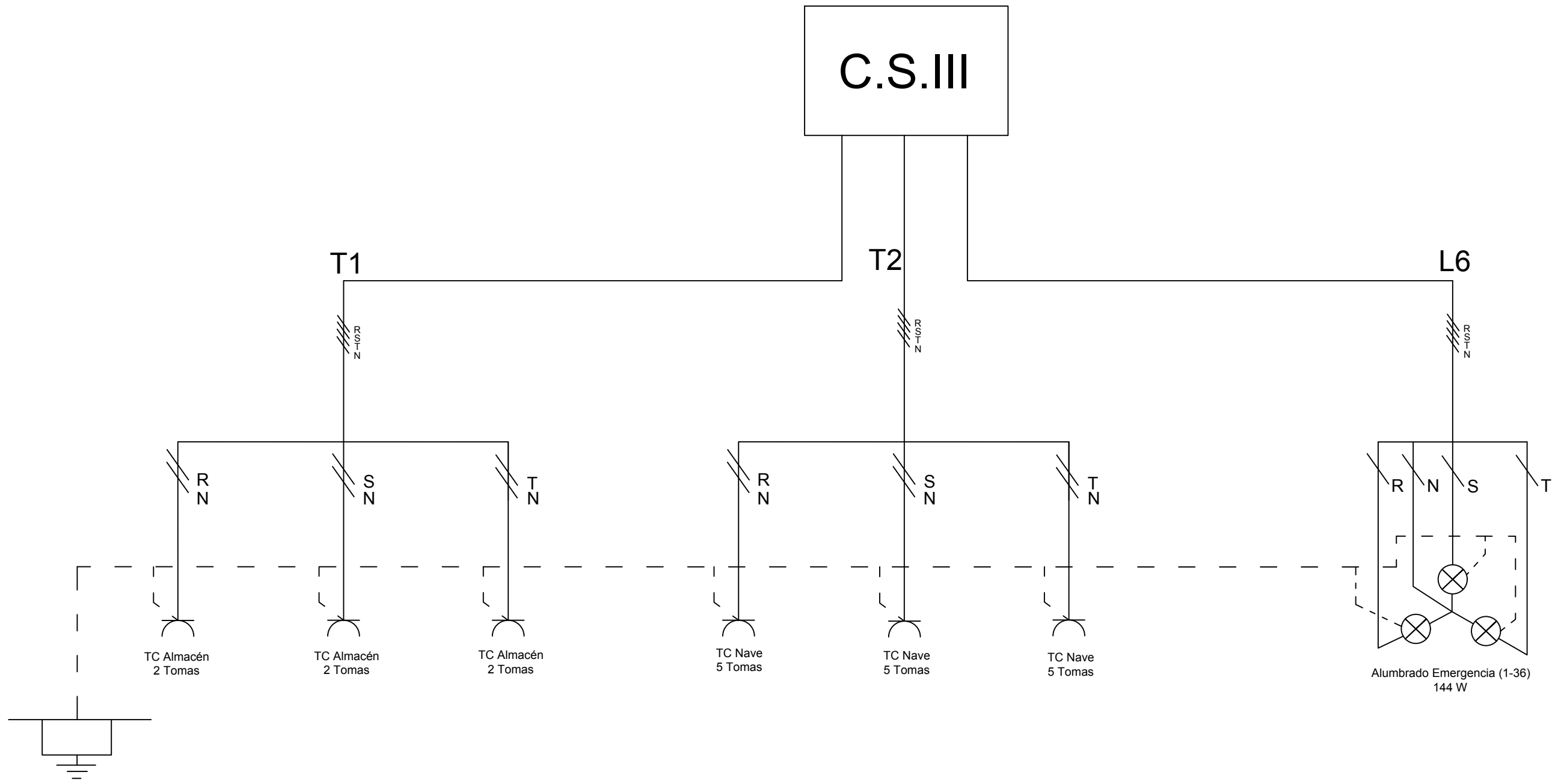


LEYENDA	
	Conmutador
	Interruptor
	Interruptor de cruce
	Luminaria

Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR ALUMBRADO OFICINAS		REALIZADO: ANCIZU OSCOZ, IBAN
		FIRMA:
	FECHA: 4/06/18	ESCALA: S/E
		Nº PLANO: 27



 Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
	INGENIERO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO	REALIZADO: ANCIZU OSCOZ, IBAN	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		FIRMA:	
PLANO: UNIFILAR TOMAS DE CORRIENTE OFICINAS	FECHA: 4/06/18	ESCALA: S/E	Nº PLANO: 28



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		REALIZADO: ANCIZU OSCOZ, IBAN
PLANO: UNIFILAR TC Y ALUMBRADO DE EMERGENCIA NAVE		FIRMA:	FECHA: 4/06/18
		ESCALA: S/E	Nº PLANO: 29



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

Título del proyecto :

**“INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA
TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN”**

Documento 4: PLIEGO DE CONDICIONES

Autor: Ancizu Oscoz, Iban

Tutor: Crespo Ganuza, José Javier



ÍNDICE

4.1	Introducción	3
4.2	Objeto	3
4.3	Condiciones generales	3
4.3.1	Normas generales	3
4.3.2	Ámbito de aplicación	3
4.3.3	Conformidad y variación de las condiciones	3
4.3.4	Rescisión del contrato	4
4.3.5	Condiciones generales	4
4.4	Condiciones generales de ejecución	4
4.4.1	Datos de obra	4
4.4.2	Obras que comprende	5
4.4.3	Mejoras y variaciones del proyecto	5
4.4.4	Personal	5
4.4.5	Abono de la obra	6
4.4.6	Condiciones de pago	6
4.5	Condiciones particulares	7
4.5.1	Disposiciones aplicables	7
4.5.2	Contradicciones y omisiones del proyecto	7
4.5.3	Prototipos	7
4.6	Normativa general	7
4.7	Conductores	8
4.7.1	Materiales	8
4.7.2	Instalaciones de conductores aislados	9
4.7.3	Sección mínima del conductor neutro	9
4.7.4	Continuidad del conductor neutro	10
4.7.5	Sección de los conductores	10
4.8	Cálculo del centro de transformación	10
4.8.1	Normas de ejecución de las instalaciones	11
4.8.2	Ejecución de las obras	11
4.8.3	Ensayos	12
4.9	Redes subterráneas de baja tensión	12
4.9.1	Objetivo	12
4.9.2	Condiciones generales	12
4.9.3	Ejecución del trabajo	12
4.9.4	Trazado de zanjas	12
4.9.5	Tendido de conductores	13
4.9.6	Identificación del conductor	14
4.9.7	Cierre de zanjas	14
4.10	Protección contra sobreintensidades y sobretensiones	14
4.10.1	Protección de las instalaciones	14
4.10.1.1	Protección contra sobreintensidades	14
4.10.1.2	Protección contra sobrecargas	15



4.10.2	Situación de los dispositivos de protección	15
4.10.3	Características de los dispositivos de protección	15
4.11	Protección contra contactos directos e indirectos	16
4.11.1	Protección contra contactos directos	16
4.11.2	Protección contra contactos indirectos	16
4.11.3	Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto	17
4.12	Receptores	17
4.12.1	Condiciones generales de la instalación	17
4.12.2	Receptores de alumbrado. Instalación	18
4.12.3	Conexiones de receptores	18
4.12.4	Receptores a motor. Instalación	19
4.12.5	Materiales auxiliares	19
4.12.6	Aparatos de caldeo	19
4.13	Alumbrados especiales	20
4.13.1	Alumbrado de emergencia	20
4.13.2	Alumbrado de señalización	20
4.12.3	Locales que deberán ser provistos de alumbrados especiales	20
4.13.4	Fuentes propias de energía	21
4.13.5	Instrucciones complementarias	21
4.14	Alumbrados especiales	21
4.14.1	Prescripciones de carácter general	21
4.15	Mejoramiento del factor de potencia (Cos φ)	22
4.16	Puesta a tierra	22
4.16.1	Objetivo de las puestas a tierra	23
4.16.2	Definición	23
4.16.3	Partes que forman la puesta a tierra	23
4.16.4	Electrodos, naturaleza, constitución, dimensiones y condiciones de instalación	24
4.16.5	Resistencias de tierra	25
4.16.6	Características y condiciones de instalación de las líneas de enlace con tierra	25
4.16.7	Separación entre las tomas de tierra de las masas, de las instalaciones de utilización y las masas de un centro de transformación	26
4.16.8	Revisión de las tomas de tierra	27
4.16.9	Generalidades...	27
4.16.10	Ensayos	28
4.17	Consideraciones de carácter general	28
4.17.1	Recepción provisional	28
4.17.2	Actade comprobación de los resultados eléctricos	28
4.17.3	Medición de las caídas de tensión	28
4.17.4	Medición de tierras	28
4.17.5	Medición de aislamiento	29
4.17.6	Medición del factor de potencia	29
4.17.7	Comprobación del reparto de cargas	29
4.17.8	Comprobación de conexiones	29
4.18	Condiciones generales de índole económica	29



4.1 INTRODUCCIÓN

El presente Pliego comprende las condiciones especificadas en las Instrucciones del Ministerio de Industria y Energía señaladas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y Reglamento de Centros de Transformación, las Normas UNE, y las Normas Tecnológicas de Edificación (NTE).

4.2 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 ajustarla 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 elaboración de pistones forjados de aluminio.

La nave se encuentra situada en la calle A, nº 20, el polígono industrial Elordi de Iraizotz (Ultzama), con código postal 31797 Iraizotz, (Navarra), España.

4.3 CONDICIONES GENERALES

4.3.1 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 sean establecidas en la memoria descriptiva del mismo.

Se adaptarán, además, a las condiciones particulares que complementarán las indicadas por los reglamentos y normas citadas.

4.3.2 ÁMBITO DE 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.

4.3.3 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.

4.3.4 RESCISIÓN DEL CONTRATO



Se considerarán causas suficientes para la rescisión del contrato las siguientes:

- ❖ Muerte o incapacitación del Contratista.
- ❖ La quiebra del contratista.
- ❖ Modificación del proyecto cuando produzca alteración en más o menos 25% del valor contratado.
- ❖ Modificación de las unidades de obra en número superior al 40% del original.
- ❖ La no iniciación de las obras en el plazo estimulado cuando sea por causas ajenas a la Propiedad.
- ❖ La suspensión de las obras ya iniciadas siempre que el plazo de Suspensión sea mayor de seis meses.
- ❖ Incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique mala fe.
- ❖ Terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar ésta.
- ❖ Actuación de mala fe en la ejecución de los trabajos.
- ❖ Destajar o subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin la autorización del Técnico Director y la Propiedad.

4.3.5 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.

4.4 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN

4.4.1 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.



4.4.2 OBRAS QUE COMPRENDE

Las obras se ejecutan conforme al proyecto, a las condiciones contenidas en este pliego de condiciones y el particular, si lo hubiere, 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 de 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.
 - Instalación de cableado.
 - Instalación de las protecciones eléctricas.
 - Colocación de bandejas y tubos protectores para cableado.
 - Instalación del centro de transformación.

4.4.3 MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO

No se considerarán como mejoras ó 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.

4.4.4 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 llevarlo a cabo con la conveniente rapidez, así como organizar el número de brigadas que se le indiquen, para trabajar 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 que por errores, inexperiencia o empleo de métodos inadecuados 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.

4.4.5 ABONO DE LA OBRA

En el contrato se deberá fijar detalladamente la forma y plazos que se abonarán las obras. Las liquidaciones parciales que puedan establecerse tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a las certificaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo, dichas liquidaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprenden. Terminadas las obras se procederá a la liquidación final que se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

Cuando la propiedad o el director de la obra presumiese la existencia de vicios o defectos de construcción sea en el curso de ejecución de la obra o antes de su recepción definitiva, podrán ordenar la demolición y reconstrucción en la parte o extensión necesaria. Los gastos de estas operaciones serán de cuenta del contratista, cuando se confirmen los vicios o defectos supuestos.

4.4.6 CONDICIONES DE PAGO

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas, completamente terminadas, a los precios indicados en el presupuesto, y aplicándoles el coeficiente de subasta si lo hubiere.

Si alguna obra no se halla debidamente ejecutada, con sujeción estricta a las condiciones del contrato y fuese, sin embargo, admitida, podrá ser recibida provisional y aun definitivamente, en su caso; pero el contratista quedará obligado a conformarse con la rebaja que el director de obra señale y la propiedad apruebe, salvo en el caso que prefiera demolerla y rehacer a su costa, con arreglo a las condiciones del contrato.

No tendrá derecho el contratista a abono de obras ejecutadas sin orden concreta de la propiedad o del director de obra. Las obras accesorias y auxiliares ordenadas al contratista, se abonarán a precios de la contrata, si le son aceptables, con la rebaja correspondiente o la bonificación hecha en subasta.

Si contienen materiales o unidades de obra no previstas en el proyecto, y que por tanto, no tiene precio señalado en el presupuesto, se determinará previamente el correspondiente precio contradictorio entre la propiedad y el contratista.

Si se ejecutan las obras sin haberse cumplido este requisito previo, deberá conformarse con la tasación que realiza el director de obra.



4.5 CONDICIONES PARTICULARES

4.5.1 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 dicha normativa, las especificaciones recogidas en las Normas internacionales ISO; CIE; CEI o en su defecto DIN; UTE o rango equivalente.
- Normas de la compañía suministradora de energía.

4.5.2 CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO

Lo mencionado en la memoria y omitido en los planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos; en caso de contradicción 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.

4.5.3 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 podrá realizar los ensayos que estime oportunos.

Tanto los materiales como el importe de los ensayos, serán por cuenta del adjudicatario.

4.6 NORMATIVA GENERAL

- 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.
- 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.



- 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 prescripciones 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.
- 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, tenga las dimensiones necesarias para el montaje de los equipos 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.
- Corresponde al Ministerio de Industria, con arreglo a la ley de 24 de noviembre de 1939, la ordenación e inspección de la generación, transformación, distribución y aplicación de la energía eléctrica.
- Las delegaciones provinciales del Ministerio de Industria, 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 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.

4.7 CONDUCTORES

4.7.1 MATERIALES

Los conductores utilizados en las redes aéreas serán de cobre, aluminio o de otros materiales o aleaciones que posean características eléctricas y mecánicas adecuadas. Pueden ser desnudos o aislados. Los conductores aislados serán de tensión nominal no inferior a 100 V. Y tendrán un aislamiento apropiado que garantice una buena resistencia a las acciones de la intemperie.

Podrán utilizarse conductores de menor tensión nominal siempre que cumplan las condiciones de instalación señaladas para los mismos en la instrucción ITC-BT-03.

Los aisladores serán de porcelana, vidrio o de otros materiales aislantes equivalentes que resistan las acciones de la intemperie, especialmente las variaciones de temperatura y la corrosión, debiendo ofrecer una resistencia suficiente a los esfuerzos mecánicos a que estén sometidos.



4.7.2 INSTALACIONES DE CONDUCTORES AISLADOS

Cuando se trate de conductores de tensión nominal inferior a 1000 V:

- Sobre aisladores de 1000 voltios de tensión nominal.
- Bajo envueltas aislantes resistentes a la intemperie que proporcionen un aislamiento con relación a tierra equivalente a 1000 voltios de tensión nominal.

Los empalmes y conexiones de conductores se realizarán cuidadosamente, de modo que en ellos la elevación de temperatura no sea superior a la de los conductores.

Se utilizarán piezas metálicas apropiadas resistentes a la corrosión, que aseguren un contacto eléctrico eficaz.

En los conductores sometidos a tracción mecánica, los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del conductor, el 90 % de su carga de rotura, no siendo admisible en estos empalmes su realización por soldadura o por torsión directa de los conductores, aunque este último sistema puede utilizarse cuando estos sean de cobre y su sección no superior a 100 mm².

En los empalmes y conexiones de conductores aislados o de estos con conductores desnudos se utilizarán accesorios adecuados resistentes a las acciones de la intemperie y se colocarán de forma que evite la filtración de humedad en los conductores aislados.

Las derivaciones se harán en las proximidades inmediatas de los soportes de línea (aisladores, cajas de derivación, etc.) y no originarán tracción mecánica sobre la misma.

4.7.3 SECCIÓN MÍNIMA DEL CONDUCTOR NEUTRO

El conductor neutro tendrá, como mínimo, la sección que a continuación se especifica:

- En distribución monofásica o de corriente continua:
 - A dos hilos: igual a la del conductor de fase o polar.
 - A tres hilos: hasta 16 mm² de cobre, igual a la del conductor de fase o polar; para secciones entre 16 y 35 mm² será de 16 mm²; para secciones superiores a 35 mm² la mitad de la sección de los conductores de fase.
- En distribuciones trifásicas:
 - A cuatro hilos (tres fases y neutro): hasta 16 mm² de cobre, igual a la del conductor de fase o polar; para secciones entre 16 y 35 mm² será de 16 mm²; para secciones superiores a 35 mm² la mitad de sección de los conductores de fase.



4.7.4 CONTINUIDAD DEL CONDUCTOR NEUTRO

El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución, salvo que esta interrupción sea realizada por alguno de los dispositivos siguientes:

- Interruptores o seccionadores omnipolares que actúen sobre el neutro al mismo tiempo que en las fases o que establezcan la conexión del neutro antes que las fases y desconecten estas antes que el neutro.
- Uniones amovibles en el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señaladas y que sólo pueden ser maniobradas mediante herramientas adecuadas, no debiendo, en este caso, ser seccionado el neutro sin que lo estén previamente las fases, ni conectadas estas sin haberlo sido el neutro previamente.

4.7.5 SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES

La sección de los conductores a utilizar se determina de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea menor de 4.5% de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado y del 6.5 % para los demás usos. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos susceptibles de funcionar simultáneamente.

4.8 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El edificio, local o recinto destinado a alojar en su interior la instalación eléctrica descrita en el presente proyecto, cumplirá las Condiciones Generales prescritas en las Instrucciones del MIE-RAT14 del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, referentes a su situación, inaccessibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado y canalizaciones, etc.

El Centro será construido enteramente con materiales no combustibles.

Los elementos delimitadores del Centro (muros exteriores, cubiertas, solera, puertas, etc.), así como los estructurales en él contenidos (columnas, vigas, etc.) tendrán una resistencia al fuego de acuerdo con la norma NBECPI-96 y los materiales constructivos del revestimiento interior (paramento, pavimento y techo) serán de clase MO de acuerdo con la Norma UNE23727.

El Centro tendrá un aislamiento acústico de forma que no transmitan niveles sonoros superiores a los permitidos por las Ordenanzas Municipales. Concretamente, no se superarán los 30Dba durante el periodo nocturno (y los 55dBA durante el periodo diurno).

Ninguna de las aberturas del Centro será tal que permita el paso de cuerpos sólidos de más de 12 mm de diámetro. Las aberturas próximas a partes en tensión no permitirán el paso de cuerpos sólidos de más de 2,5 mm de diámetro, y además existirá una disposición laberíntica que impida tocar el objeto o parte en tensión.



4.8.1 NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Todas las normas de construcción e instalación del centro se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de IBERDROLA.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y remplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

4.8.2 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Las celdas se colocarán en el lugar indicado en los planos. La colocación en lugar distinto al indicado, deberá ser aprobada por el Ingeniero Director. El instalador deberá realizar, en este caso, los planos de montaje necesarios, en los cuales se indiquen los nuevos canales para paso de conductores y cualquier otra instalación que, como consecuencia del cambio, se vea afectada. El conjunto de las nuevas instalaciones deberá ser aprobado por el Ingeniero Director.

La barra de puesta a tierra se conectará a lo largo de todas las celdas y a la que deberán conectarse todas las envolventes de las celdas y los elementos metálicos que tengan acceso directo. En los extremos de la barra, se conectará el cable principal de tierra con elementos apropiados de conexión.

Todas las armaduras y plantillas de los cables deberán ponerse a tierra.

La propiedad recibirá a la entrega de la instalación planos definitivos del montaje, con indicación de los datos referentes a resistencia de tierra, obtenidos en las mediciones efectuadas, así como los correspondientes a potencias máximas de utilización y márgenes de ampliación, si hubiesen sido tenidos en cuenta en el Proyecto.

En general, las obras e instalaciones se realizarán cumpliendo las instrucciones técnicas complementarias aprobadas en el reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

El contratista deberá cuidar y responsabilizarse de que, por parte del personal que realiza los trabajos, se cumplan las normas reguladas en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo y en especial los Artículos 62 y 66.



4.8.3 ENSAYOS

La aparatenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA, conforme a las cuales está fabricada.

Asimismo, una vez ejecutado la instalación, se procederá, por parte de una entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra.
- Tensiones de paso y de contacto.

4.9 REDES SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN

4.9.1 OBJETIVO

Se determinan las condiciones mínimas aceptables APRA la ejecución de las obras en la instalación de redes subterráneas de distribución.

4.9.2 CONDICIONES GENERALES

Se refieren al suministro e instalación 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 íntegramente.

4.9.3 EJECUCIÓN DEL TRABAJO

Corresponde al contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

4.9.4 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 tomas donde se dejan las llaves para la contención del terreno. Su 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 determinarán 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.



4.9.5 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 le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por mm² 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°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 10 cm 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 0,5 m. 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, envolviendo 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.

4.9.6 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 30 cm, tal y como se indica en las normas UNE-21123 y R.U.3305.

4.9.7 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 20 centímetros de forma manual.

El cierre de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10 cm 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.

4.10 PROTECCIONES CONTRA SOBREINTENSIDADES Y SOBRETENSIONES

4.10.1 PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES

4.10.1.1 Protección contra sobreintensidades

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción 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 las sobreintensidades.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.



4.10.1.2 Protección 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 dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

4.10.2 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 sobrecargas y cortocircuitos.

4.10.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

Deberán poder soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos, presentado 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 cierra. 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.

Los interruptores automáticos, llevarán marcada su intensidad y tensión nominal, 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.



4.11 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

4.11.1 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 con un mínimo de 2,5 metros hacia arriba, 1 metros abajo y 1 metro 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 medio 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.

4.11.2 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 mas adecuada.

Para instalaciones con tensiones superiores a 250 V 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 simultáneamente 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.

4.11.3 PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS Y DISPOSITIVOS DE CORTE POR INTENSIDAD DE DEFECTO

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 deben 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 a proteger, determina la sensibilidad de funcionamiento del aparato.

4.12 RECEPTORES

4.12.1 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 prescripciones de carácter particular, deberán estar protegidos contra sobrintensidades siendo de aplicación para ellos lo dispuesto en la instrucción ITC-BT-22. Se adoptarán las características intensidad-tiempo de los dispositivos, de acuerdo con las características y condiciones de utilización de los receptores a proteger.



4.12.2 RECEPTORES DE ALUMBRAD. 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 sistema similar.

Si se emplea otro sistema de suspensión, este deberá ser firme y estar aislado totalmente de la armadura.

En caso de lámpara fluorescente 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 hasta 0,90.

Para la instalación de lámparas suspendidas en el exterior, se seguirá lo dispuesto a la ITC-BT-09 del RBT.

4.12.3 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 prescripciones 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 conductor movable. 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 movable, 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 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 a su conductor de alimentación, alcanzan más de 85 grados centígrados de temperatura, la envolvente exterior del conductor no será de material termoplástico.

La conexión de conductores movibles a la instalación alimentadora se realizará utilizando:

- Tomas de corriente
- Cajas de conexión
- Trole para el caso de vehículos a tracción eléctrica o aparatos movibles



4.12.4 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:

- 0,5 metros si la potencia del motor es igual o menor a 1 KW
- 1 metro si la potencia nominal es superior a 1 KW

Todos los motores de potencia superior a 0,25 CV, y todos los situados en los locales con riesgo de incendio o explosión, tendrán su instalación propia de protección.

Esta constará de por lo 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 accidente o perjudicar a éste.

4.12.5 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.

4.12.6 APARATOS DE CALDEO

Los aparatos de caldeo se instalarán de manera que no puedan inflamar las materias combustibles circundantes, aun en caso de empleo negligente o defectos previsibles de los mismos.

Los aparatos de caldeo industrial que estén destinados a estar en contacto con materias combustibles o inflamables y que en su uso normal no estén bajo la vigilancia de un operario, estarán provistos de un limitador de temperatura que interrumpa o reduzca el caldeo antes de alcanzar una temperatura peligrosa.

Los aparatos de caldeo por aire caliente estarán constituidos de manera que su elemento de caldeo sólo pueda ponerse en servicio después de hacerlo el ventilador correspondiente y cese aquel cuando el ventilador deje de funcionar.

Los aparatos fijos, llevarán además, dos limitadores de temperatura, independientes entre sí, que impidan una elevación excesiva de ésta en los conductos de aire.



4.13 ALUMBRADOS ESPECIALES

4.13.1 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 este se instale, así como sus accesos, estarán provistos de alumbrado de emergencia.

Deberá entrar en funcionamiento al producirse el fallo de los alumbrados generales o cuando la tensión de estos baje a menos del 70% de su tensión nominal.

4.13.2 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 fuente 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.

4.13.3 LOCALES QUE DEBERÍAN SER PROVISTOS DE ALUMBRADOS ESPECIALES

- **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 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.



4.13.4 FUENTES PROPIAS DE ENERGIA

La fuente propia de energía estará constituida 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 distribuidores de la 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.

4.13.5 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 10 amperios 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.

4.14 LOCAL

4.14.1 PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL

Las instalaciones en los locales a que afectan las presentes prescripciones, cumplirán las condiciones de carácter general que a continuación se señalan, así como para determinados locales, las complementarias que más adelante se fijan:

- Será necesario disponer de una acometida individual, siempre que el conjunto de las dependencias del local considerado constituya un edificio independiente o, igualmente, e 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.
- El cuadro general de distribución deberá colocarse en el punto más próximoposible a la entrada de la acometida o de la derivación individual y se colocará junto o sobre é 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 saldrá 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.
- 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 incendio 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, y siempre del cuadro general.
- 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.

- 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.
- 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 construidos en materiales incombustibles.
 - Conductores rígidos, aislados de tensión nominal no inferior a 1000V, armados directamente sobre paredes.
- Se adoptarán las disposiciones convenientes para que las instalaciones no puedan ser alimentadas simultáneamente por dos fuentes de alimentación independientes entre sí.

4.15 MEJORAMIENTO DEL FACTOR DE POTENCIA ($\text{Cos } \varphi$)

Las instalaciones que suministren energía a receptores de los que resulte un factor de potencia inferior a 0,90 deberán ser compensadas, sin 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 estos con los receptores pueda ser cortada por medio de interruptores, estarán provistos aquellos de resistencias o reactancias de descarga a tierra.



4.16 PUESTA A TIERRA

4.16.1 OBJETIVO DE LAS PUESTAS A TIERRA

Las puestas a tierra se establecen con el objetivo principal de limitar la tensión que con respecto a tierra pueden presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

4.16.2 DEFINICIÓN

La denominación “puesta a tierra”, comprende toda ligazón metálica directa, sin fusibles ni protección alguna de sección suficiente entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo, con objeto de conseguir que el conjunto de instalaciones, no existan diferencias de potencial peligrosas y que al mismo tiempo permita el paso a tierra de las corrientes de falta o de descarga de origen atmosférico.

4.16.3 PARTES QUE FORMAN LA PUESTA A TIERRA

➤ Toma de tierra:

Las tomas de tierra están constituidas por los siguientes elementos:

- **Electrodo:** Es una masa metálica, permanente en contacto con el terreno, para facilitar el paso de las corrientes de defecto que puedan producirse o la carga eléctrica que tenga o pueda tener hasta el terreno.
- **Línea de enlace con tierra:** Está formada por los conductores que unen el electrodo o conjunto de electrodos con el punto de puesta a tierra.
- **Punto de puesta a tierra:** Es un punto situado fuera del suelo que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra.

Las instalaciones que lo precisen dispondrán 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 que permita la unión entre los conductores de las líneas de enlace y principal de tierra, de forma que pueda, mediante útiles apropiados separarse estas, con el fin de poder realizar la medida de resistencia a tierra.

➤ Líneas principales de tierra:

Estarán formadas por conductores que partirán del punto de puesta a tierra y a las cuales estarán conectadas las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de las masas generalmente a través de los conductores de protección.



- Derivaciones de las líneas principales de tierra:

Estarán constituidas por conductores que unirán la línea principal de tierra con los conductores de protección o directamente con las masas.

- Conductores de protección:

Sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos. En el circuito de puesta a tierra, los conductores de protección unirán las masas a la línea principal de tierra.

En otros casos reciben igualmente el nombre de conductores de protección aquellos que tienen las masas:

- Al neutro de la red.
- A otras masas.
- A elementos metálicos distintos de las masas.
- A un relé de protección.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos, cualesquiera que sean estos. Siempre la conexión de las masas y los elementos metálicos al circuito de puesta a tierra se efectuara por derivaciones desde este.

Se considera independiente una toma de tierra respecto a otra cuando una de las tomas a tierra no alcance, respecto de un punto a potencial cero, una tensión superior a 50V cuando la otra toma disipa la máxima corriente de tierra prevista.

4.16.4 ELECTRODOS, NATURALEZA, CONSTITUCIÓN, DIMENSIONES Y CONDICIONES DE INSTALACIÓN

Los electrodos pueden ser artificiales o naturales. Se entiende por electrodos artificiales los establecidos con el exclusivo objetivo de obtener la puesta a tierra, y por electrodos naturales las masas metálicas que puedan existir enterradas.

Para las puestas a tierra se emplearán principalmente electrodos artificiales. No obstante, los electrodos naturales que existieran en la zona de una instalación y que presenten y aseguren un buen contacto permanente con el terreno puedan utilizarse bien solos o conjuntamente con otros electrodos artificiales. En general, se puede prescindir de estos cuando su instalación presente requisitos anteriormente señalados, con sección suficiente y la resistencia de tierra que se obtenga con los mismos presentes un valor adecuado.

- Picas verticales:

Las picas verticales podrán estar constituidas por:

- Tubos de acero galvanizado de 25 mm de diámetro exterior, como mínimo.
- Perfiles de acero dulce galvanizado de 60 mm de lado, como mínimo.



- Barras 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.

Las longitudes mínimas de estos electrodos no serán inferiores a 2 metros si son necesarias dos picas conectadas en paralelo con el fin de conseguir una resistencia de tierra admisible, la separación entre ellas es recomendable que sea igual, al menos a la longitud enterrada de las mismas; si son necesarias varias picas conectadas en paralelo, la separación entre ellas deberá ser mayor que en el caso anterior.

4.16.5 RESISTENCIAS DE TIERRA

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella en cada caso.

Este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor
- 50 V en los demás casos

La resistencia de tierra de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno y varía también con la profundidad.

Bien entendido que los cálculos efectuados a partir de estos valores no dan más que un valor muy apropiado de la resistencia de tierra del electrodo.

4.16.6 CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES DE INSTALACIÓN DE LAS LÍNEAS DE ENLACE CON TIERRA

Los conductores que constituyen las líneas de enlace con tierra, las líneas principales de tierra y sus derivaciones, serán de cobre o de otro metal de alto punto de fusión y su sección debe ser ampliamente dimensionada de tal forma que cumpla las condiciones siguientes:

- La máxima corriente de falta que pueda producirse en cualquier punto de la instalación no debe originar en el conductor una temperatura cercana a la de fusión, ni poner en peligro los empalmes o conexiones en el tiempo máximo previsible de la duración de la falta, el cual sólo podrá ser considerado como menor de dos segundos en los casos justificados por las características de los dispositivos de corte utilizados.
- De cualquier forma los conductores no podrán ser, en ningún caso, de menos de 16 mm² de sección para las líneas principales de tierra ni de 35 mm² para las líneas de enlace con tierra, si son de cobre. Para otros metales o combinaciones de ellos, la sección mínima será aquella que tenga la misma conductancia que un cable de cobre de 16 mm² o 35 mm², según el caso.

Para las derivaciones de las líneas principales de tierra, las secciones mínimas serán las que se indican en la instrucción ITC BT 18 para los conductores de protección. Los conductores



de enlace con tierra desnudos enterrados en el suelo se considerará que forman parte del electrodo.

Si en una instalación existen tomas de tierra independientes, se mantendrá entre los conductores de tierra un aislamiento apropiado a las tensiones susceptibles de aparecer entre estos electrodos en caso de falta.

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 desgaste mecánico. Además, los conductores de protección cumplirán con lo establecido en la instrucción ITC-BT-18.

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico tanto con las partes metálicas y masa que se desean poner a tierra como con el electrodo. A estos efectos se dispone que las conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y con los electrodos se efectúen con todo cuidado 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 tales como estaño, plata, etc.

Los contactos deben disponerse limpios, sin humedad y en forma tal que no sea fácil que la acción del tiempo destruya por efectos electroquímicas las conexiones efectuadas. A este fin, y procurando siempre que la resistencia de los contactos no sea elevada, se protegerán estos de forma adecuada con envoltentes o pastas, si ello se estimase conveniente.

Se prohíbe intercalar en los circuitos de tierra seccionadores, fusibles o interruptores. Sólo se permite disponer de un dispositivo de corte en los puntos de puesta a tierra, de forma que permita medir la resistencia de la toma a tierra.

4.16.7 SEPARACIÓN ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA DE LAS MASAS, DE LAS INSTALACIONES DE UTILIZACIÓN Y LAS MASAS DE UN C.T.

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masas, no estarán unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación. Si no se hace el control mediante la medida efectuada entre la toma de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas del centro de transformación, se considera que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

- No existe canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalizaciones de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona donde se encuentran los aparatos de utilización.
- La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra de otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos de 15 metros para terrenos cuya resistividad no sea elevada ($100 \text{ Ohm} \times \text{m}$). Cuando el terreno sea mal conductor esta distancia será aumentada.



- El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización, o bien si está contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, está establecido de tal forma que sus elementos metálicos no estén unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

4.16.8 REVISIÓN DE LAS TOMAS DE TIERRA

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad, cualquier instalación de toma de tierra deberá ser obligatoriamente comprobada por los servicios oficiales en el momento de dar de alta la instalación para el funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuará esta comprobación anualmente en la época en que el terreno esté mas seco. Para ello se medirá la resistencia de tierra, reparando inmediatamente los defectos que se encuentren. En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, estos, así como también los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

4.16.9 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.



4.16.9 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 normativa 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 los fijados por la NTE-IEP/1973: "Instalaciones de electricidad: Puesta a Tierra".

4.17 CONSIDERACIONES DE CARÁCTER GENERAL

4.17.1 RECEPCIÓN PROVISIONAL

Terminadas las obras e instalaciones, y como requisito previo a la recepción provisional de las mismas, la dirección facultativa procederá a la realización de los ensayos y medidas necesarias para comprobar que los resultados y condiciones de la instalación son satisfactorios. Si los resultados no fuesen satisfactorios, el contratista realizará cuantas modificaciones y operaciones sean necesarias para lograrlo.

Obtenidos los resultados satisfactorios, se procederá a la redacción y firma del documento de recepción provisional, al que se acompañarán dos actas firmadas por las direcciones facultativas y visadas por el colegio oficial correspondiente en las que se recoja lo siguiente:

"Al término de las obras y antes de la entrada en servicio serán examinadas y comprobadas por la Dirección Facultativa, las condiciones de funcionamiento de la instalación y, si las mismas son las adecuadas, se procederá a redactar el documento de Recepción Provisional, al que se adjuntarán las siguientes actas".

4.17.2 ACTA DE COMPRABACIÓN DE LOS RESULTADOS ELÉCTRICOS

Previa comprobación sobre el terreno, se recogerán en acta firmada por la Dirección Facultativa las siguientes medidas eléctricas que nunca podrán ser inferiores a las del Proyecto y a las preceptuadas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias del mismo.

4.17.3 MEDICIÓN DE LAS CAÍDAS DE TENSIÓN

Con toda la instalación enmarca se medirá la tensión en la acometida desde el Centro retransformación y en los extremos de los diversos circuitos, comprobándose si las caídas de tensión son las admitidas.

4.17.4 MEDICIÓN DE TIERRAS

Se medirá la resistencia a tierra a lo largo de los elementos que componen el circuito de tierra y se comprobará que no es inferior al límite establecido.



4.17.5 MEDIDA DE AISLAMIENTO

Con los correspondientes elementos de la instalación conectados, se medirá la resistencia de aislamiento de cada circuito y la total, comprobándose que no es inferior al límite establecido.

4.17.6 MEDIDA DEL FACTOR DE POTENCIA

Se medirá el factor de potencia de la acometida del centro de transformación, estando toda la instalación conectada y se comprobará que es superior o igual a 0,9.

4.17.7 COMPROBACIÓN DEL REPARTO DE CARGAS

Se conectará por separado cada uno de los circuitos y se comprobará que las fases a las que están conectados son las que correspondan.

Seguidamente, se conectarán todos los elementos de la instalación y se medirá la intensidad de régimen de cada una de las fases en el centro de transformación y se comprobará que el desequilibrio es inferior al admisible.

4.17.8 COMPROBACIÓN DE CONEXIONES

Se comprobará que la intensidad nominal de los circuitos no supere el valor de la intensidad máxima admisible en el conductor protegido.

4.18 CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE ECONÓMICA

Como base general de estas condiciones generales de índole económica, se establece el principio de que el contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que éstos se hayan realizado con arreglo y sujeción al proyecto y condiciones generales y particulares que rijan la construcción del edificio y obra aneja contratada.

El ingeniero podrá exigir al contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de si éste reúne todas las condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del contrato. Dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el contratista antes de la firma del Contrato.

Se exigirá al contratista, para que cumpla con lo contratado, una fianza del 10% del Presupuesto de las obras adjudicadas.

Si, el contratista, se negara a hacer por su cuenta los trabajos precisos para realizar la obra en las condiciones contratadas, el ingeniero director, en representación del propietario, las ordenará ejecutar a un tercero o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el propietario en el caso de que el importe de la fianza no bastase para abonar el total de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo. La fianza depositada será devuelta al contratista en un plazo que no excederá en 8 días, una vez firmada el acta de la recepción definitiva de la obra, siempre que el contratista haya acreditado, por medio de certificación del ayuntamiento, que no existe reclamación alguna contra él por daños y perjuicios que sean de su cuenta o por deudas de los jornales o los materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en los trabajos.



Los precios de unidades de obra, así como de los materiales, se fijarán entre el ingeniero director y el contratista o su representante expresamente designado para estos efectos. El contratista los presentará descompuestos, siendo condición necesaria la presentación y aprobación de estos precios antes de proceder a la ejecución de las unidades de obra correspondientes.

De los precios así acordados se levantarán actas, que firmarán por triplicado: el ingeniero director, el propietario y el contratista o los representantes autorizados a estos efectos por ellos.

Si el contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación y observación oportuna, no podrá, bajo ningún pretexto de error u omisión, reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base a la ejecución de la obra.

Tampoco se le admitirá reclamación de clase alguna fundada en indicaciones que sobre las obras se hagan en la memoria, por no ser éste el documento que sirve de base a la contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos que el Presupuesto pueda tener, ya por variación de los precios con respecto de los de los cuadros correspondientes, y a por errores aritméticos en las cantidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de la rescisión del contrato, señalados en los documentos relativos a las condiciones generales o particulares de índole facultativa, salvo en el caso de que el ingeniero director o el contratista los hubieran hecho notar en el plazo de 4 meses, contados desde la fecha de adjudicación.

Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporcional hecha en la Contrata, respecto del importe del presupuesto que a de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones, y la cantidad ofrecida.

Contratándose las obras a riesgo y altura y ventura, es natural por ello que, en principio, no se debe admitir la revisión de los precios contratados. No obstante, y dada la variabilidad continua de los precios de los jornales y sus cargas sociales, así como la de los materiales y transportes, que son características en determinadas épocas anormales, se admite durante ellas la revisión de los precios contratados, bien en alza o en baja, y en armonía con las oscilaciones de los precios en el mercado, siempre y cuando se convenga en el oportuno contrato de ejecución de obras.

Por ello, y en los casos de revisión al alza, el contratista puede solicitar la del propietario, en cuanto se produzca cualquier alteración del precio que repercuta aumentando los contratos. Ambas partes convendrán el nuevo precio unitario, antes de comenzar o reanudar la ejecución de la unidad de obra en que intervenga el elemento cuyo precio en el mercado haya aumentado, especificándose y acordándose, también previamente, la fecha a partir de la cual se haya subido, aplicándose el precio revisado y elevado, para lo cual se tendrá en cuenta, siempre que proceda, el acopio de materiales en la obra, en el caso de que estuviesen parcial o totalmente abonados por el contratista.

Si el propietario o el ingeniero director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, el transporte, etc., que el contratista desea percibir, aquél tiene la facultad de proponer al contratista, y éste la obligación de aceptarlos, los materiales, transporte, etc. Aprecios inferiores de los pedidos por el contratista, en cuyo caso,



como es lógico y natural, se tendrá en cuenta para la revisión de los precios de los materiales, transporte, etc. Adquiridos por el contratista, merced a la información del propietario.

Cuando el Propietario o el ingeniero director, en su representación, solicita del contratista la revisión de precios, por haber bajado los de jornales, materiales, transporte, etc., se convendrá entre las dos partes la baja a realizar en los precios unitarios vigentes en las obras, en equidad por la baja experimentada por cualquiera de los elementos constitutivos de la unidad de obra y la fecha en que empezarán a regir los precios revisados.

La fórmula de revisión de los precios de la contrata se establecerá de mutuo acuerdo entre las partes contratantes, quedando ésta reflejada en el oportuno contrato de obra.

El Contratista deberá percibir el importe de todas aquellas unidades de obra que haya ejecutado, con arreglo a lo preceptuado en el proyecto, a las condiciones de la Contrata y a las indicaciones y órdenes que, por escrito, entregue el ingeniero director, y siempre dentro de las cifras a que ascienden los presupuestos aprobados.

Tanto en las certificaciones como en la liquidación final, las obras serán, en todo caso, abonadas a los precios que para cada unidad de obra figuran en la oferta aceptada, a los precios contradictorios fijados en el transcurso de las obras, de acuerdo con lo previsto en el presente pliego de condiciones generales de índole económica para estos efectos, así como respecto a las partidas alzadas y obras accesorias y complementarias.

Si las obras se hubiesen adjudicado por subasta o concurso, servirán de base para su valoración los precios que figuran en el presupuesto del proyecto, con las mismas condiciones expresadas anteriormente para los precios de la oferta. A1 resultante de la valoración ejecutada en dicha forma, se le aumentará el tanto por ciento necesario para la obtención del precio de la contrata, y de la cifra obtenida se descontará la que proporcionalmente corresponda a la baja de subasta a remate.

En ningún caso, el número de unidades que se consigne en el proyecto o en el presupuesto, podrá servir de fundamento para reclamaciones de ninguna clase.

Los pagos se efectuarán por el propietario en los plazos previamente establecidos y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra expedidas por el ingeniero director, en virtud de las cuales se verifican dichos pagos.

En ningún caso, el contratista podrá, alegando retraso en los pagos, suspender los trabajos o ejecutarlos a menor ritmo que el corresponda con arreglo a los plazos en que deben terminarse.

El importe de la indemnización que debe abonar el contratista por causa de retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras contratadas, será el importe de la suma de perjuicios materiales causados por la imposibilidad de la ocupación del inmueble, debidamente justificados.

El contratista no tendrá derecho a indemnización por causa de pérdidas, averías o perjuicios ocasionados en las obras, salvo en los casos de fuerza mayor. Para los efectos de este Artículo, se considerarán como tales casos únicamente los que siguen:



- Los incendios causados por electricidad atmosférica.
- Los daños producidos por terremotos o maremotos.
- Los producidos por vientos huracanados, mareas o crecidas de los ríos, superiores a las que sean de prever en el país y siempre que exista constancia inequívoca de que por el contratista se tomaron las medidas posibles dentro de sus medios, para evitar o atenuar los daños.
- Los que provengan de movimientos del terreno en que se están efectuando las obras.

La indemnización se referirá, exclusivamente, al abono de las unidades de obras ya ejecutadas o materiales almacenados a pie de obra, que, en ningún caso, comprenderán medios auxiliares, maquinaria, instalaciones, etc. Propiedad de la contrata.

No se admitirán mejoras en la obra, salvo en el caso de que el ingeniero director haya ordenado por escrito la ejecución de nuevos trabajos o que se mejore la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato.

Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del proyecto, a menos que el ingeniero director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan, por Contrata, los objetos que tengan asegurados.

El importe abonado por la sociedad aseguradora en caso de siniestro se ingresará en cuenta a nombre del propietario, para que, con cargo a la citada sociedad, se abone la obra que se construya, y a medida que ésta se va realizando. El reintegro de dicha cantidad al contratista se efectuará por certificaciones como el resto de los trabajos de construcción.

En ningún caso, salvo conformidad expresa del contratista, hecha en documento público, el propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de la reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto, será motivo suficiente para que el contratista pueda rescindir la contrata, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales almacenados, etc. Y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al contratista por el siniestro y que no se le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la sociedad aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el ingeniero director.

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

Los riesgos asegurados y las condiciones de la póliza o pólizas de seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del propietario, al objeto de obtener de éste su previa conformidad o sus reparos.



Si el contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el periodo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el propietario antes de la recepción definitiva, el Ingeniero director, en representación del propietario, antes de la recepción, procederá a disponer de todo lo que crea necesario para que atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuera menester para su buena conservación, abonándose todo ello a cuenta de la contrata.

Al abandonar el contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras como por rescisión del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el ingeniero director fije.

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

En todo caso, ocupado o no el edificio, el contratista está obligado a revisar y repasar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente pliego de condiciones económicas.

El Ingeniero director se niega de antemano al arbitraje de precios, después de ejecutada la obra, en el supuesto de que los precios base contratados no sean puestos en su conocimiento previamente a la ejecución de la obra.

Pamplona, 5 de Junio de 2018

Ancizu Oscoz, Iban



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

Título del proyecto :

**“INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA
TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN”**

Documento 5: PRESUPUESTO

Autor: Ancizu Oscoz, Iban

Tutor: Crespo Ganuza, José Javier



ÍNDICE

5.1 Capítulo I: Centro de transformación	2
5.1.1 Obra civil	2
5.1.2 Caseta del centro de transformació	2
5.1.3 Transformador de potencia	2
5.1.4 Aparamenta de media tensión	3
5.1.5 Cuadro de Baja Tensión y Cuadro auxiliar del CT	3
5.1.6 Puesta a tierra	4
5.1.7 Tabla resumen capítulo I	4
5.2 Capítulo II: Puesta a tierra	5
5.3 Capítulo III: Acometida	5
5.4 Capítulo IV: Conductores, tubos y canalizaciones	6
5.4.1 Conductores	6
5.4.2 Tubos	7
5.4.3 Canalizaciones	7
5.4.4 Tabla resumen capítulo IV	8
5.5 Capítulo V: Protecciones	8
5.5.1 Cuadro general de distribución	8
5.5.2 Cuadro secundario I	9
5.5.3 Cuadro secundario II	10
5.5.4 Cuadro secundario III	11
5.5.5 Cuadro auxiliar alumbrado interior	11
5.5.6 Cuadro auxiliar oficina	12
5.5.7 Cuadro auxiliar alumbrado exterior	13
5.5.8 Tabla resumen capítulo V	13
5.6 Capítulo VI: Alumbrado	14
5.6.1 Alumbrado interior	14
5.6.2 Alumbrado de emergencia	14
5.6.3 Alumbrado exterior	15
5.6.4 Tabla resumen capítulo VI	15
5.7 Capítulo VII: Tomas de corriente y elementos varios	16
5.8 Capítulo IV: Batería de condensadores	16
5.9 Capítulo IV: Equipo de seguridad y salud	17
5.10 Resumen del presupuesto de la instalación	18



5.1 CAPÍTULO I: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

5.1.1 OBRA CIVIL

Nº de orden	Denominación	Cantidad	Precio/Unidad	Importe
4.1.1	Preparación y acondicionamiento para la instalación del edificio prefabricado de ORMAZABAL PFU4. Incluye la colocación de tubos de canalización y de la mano de obra.	1	800 €	800 €
SUBTOTAL				800 €

5.1.2 CASETA DEL CENTRO

Nº de orden	Denominación	Cantidad	Precio/Unidad	Importe
4.1.2	Caseta prefabricada PFU 4 de la marca ORMAZABAL. Se incluyen tanto el precio de montaje como su colocación.	1	6.154 €	6.154 €
SUBTOTAL				6.154 €

5.1.3 TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Nº de orden	Denominación	Cantidad	Precio/Unidad	Importe
4.1.3	Transformador de 250kVA de la marca ORMAZABAL en baño de aceite de hasta 24kV MT/BT. Grupo de conexión Dyn11 y tensión de cortocircuito 4%.	1	7.124 €	7.124 €
SUBTOTAL				7.124 €



5.1.4 APARAMENTA EN MEDIA TENSIÓN

Nº de orden	Denominación	Cantidad	Precio/Unidad	Importe
4.1.4.1	Celda de línea (CML). Celda de línea de la marca SCHNEIDER, Un=24kV, In=400A.	1	2.100 €	2.100 €
4.1.4.2	Celda de protección (CMP). Celda de protección de la marca SCHNEIDER, Un=24kV, In=400A.	1	2.674 €	2.674 €
4.1.4.3	Celda de medida (CMM). Celda de protección de la marca SCHNEIDER, Un=24kV, In=400A.	1	4.987 €	4.987 €
SUBTOTAL				9.761 €

5.1.5 CUADRO DE BAJA TENSIÓN Y CUADRO AUXILIAR CT

Nº de orden	Denominación	Cantidad	Precio/Unidad	Importe
4.1.5.1	Armario de la marca URIARTE modelo SAFYBOX BRES-54	1	136,73 €	136,73 €
4.1.5.2	Interruptor automático NSX400. Calibre: 400A; Poder de corte: 15kA; IV Polos; Curva B	1	2777,05 €	2777,05 €
4.1.5.3	Interruptor magnetotérmico iC60. Calibre: 4.5A; Poder de corte: 6kA; II Polos; Curva C	1	256,12 €	256,12 €
4.1.5.4	Armario de la marca URIARTE modelo SAFYBOX BRES-43	1	102,85 €	102,85 €
4.1.5.5	Relé diferencial con toroidal RH197M. Sensibilidad: 1A; IV Polos	1	798,56 €	798,56 €
4.1.5.6	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre:6A; Sensibilidad 30mA; 2P	1	269,82 €	269,82 €
4.1.5.7	Philips RC400B POE W30L120 1xLED36S/840	1	21,49 €	21,49 €
4.1.5.8	Toma de corriente marca NIESSEN 16A (2P+T)	1	8,21 €	8,21 €
4.1.5.9	Interruptor marca NIESSEN 16A	1	5,68 €	5,68 €
4.1.5.10	Mano de obra	8	23,50 €	188,00 €
SUBTOTAL				4.400,01 €



5.1.6 PUESTA A TIERRA DEL CT

Nº de orden	Denominación	Cantidad	Precio/Unidad	Importe
4.1.6.1	Tierra perimetral del CT. Describe un rectángulo de 6x4,2m a 0,8m de profundidad con un conductor de cobre desnudo de 500mm ² . Contiene 5 picas de 14mm de diámetro y 2m de longitud. Incluye la soldadura aluminotérmica y otros elementos para conexión. En el precio se establece la mano de obra	1	895,36 €	895,36 €
4.1.6.2	Puesta a tierra en el interior del CT. Conexionado a todas las partes metálicas	1	145,21 €	145,21 €
4.1.6.3	Tierra de servicio en una e hilera de 35m de conductor de cobre desnudo de 50mm ² (15 de ellos son de cable aislado). 3 picas de 14mm de diámetro y 2m de longitud. Incluye arquetas de registro y otros elementos para conexión. En el precio se establece la mano de obra	1	478,98 €	478,98 €
SUBTOTAL				1.520,55 €

5.1.6 TABLA RESUMEN CAPÍTULO I

SUBTOTAL	DENOMINACIÓN	IMPORTE
4.1.1	OBRA CIVIL.	800,28 €
4.1.2	CASETA DEL CT	6.153,74 €
4.1.3	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	7.124,12 €
4.1.4	APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN	9.760,98 €
4.1.5	C.B.T. Y CUADRO AUXILIAR CT	4.400,01 €
4.1.6	PUESTA A TIERRA DEL CT	1.520,45 €
SUBTOTAL		29.759,58 €



5.2 CAPÍTULO II: PUESTA A TIERRA

Nº de orden	Denominación	Cantidad	Precio/Unidad	Importe
4.2.1	Pica de acero recubierta de cobre de 2m de longitud y 14mm de diámetro de la marca KLK	7	15,65 €	109,55 €
4.2.2	Arqueta de registro de instalación de tierra con tapa de registro de la marca KLK	7	46,31 €	324,17 €
4.2.3	Grapa de cobre para la conexión de las picas marca KLK	7	8,34 €	58,38 €
4.2.4	Cable de cobre desnudo de 50mm ² .	77	7,10 €	546,70 €
4.2.5	Caja de seccionamiento de tierra de la marca URIARTE modelo CCST-50	7	26,87 €	188,09 €
4.2.6	Mano de obra	13	23,50 €	305,50 €
SUBTOTAL				1.532,39 €

5.3 CAPÍTULO III: ACOMETIDA

Nº de orden	Denominación	Cantidad	Precio/Unidad	Importe
4.3.1	Cable Prysmian Retenax Flam N RV 0.6/1KV 1x(2x120) Cu	3x55	43,63 €	7.198,95 €
4.3.2	Cable Prysmian Retenax Flam N RV 0.6/1KV 1x120 Cu	55	22,25 €	1.223,75 €
4.3.3	Tubo de XLPE corrugado de doble pared de 160mm de diámetro	3x55	21,22 €	3.501,30 €
4.3.4	Zanja de 50x80cm	55	6,54 €	359,70 €
4.2.5	Mano de obra	9	23,50 €	211,50 €
SUBTOTAL				12.495,20 €



5.4 CAPÍTULO IV: CONDUCTORES, TUBOS Y CANALIZACIONES

5.4.1 CONDUCTORES

Nº de orden	Denominación	Cantidad	Precio/Unidad	Importe
4.4.1.1	Cable Prysmian AFUMEX Easy (AS) RZ1-K (AS) 0.6/1KV 2x1.5 + TT4 Cu	441	1,45 €	639,45 €
4.4.1.2	Cable Prysmian AFUMEX Easy (AS) RZ1-K (AS) 0.6/1KV 2x2.5 + TT4 Cu	130	2,10 €	273,00 €
4.4.1.3	Cable Prysmian AFUMEX Easy (AS) RZ1-K (AS) 0.6/1KV 3x1.5 + TT4 Cu	680	1,78 €	1.210,40 €
4.4.1.4	Cable Prysmian AFUMEX Easy (AS) RZ1-K (AS) 0.6/1KV 3x2.5 + TT4 Cu	250	2,64 €	660,00 €
4.4.1.5	Cable Prysmian AFUMEX Easy (AS) RZ1-K (AS) 0.6/1KV 3x4 + TT4 Cu	211	3,91 €	825,01 €
4.4.1.6	Cable Prysmian AFUMEX Easy (AS) RZ1-K (AS) 0.6/1KV 3x6 + TT6 Cu	186	5,63 €	1.047,18 €
4.4.1.7	Cable Prysmian AFUMEX Easy (AS) RZ1-K (AS) 0.6/1KV 3x10 + TT10 Cu	85	8,23 €	699,55 €
4.4.1.8	Cable Prysmian AFUMEX Easy (AS) RZ1-K (AS) 0.6/1KV 3x35/16 Cu	15	39,71 €	595,65 €
4.4.1.9	Cable Prysmian AFUMEX Easy (AS) RZ1-K (AS) 0.6/1KV 4x1.5 + TT4 Cu	543	2,20 €	1.194,60 €
4.4.1.10	Cable Prysmian AFUMEX Easy (AS) RZ1-K (AS) 0.6/1KV 4x2.5 + TT4 Cu	321	3,21 €	1.030,41 €
4.4.1.11	Cable Prysmian AFUMEX Easy (AS) RZ1-K (AS) 0.6/1KV 4x10 + TT10 Cu	45	11,63 €	523,35 €
4.4.1.12	Cable Prysmian AFUMEX Easy (AS) RZ1-K (AS) 0.6/1KV 3x1.5	45	1,15 €	51,75 €
4.4.1.13	Cable Prysmian AFUMEX Easy (AS) RZ1-K (AS) 0.6/1KV 3x16	21	12,41 €	260,61 €
4.4.1.14	Cable Prysmian AFUMEX Easy (AS) RZ1-K (AS) 0.6/1KV 4x70/35 Cu	55	66,10 €	3.635,50 €
4.4.1.15	Cable Prysmian AFUMEX Easy (AS) RZ1-K (AS) 0.6/1KV 4x50/25 Cu	45	46,19 €	2.078,55 €
4.4.1.16	Cable Prysmian AFUMEX Easy (AS) RZ1-K (AS) 0.6/1KV 4x35/16 Cu	30	32,34 €	970,20 €
4.4.1.17	Cable Prysmian AFUMEX Plus 750V (AS) H07Z1-K (AS) 1x120 Cu	20	35,25 €	705,00 €
4.4.1.18	Cable Prysmian AFUMEX Plus 750V (AS) H07Z1-K (AS) 1x35 Cu	147	5,30 €	779,10 €
4.4.1.19	Cable Prysmian AFUMEX Plus 750V (AS) H07Z1-K (AS) 1x16 Cu	101	3,41 €	344,41 €
SUBTOTAL				17.523,72 €



5.4.2 TUBOS

Nº de orden	Denominación	Cantidad	Precio/Unidad	Importe
4.4.2.1	Tubo corrugado de la marca PEMSA modelo RF-PA 16mm	687	1,55 €	1.064,85 €
4.4.2.2	Tubo corrugado de la marca PEMSA modelo RF-PA 25mm	98	2,08 €	203,84 €
4.4.2.3	Tubo corrugado de la marca PEMSA modelo RF-PA 32mm	30	2,61 €	78,30 €
4.4.2.4	Tubo rígido de la marca PEMSA modelo RPVC 12mm	56	2,04 €	114,24 €
4.4.2.5	Tubo rígido de la marca PEMSA modelo RPVC 16mm	878	2,55 €	2.238,90 €
4.4.2.6	Tubo rígido de la marca PEMSA modelo RPVC 20mm	210	3,12 €	655,20 €
4.4.2.7	Mano de obra	89	23,5 €	2.091,50 €
SUBTOTAL				6.446,83 €

5.2.3 CANALIZACIONES

Nº de orden	Denominación	Cantidad	Precio/Unidad	Importe
4.4.3.1	Bandeja portacables de la marca PEMSA metálica de chapa perforada. Dimensiones: 200x60mm	330	3,24 €	1.069,20 €
4.4.3.2	Bandeja portacables de la marca PEMSA metálica de chapa perforada. Dimensiones: 400x85mm	160	19,04 €	3.046,40 €
4.4.3.3	Soporte para bandeja	80	5,64 €	451,20 €
4.4.3.4	Curva 90º Click 200x60mm	25	48,77 €	1.219,25 €
4.4.3.4	Curva 90º Click 400x85mm	4	103,12 €	412,48 €
4.4.3.5	Tapa recta para bandeja 200mm	490	0,95 €	465,50 €
4.4.3.6	Tapa recta para bandeja 400mm	490	4,02 €	1.969,80 €
4.4.3.7	Mano de obra	26	23,50 €	611,00 €
SUBTOTAL				9.244,83 €



5.4.4 TABLA RESUMEN CAPÍTULO IV

SUBTOTAL	DENOMINACIÓN	IMPORTE
4.4.1	CONDUCTORES	17.523,72 €
4.4.2	TUBOS	6.446,83 €
4.4.3	CANALIZACIONES	9.244,83 €
SUBTOTAL		33.215,38 €

5.5 CAPÍTULO V: PROTECCIONES

5.5.1 CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

Nº de orden	Denominación	Cantidad	Precio/Unidad	Importe
4.5.1.1	Interruptor automático NS400. Calibre: 400A; Poder de corte: 15kA; IV Polos; Curva C	1	4.164,32 €	4.164,32 €
4.5.1.2	Interruptor automático NS160. Calibre: 100A; Poder de corte: 15kA; IV Polos; Curva C	1	1.256,42 €	1.256,42 €
4.5.1.3	Interruptor automático NG125. Calibre: 80A; Poder de corte: 15kA; IV Polos; Curva C	1	876,24 €	876,24 €
4.5.1.4	Interruptor automático NG125. Calibre: 80A; Poder de corte: 15kA; IV Polos; Curva C	1	876,24 €	876,24 €
4.5.1.5	Interruptor automático NS125. Calibre: 80A; Poder de corte: 15kA; IV Polos; Curva D	1	872,31 €	872,31 €
4.5.1.6	Interruptor diferencial iID Clase AC. Calibre:160A; Sensibilidad 600mA; 4P	1	331,65 €	331,65 €
4.5.1.7	Interruptor diferencial iID Clase AC. Calibre:100A; Sensibilidad 300mA; 4P	1	312,65 €	312,65 €
4.5.1.8	Interruptor diferencial iID Clase AC. Calibre:80A; Sensibilidad 300mA; 4P	2	264,21 €	528,42 €
4.5.1.10	Armario polyester marca URIARTE modelo SAFYBOX-86	1	337,65 €	337,65 €
SUBTOTAL				9.555,90 €



5.5.2 CUADRO SECUNDARIO I

Nº de orden	Denominación	Cantidad	Precio/Unidad	Importe
4.5.2.1	Interruptor automático NG125. Calibre: 125A; Poder de corte: 4.5kA; IV Polos; Curva C	1	876,24 €	876,24 €
4.5.2.2	Interruptor diferencial iID Clase AC. Calibre:100A; Sensibilidad 500mA; 4P	1	312,54 €	312,54 €
4.5.2.3	Interruptor diferencial iID Clase AC. Calibre:50A; Sensibilidad 300mA; 4P	1	278,65 €	278,65 €
4.5.2.4	Interruptor magnetotérmico iC60LMA. 32A; Poder de corte: 4.5kA; III Polos; Curva D	1	363,28 €	363,28 €
4.5.2.5	Interruptor magnetotérmico iC60LMA. 10A; Poder de corte: 4.5kA; III Polos; Curva D	1	221,30 €	221,30 €
4.5.2.6	Interruptor magnetotérmico iC60LMA. Calibre: 6A; Poder de corte: 4.5kA; III Polos; Curva D	3	175,63 €	526,89 €
4.5.2.7	Interruptor magnetotérmico iC60LMA. Calibre: 63A; Poder de corte: 4.5kA; IV Polos; Curva C	1	489,32 €	489,32 €
4.5.2.8	Interruptor automático NG125. Calibre: 25A; Poder de corte: 4.5kA; IV Polos; Curva D	1	312,65 €	312,65 €
4.5.2.9	Armario polyester marca URIARTE modelo SAFYBOX-86	1	337,65 €	337,65 €
4.5.2.10	Mano de obra	3	23,50 €	70,50 €
SUBTOTAL				3.789,02 €



5.5.3 CUADRO SECUNDARIO II

Nº de orden	Denominación	Cantidad	Precio/Unidad	Importe
4.5.3.1	Interruptor automático NG125. Calibre: 100A; Poder de corte: 4.5kA; IV Polos; Curva D	1	754,87 €	754,87 €
4.5.3.2	Interruptor diferencial iID Clase AC. Calibre:63A; Sensibilidad 300mA; 4P	1	285,63 €	285,63 €
4.5.3.3	Interruptor diferencial iID Clase AC. Calibre:50A; Sensibilidad 300mA; 4P	1	278,65 €	278,65 €
4.5.3.4	Interruptor magnetotérmico iC60LMA. Calibre: 16A; Poder de corte: 4.5kA; III Polos; Curva D	4	302,98 €	1.351,92 €
4.5.3.5	Interruptor magnetotérmico iC60LMA. Calibre: 6A; Poder de corte: 4.5kA; III Polos; Curva D	2	175,63 €	351,26 €
4.5.3.6	Interruptor magnetotérmico iC60LMA. Calibre: 32A; Poder de corte: 4.5kA; IV Polos; Curva D	1	351,25 €	351,25 €
4.5.3.7	Armario polyester marca URIARTE modelo SAFYBOX-86	1	337,65 €	337,65 €
4.5.3.8	Mano de obra	3	23,50 €	70,50 €
SUBTOTAL				3.641,73 €



5.5.4 CUADRO SECUNDARIO III

Nº de orden	Denominación	Cantidad	Precio/Unidad	Importe
4.5.4.1	Interruptor automático NG125. Calibre: 80A; Poder de corte: 6kA; IV Polos; Curva C	1	676,24 €	676,24 €
4.5.4.2	Interruptor diferencial iID Clase AC. Calibre:63A; Sensibilidad 300mA; 4P	1	285,63 €	285,63 €
4.5.4.3	Interruptor diferencial iID Clase AC. Calibre:32A; Sensibilidad 300mA; 4P	1	221,36 €	221,36 €
4.5.4.4	Interruptor magnetotérmico iC60LMA. Calibre: 25A; Poder de corte: 4.5kA; IV Polos; Curva D	1	312,65 €	312,65 €
4.5.4.5	Interruptor magnetotérmico iC60LMA. Calibre: 16A; Poder de corte: 4.5kA; III Polos; Curva D	1	302,98 €	302,98 €
4.5.6	Interruptor magnetotérmico iC60LMA. Calibre: 6A; Poder de corte: 4.5kA; III Polos; Curva D	1	175,63 €	175,63 €
4.5.7	Interruptor magnetotérmico iC60LMA. Calibre: 10A; Poder de corte: 4.5kA; III Polos; Curva D	3	221,30 €	663,90 €
4.5.4.8	Interruptor magnetotérmico iC60LMA. Calibre: 3A; Poder de corte: 4.5kA; III Polos; Curva D	1	104,87 €	104,87 €
4.5.4.9	Interruptor magnetotérmico iC60LMA. Calibre: 1A; Poder de corte: 4.5kA; IV Polos; Curva D	1	70,42 €	70,42 €
4.5.4.10	Armario polyester marca URIARTE modelo SAFYBOX-86	1	337,65 €	337,65 €
4.5.4.11	Mano de obra	3	23,50 €	70,50 €
SUBTOTAL				3.221,83 €

5.5.5 CUADRO AUXILIAR ALUMBRADO INTERIOR

Nº de orden	Denominación	Cantidad	Precio/Unidad	Importe
4.5.5.1	Interruptor automático NG125. Calibre: 32A; Poder de corte: 4.5kA; IV Polos; Curva D	1	441,25 €	441,25 €
4.5.5.2	Interruptor diferencial iID Clase AC. Calibre:32A; Sensibilidad 300mA; 4P	1	221,36 €	221,36 €
4.5.5.3	Relé magnetotérmico. Calibre: 6A; III Polos;	5	102,42 €	512,10 €
4.5.5.4	Armario polyester marca URIARTE modelo SAFYBOX-54	1	136,73 €	136,73 €
4.5.5.5	Mano de obra	2	23,50 €	47,00 €
SUBTOTAL				1.475,83 €



5.5.6 CUADRO AUXILIAR OFICINA

Nº de orden	Denominación	Cantidad	Precio/Unidad	Importe
4.5.6.1	Interruptor magnetotérmico iCH60. Calibre: 63A; Poder de corte: 6kA; IV Polos; Curva C	1	489,32 €	489,32 €
4.5.6.2	Interruptor diferencial iID Clase AC. Calibre:16A; Sensibilidad 300mA; 4P	1	126,32 €	126,32 €
4.5.6.3	Interruptor diferencial iID Clase AC. Calibre:50A; Sensibilidad 30mA; 4P	1	278,65 €	278,65 €
4.5.6.5	Relé magnetotérmico. Calibre: 6A; III Polos;	2	102,42 €	204,84 €
4.5.6.6	Interruptor magnetotérmico iC60LMA.Calibre: 3A; Poder de corte: 4.5kA; IV Polos; Curva C	1	135,47 €	135,47 €
4.5.6.7	Interruptor magnetotérmico iC60LMA.Calibre: 2A; Poder de corte: 4.5kA; IV Polos; Curva C	2	113,23 €	226,46 €
4.5.6.8	Interruptor magnetotérmico iC60LMA.Calibre: 1A; Poder de corte: 4.5kA; IV Polos; Curva C	1	70,42 €	70,42 €
4.5.6.9	Interruptor magnetotérmico iC60LMA.Calibre: 16A; Poder de corte: 4.5kA; IV Polos; Curva C	2	350,33 €	700,66 €
4.5.6.10	Interruptor magnetotérmico iC60LMA.Calibre: 10A; Poder de corte: 4.5kA; IV Polos; Curva C	1	259,95 €	259,95 €
4.5.6.11	Armario polyester marca URIARTE modelo SAFYBOX-54	1	136,73 €	136,73 €
4.5.6.12	Mano de obra	4	23,50 €	94,00 €
SUBTOTAL				2.722,82 €



5.5.7 CUADRO AUXILIAR ALUMBRADO EXTERIOR

Nº de orden	Denominación	Cantidad	Precio/Unidad	Importe
4.5.7.1	Interruptor magnetotérmico iC60LMA. Calibre: 32A; Poder de corte: 3kA; III Polos; Curva D	1	351,25 €	351,25 €
4.5.7.2	Interruptor diferencial iLD Clase AC. Calibre: 3A; Sensibilidad 300mA; 4P	1	98,65 €	98,65 €
4.5.7.3	Relé magnetotérmico. Calibre: 2A; III Polos;	2	41,20 €	82,40 €
4.5.7.4	Armario polyester marca URIARTE modelo SAFYBOX-325p	1	88,37 €	88,37 €
4.5.7.5	Mano de obra	1	23,50 €	23,50 €
SUBTOTAL				644,17 €

4.5.8 TABLA RESUMEN CAPÍTULO V

SUBTOTAL	DENOMINACIÓN	IMPORTE
4.5.1	CGD	9.555,90 €
4.5.2	CUADRO SECUNDARIO I	3.789,02 €
4.5.3	CUADRO SECUNDARIO II	3.641,73 €
4.5.4	CUADRO SECUNDARIO III	3.221,83 €
4.5.5	CUADRO AUXILIAR ALUMBRADO INTERIOR	1.475,83 €
4.5.6	CUADRO AUXILIAR OFICINA	2.722,82 €
4.5.7	CUADRO AUXILIAR ALUMBRADO EXTERIOR	644,17 €
SUBTOTAL		25.051,30 €



5.6 CAPÍTULO VI: ALUMBRADO

5.6.1 ALUMBRADO INTERIOR

Nº de orden	Denominación	Cantidad	Precio/Unidad	Importe
4.6.1.1	Philips HPK238 1xSON400W +GPK238 R-WB+ZDK004	39	456,23 €	17.792,97 €
4.6.1.2	Philips TBS761 2xTL5-50W HFP AC-MLO_830	26	39,75 €	1.033,50 €
4.6.1.3	Philips RC300B L600 1xLED20S/830 P0	14	75,42 €	1.055,88 €
4.6.1.4	Philips TCS165xTL5-49W HFP M1_452	12	65,30 €	783,60 €
4.6.1.5	Philips TCS165xTL5-28W HFS C3_827	14	87,41 €	1.223,74 €
4.6.1.6	Philips FBH026 2xPL-C/2P 18W_827	11	35,21 €	387,31 €
4.6.1.7	Philips RC400B POE W30L120 1xLED36S/840	1	75,98 €	75,98 €
4.6.1.8	Mano de obra	42	23,50 €	987,00 €
SUBTOTAL				23.339,98 €

5.6.2 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Nº de orden	Denominación	Cantidad	Precio/Unidad	Importe
4.6.2.1	Philips BBD562 EL3 1xLed-RL/WH	51	29,38 €	1.498,38 €
4.6.2.2	Mano de obra	5	23,50 €	117,50 €
SUBTOTAL				1.615,88 €



5.6.3 ALUMBRADO EXTERIOR

Nº de orden	Denominación	Cantidad	Precio/Unidad	Importe
4.6.3.1	Philips BRS439 FG T15 ECO113-2S/740A	9	475,64 €	4.280,76 €
4.6.6.2	Philips SGP611 CUR 1xCPO-TW140W EB R100 P1_728	6	289,21 €	1.735,26 €
4.6.3.3	Mano de obra	7	23,50 €	164,50 €
SUBTOTAL				6.180,52 €

5.6.4 TABLA RESUMEN CAPÍTULO VI

SUBTOTAL	DENOMINACIÓN	IMPORTE
4.6.1	ILUMINACIÓN INTERIOR	23.339,98 €
4.6.2	ALUMBRADO DE EMERGENCIA	1.615,88 €
4.6.3	ILUMINACIÓN EXTERIOR	6.180,52 €
SUBTOTAL		31.136,38 €



5.7 CAPÍTULO VII: TOMAS DE CORRIENTE Y ELEMENTOS VARIOS

Nº de orden	Denominación	Cantidad	Precio/Unidad	Importe
4.7.1	Toma de corriente monofásica (2P+T) marca NIESSEN 230V 16A	72	8,21 €	591,12 €
	Toma de corriente monofásica (2P+T) marca NIESSEN 230V 10A	18	7,36 €	132,48 €
4.7.3	Toma de corriente trifásica (3P+T) marca NIESSEN 400V 32A	12	18,42 €	221,04 €
4.7.4	Interruptor marca NIESSEN 16A	10	5,68 €	56,80 €
4.7.5	Conmutador marca NIESSEN 16A	8	7,54 €	60,32 €
4.7.6	Llave de cruce marca NIESSEN 10A	4	9,85 €	39,40 €
4.7.7	Pulsador marca NIESSEN 10A	18	20,36 €	366,48 €
4.7.8	Reloj Astronómico	1	146,24 €	146,24 €
4.7.9	Mano de obra	7	23,50 €	164,50 €
SUBTOTAL				1.778,38 €

5.8 CAPÍTULO VIII: BATERÍA DE CONDENSADORES

Nº de orden	Denominación	Cantidad	Precio/Unidad	Importe
4.8.1	Batería de condensadores ED 400V, 50Hz de 6 escalones 68,78kVAr	1	3.157,69 €	3.157,69 €
4.8.2	Mano de obra	2	23,50 €	47,00 €
SUBTOTAL				3.204,69 €



5.9 CAPÍTULO IX: EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD

Nº de orden	Denominación	Cantidad	Precio/Unidad	Importe
5.9.1	Casco de seguridad dieléctrico con pantalla para protección de descargas eléctricas, amortizable en 5 usos.	4	3,73 €	3,73 €
5.9.2	Arnés de seguridad con amarre dorsal+amarre torsal +amarre lateral acolchado, y cinturón giro 180º para trabajos de electricidad fabricado con fibra de nylon de 45 mm y elementos metálicos de acero inoxidable, amortizable en 5 obras. Certificado CE	3	54,45 €	163,35 €
5.9.3	Placa señalización-información en PVC serigrafiado de 50x30 cm, fijado mecánicamente, amortizable en 3 usos, incluso colocación y desmontaje	1	3,43€	3,43 €
5.9.4	Señal de seguridad triangular de L=70 mm y soporte, normalizada con trípode tubular, amortizable en 5 usos, colocación y desmontaje según RD. 485/97.	1	15,96€	15,96 €
5.9.5	Gafas protectoras contra impactos, incoloras amortizables en 3 usos.	5	3,14 €	15,70 €
5.9.6	Gafas antipolvo antiempañables, panorámicas, amortizables en 3 usos.	5	0,81 €	4,05 €
5.9.7	Cascos de protectores auditivos, con arnés a la nuca, amortizable en 3 usos. Certificado CE.	8	3,12 €	24,96 €
5.9.8	Juego de protecciones antirruído de silicona ajustables. Certificado CE.	8	1,41 €	11,28 €
5.9.9	Faja protección lumbar, amortizable en 4 usos. Certificado CE.	4	2,80 €	11,20 €
5.9.10	Chaleco de trabajo de poliéster-algodón, amortizable en un uso. Certificado CE.	5	13,50 €	67,50 €
5.9.11	Par de rodilleras ajustables, de protección ergonómica, amortizable en 3 usos. Certificado CE.	3	2,63 €	7,89 €
5.9.12	Cinturón portaherramientas amortizable en 4 usos.	5	5,89 €	29,45 €
5.9.13	Mono de trabajo, de una pieza de poliéster-algodón, amortizable en un uso. Certificado CE.	5	15,29 €	76,45 €
5.9.14	Par de guantes de uso general de lona y serraje.	15	1,40 €	21,00 €
5.9.15	Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, amortizable en 3 usos. Certificado CE.	5	9,32 €	46,60 €
5.9.16	Cinta balizamiento bicolor (blanco-roja) de material plástico, incluso colocación y desmontaje.	25	0,62 €	15,50 €
5.9.17	Lámpara portátil de mano, con cesto protector y mango aislante, amortizable en 3 usos.	3	3,45 €	10,35 €
5.9.18	Extintor de polvo químico ABC, polivalente antibrasa de eficiencia 34A/233B, de 6 Kg. De agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor, según norma UNE 23110.	1	22,84 €	22,84 €
SUBTOTAL				551,24 €



5.10 RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN

ORDEN	DESCRIPCIÓN	TOTAL (EUROS)
CAPÍTULO I	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	29.759,58 €
CAPÍTULO II	PUESTA A TIERRA	1.532,39 €
CAPÍTULO III	ACOMETIDA	12.495,20 €
CAPÍTULO IV	CONDUCTORES, TUBOS Y CANALIZACIONES	33.215,38 €
CAPÍTULO V	PROTECCIONES	25.051,17 €
CAPÍTULO VI	ALUMBRADO	31.136,38 €
CAPÍTULO VII	TOMAS DE CORRIENTE Y ELEMENTOS VARIOS	1.778,38 €
CAPÍTULO VIII	BATERÍA DE CONDENSADORES	3.204,69 €
CAPÍTULO IX	EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD	551,24 €
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	138.724,41 €
TOTAL		
	GASTOS GENERALES (5%)	6.936,22 €
	BENEFICIO INDUSTRIAL (10%)	13.872,44 €
	PRESUPUESTO EJECUCIÓN POR CONTRATA SIN IVA	159.533,07 €
	HONORARIOS DE REDACCIÓN DEL PROYECTO (4%)	6.381,32 €
	HONORARIOS DE DIRECCIÓN DE OBRA (4%)	6.381,32 €
TOTAL	PRESUPUESTO TOTAL SIN IVA	172.295,72 €
	IVA (21%)	36.182,10 €
TOTAL	PRESUPUESTO TOTAL	208.477,82 €

El total del presente proyecto asciende a la cantidad de:

**“DOS CIENTOS OCHO MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS
CON OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS”**

Pamplona, 5 de Junio de 2018

Ancizu Oscoz, Iban



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

Título del proyecto :

**“INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA
TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN”**

Documento 6: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Autor: Ancizu Oscoz, Iban

Tutor: Crespo Ganuza, José Javier



ÍNDICE

6.1	Objeto del estudio	2
6.2	Ámbito de aplicación	2
6.3	Características de la obra	3
6.3.1	Autor del estudio básico de seguridad y salud	3
6.3.2	Datos de la obra	3
6.4	Descripción del emplazamiento de la obra	3
6.5	Conceptos básicos sobre seguridad y salud en el trabajo	4
6.6	Riesgos generales y su prevención	5
6.7	Riesgos profesionales y factores de riesgo en el trabajo	5
6.7.1	En el trabajo	5
6.7.2	La salud	6
6.7.3	Los riesgos profesionales	6
6.8	Riesgos principales y su prevención	8
6.8.1	Factores de seguridad en el lugar de trabajo	8
6.8.2	Máquinas y equipo de trabajo	8
6.8.3	Riesgo eléctrico	8
6.8.4	Riesgo de incendio	9
6.9	Medio ambiente físico	10
6.9.1	Ruido	10
6.9.2	Vibraciones	10
6.9.3	Radiaciones	10
6.9.4	Condiciones termo-higiénicas	11
6.9.5	Contaminantes biológicos	11
6.10	Planes de emergencia y evacuación	12
6.10.1	Medicina preventiva y primeros auxilios	12
6.10.2	Formación sobre seguridad	12
6.11	Espacio en el trabajo	12
6.12	Normas implantadas en el presente proyecto	13
6.12.1	Normas generales	13
6.12.2	Prevención de accidentes por caídas	13
6.12.3	Prevención de accidentes oculares	14
6.12.4	Prevención de accidentes por corte	14
6.12.5	Prevención de accidentes por atrapamiento	14
6.12.6	Prevención de accidentes con herramientas manuales	14
6.12.7	Prevención de accidentes en máquinas portátiles eléctricas	15
6.12.8	Prevención de accidentes en máquinas neumáticas	15
6.12.9	Prevención de accidentes en máquinas de herramientas	15
6.12.10	Prevención de accidentes en almacenamientos	15
6.12.11	Prevención de accidentes eléctricos	16



6.1 OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto de este Estudio Básico de Seguridad y Salud es el de dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.

Según el artículo nº4 del dicho Decreto, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obra que se den en alguno de los supuestos siguientes:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.000€.
- Que la duración estimada de la obra sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la sumada los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500 jornadas.

Al no darse ninguna de las condiciones, se redacta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud. Dicho estudio, debe precisar:

- Normas de seguridad y salud aplicables a la obra.
- Identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando que medidas técnicas necesarias para ello.
- Relación entre riesgos laborales que no puedan 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 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 ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente Estudio afecta a todos los trabajos que se realicen en la obra para la instalación eléctrica de una Nave industrial en BT y con centro de transformación propio.

Los trabajadores de las empresas subcontratadas y los autónomos se considerarán a efectos de seguridad en los trabajos como trabajadores de la empresa de Contrata principal y sometidos al Plan de Seguridad y Salud que elabore el contratista.



6.3 CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

6.3.1 AUTOR DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El autor del presente estudio básico de seguridades:

Nombre: Iban Ancizu Oscoz

Domicilio: Calle San Simon 16

Dirección: 31799 Lizaso (Navarra)

6.3.2 DATOS DE LA OBRA

PROYECTO DE REFERENCIA:

Proyecto de instalación eléctrica de una Nave industrial en BT y con centro de transformación propio.

EMPLAZAMIENTO:

Localidad: Iraizotz

Provincia: Navarra (España)

Polígono industrial: Elordi

Nº de parcela: 423

Nº DE TRABAJADORES PREVISTOS SIMULTÁNEAMENTE:

Plantilla: 15 Trabajadores

PLAZO DE EJECUCIÓN TOTAL APROXIMADO:

Duración de ejecución: 30 Días laborables

INFRAESTRUCTURAS:

Se dispone de acceso rodado, abastecimiento de agua, saneamiento, etc.

6.4 DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA

DATOS DEL EMPLAZAMIENTO	
Acceso a la obra	Los propietarios del local
Edificaciones colindantes	Naves industriales (Maier, Edalur, etc..)
Suministro de energía eléctrica	Acometida individual (Iberdrola)
Suministro de agua	Acometida individual (Mancomunidad Ultzanueta)
Sistema de saneamiento	El de la vivienda
Servidumbres y condicionantes	Saneamiento
Observaciones	Ninguna

El contratista acreditará ante la Dirección de obra la adecuada formación de todo el personal de la obra en materia de prevención y primeros auxilios.



Así mismo la Dirección comprobará que existe un plan de emergencia para atención de personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales precisos. La Dirección y teléfono deberán estar visibles en lugar estratégico.

Antes de comenzar la jornada, los mandos procederán a planificar los trabajos de acuerdo con el plan, informando a los operarios claramente de las maniobras a realizar, los posibles riesgos y las medidas preventivas y de protección a tener en cuenta, deben cerciorarse de que todos lo han entendido.

A parte de las aquí expuestas, existen unas medidas colectivas de seguridad y salud en obra pudiendo hacer uso de ellas si fuera necesario. En este estudio solo se hace referencia a las individuales de las instalaciones de BT y CT.

6.5 CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE 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 a la salud laboral y 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 la seguridad y la salud, se deben de ver los posibles riesgos que se pueden tener en el trabajo, identificarlos en la nave presente del proyecto, y dar unas soluciones para minimizar lo máximo posible riesgo de daño a personas o bienes.



6.6 RIESGOS GENERALES Y SU SUPERVISIÓN

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.

6.7 RIESGOS PROFESIONALES Y FACTORES DE RIESGO EN EL TRABAJO

6.7.1 EN 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 o por las condiciones en las cuales se realiza el trabajo.

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.



6.7.2 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.

6.7.3 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 y 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 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 en el trabajo.
 - Lugar y superficie de trabajo.
 - Máquinas y equipos de trabajos.
 - Riesgos eléctricos.
 - Manipulación, transporte,...

- 2) Medio ambiente físico del trabajo: Aparecen de formas naturales modificadas 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 de 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 del 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.
 - Psicología.
 - Ergonomía.

Se deben adoptar las medidas necesarias para cumplir estos requisitos así previniendo los riesgos.



6.8 RIESGOS PRINCIPALES Y SU PREVENCIÓN

6.8.1 FACTORES DE SEGURIDAD EN EL LUGAR DEL 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.

6.8.2 MÁQUINAS Y EQUIPO 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.

6.8.3 RIESGOS DE INCENDIO

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.
- Aislarlas también con recubrimientos apropiados.
- Interponer obstáculos para impedir contactos accidentales.

6.8.4 RIESGOS DE INCENDIO

Antes de iniciar los trabajos, el contratista encargado de los mismo 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 los medios adecuados.

Se establecerá un programa de trabajo claro que facilite un movimiento ordenado 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 previsión que hay que adoptar.

En todo caso, el contratista ha de tener en cuenta que los riesgos de explosión de un espacio subterráneo se incrementan con la presencia de:

- Canalizaciones de alimentación de agua.
- Cloacas.
- Conductas eléctricas para iluminación de vías públicas.
- Sistemas de semáforos.
- Canalizaciones de servicios de refrigeración.
- Canalizaciones de vapor.
- Canalizaciones para hidrocarburos.

Para paliar los riesgos antes citados, 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 el 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.

6.9 MEDIO AMBIENTE FÍSICO

6.9.1 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 presión o energía sonora. Clasifica los sonidos en fuertes o débiles.

6.9.2 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 hertzios): alteraciones del sentido del equilibrio, provocando mareos, náuseas y vómitos (movimiento de balanceo de coches, barcos,...).
- Baja y media frecuencia (de 2 a 20 hertzios): afectan sobre todo a la columna vertebral, aparato digestivo y visión (vehículos y maquinaria industrial, tractores, obras públicas).
- Alta frecuencia (de 20 a 300 hertzios): pueden producir quemaduras por rozamiento y problemas vasomotores).

6.9.3 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.

6.9.4 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.

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 transportarse, 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, impide la llegada de oxígeno a las células y altera 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.

6.9.5 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

1) 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.

2) 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:

- **LARRAINTZAR:** Centro de Salud (Ambulatorio)
Calle San Pedro 0, 31797 Larraintzar- 948 30 93 50
Distancia: 4 km
- **PAMPLONA:** Hospital Virgen del Camino
Calle Irunlarrea 4, 31008 Pamplona – 848 42 22 22
Distancia: 31 Km.

6.10.2 FORMACIÓN SOBRE SEGURIDAD

El Plan se especificará en el Programa de Formación de los trabajadores y asegurará que estos 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

- a) Todo aviso o señal de seguridad constituye una norma, por lo que se debe cumplir en todo momento.
- b) Todo trabajador debe cumplir las indicaciones dadas por su superior en cuanto a métodos de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- c) Cualquier rotura, daño o defecto producido sobre las instalaciones, trabajadores, máquinas, etc..., deben ser comunicados de inmediato al personal responsable.
- d) El lugar o puesto de trabajo debe mantenerse en todo momento ordenado y limpio.
- e) 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.
- f) Cualquier herida o lesión, por leve que sea, debe ser tratada de inmediato en el botiquín (primeros auxilios) por el personal responsable.
- g) Sólo se puede comer y beber durante el tiempo establecido a tal efecto, en los recintos donde está expresamente permitido.
- h) 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.
- i) No se debe penetrar en los recintos cerrados ni en los de paso restringido al personal autorizado.
- j) En recintos donde se almacenan materias fácilmente inflamables está terminantemente prohibido fumar.
- k) Se debe conocer perfectamente el funcionamiento y ubicación de los extintores.
- l) No se debe usar el aire comprimido para limpiar el polvo de las ropas o para quitar virutas.
- m) Queda totalmente prohibido detenerse debajo de cargas suspendidas en el aire.
- n) En los puestos donde se requiere, es obligatorio el uso de equipo de protección personal.
- o) No se debe apilar o dejar material fuera de los lugares señalados.
- p) Para la extracción de líquidos corrosivos, deben emplearse dispositivos que eviten salpicaduras, como son los volcadores, sifones,..
- q) Revisar las herramientas de trabajo para asegurarse de su correcto estado de utilización.

6.12.2 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES SOBRE CAÍDAS

- a) Mantener el lugar o puesto de trabajo limpio, especialmente de grasa, aceite u otros líquidos.
- b) Al subir o bajar escaleras fijas, apoyar toda la superficie del pie para evitar torceduras o resbalamientos. No correr en los desplazamientos.
- c) No pisar objetos o zonas que carezcan de rigidez.
- d) Señalizar y/o tapar los huecos que supongan riesgos de caídas.
- e) Los pasillos y zonas de paso deben estar despejadas.
- f) 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...) Al transportar una carga, procurar que no impida la visión.



6.12.3 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES OCULARES

- a) Las gafas de protección se usarán con todos sus componentes, sin desmontar sus protecciones laterales, y su obligatoriedad será fijada mediante carteles indicativos.
- b) El buen uso y conservación es responsabilidad del usuario. En caso de necesitarlo el operario, las gafas se proveerán con cristales graduados.
- c) Está prohibido retirar las protecciones contra la proyección de partículas de que disponen diversas máquinas.
- d) 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

- a) En la manipulación de tablones deben emplearse toda clase de protecciones contra los cortes, como son guantes, manguitos, botas, etc.
- b) Manipular las piezas de tamaño mediano y grande de una en una. Si la pieza se desliza no se debe intentar sujetarla.
- c) El uso de guantes es estrictamente obligatorio durante el manejo de tablones punzantes, cortantes o con aristas vivas.
- d) 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

- a) Se debe tener precaución con el movimiento de elementos que pueden atrapar algún miembro por compresión.
- b) 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.
- c) No se debe acompañar con las manos desplazamientos automáticos de piezas y máquinas.
- d) 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 DE ACCIDENTES CON HERRAMIENTAS MANUALES

- a) 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.
- b) 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.
- c) 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 MÁQUINAS PORTÁTILES ELÉCTRICAS

- a) Los enchufes y alargaderas eléctricas deben ser inspeccionados periódicamente, revisando la funda protectora de los hilos, y las conexiones de las clavijas.
- b) Se debe evitar poner las máquinas sobre lugares húmedos.
- c) Las tomas de corriente nunca se deben efectuar directamente con los cables, sino con clavijas normalizadas.
- d) En trabajos con amoladora, pulidoras, etc., el operario deberá mantenerse siempre fuera del plano de rotación del disco.
- e) 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 50 voltios.
- f) 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.

6.12.7 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN MÁQUINAS NEUMÁTICAS

- a) Los racores y la herramienta deben estar bien acoplados a la máquina, por ello se deben revisar periódicamente.
- b) Nunca se debe doblar la manguera para cortar el aire, sino que se debe interrumpir desde la fuente de alimentación.
- c) 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.
- d) No se debe dirigir el aire a presión hacia las demás personas.

6.12.9 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN MÁQUINAS HERRAMIENTAS

- a) Antes de poner en marcha una máquina, se deben conocer las operaciones se han de realizar y su correcto empleo.
- b) Debe prestarse la máxima atención al proceso de trabajo establecido para cada operación.
- c) No se debe iniciar ningún trabajo sin que las protecciones de la máquina estén correctamente colocadas.
- d) En operaciones con máquinas herramientas, el operario debe llevar la ropa de trabajo (buzo) bien ajustado al cuerpo, con las mangas ajustadas a la muñeca y sin que los cinturones tengan libres o sueltos los extremos.

6.12.10 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN ALMACENAMIENTOS

- a) 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.



- b) Al almacenar materiales pesados, se debe tener en cuenta que los pisos inferiores sean más resistentes.
- c) Almacenar correctamente para evitar los riesgos de accidentes debidos al paso de trabajadores y carretillas.
- e) 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 soporte y protección.

6.12.11 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES ELÉCTRICOS

- a) Bajo ningún concepto se deben tocar los conductores eléctricos desnudos.
- b) Nunca se deben manipular las instalaciones eléctricas; es tarea del personal especializado.
- c) Cualquier instalación, máquina o aparato eléctricos deben ser inspeccionados detenidamente antes de su utilización, así como sus cables y anclajes.
- d) Si se observa alguna chispa, desconectar y solicitar la revisión por los expertos.
- e) No colocar los cables sobre hierro, tuberías, chapas o muebles metálicos.
- f) Al desconectar un aparato, tirar de la clavija, nunca del cable.
- g) No se debe reparar un fusible, sino sustituirlo por otro nuevo.
- h) Nunca se debe apagar un incendio de origen eléctrico con agua. Se deben utilizar extintores de anhídrido carbónico o de polvo.
- i) Cómo proceder en caso de accidente eléctrico por contacto.
 - Desconectar la corriente.
 - Alejar al accidentado por contacto, empleando materiales aislantes, guantes de goma, madera seca, etc. No tocarlo sin estar aislados.
 - Practicar la respiración artificial inmediatamente.
 - Avisar al médico.
- j) Las cinco reglas básicas contra riesgos eléctricos:
 - Antes de utilizar cualquier aparato o instalación eléctrica, hay que asegurarse de su perfecto estado.
 - Para utilizar un aparato o instalación eléctrico, sólo se deben manipular los elementos de mano previstos para tal fin.
 - No se deben emplear aparatos eléctricos ni instalaciones eléctricas cuando accidentalmente se encuentren mojadas, o cuando la misma persona tenga las manos o los pies húmedos.
 - En caso de avería o incidente, se debe cortar la corriente como primera medida, después avisar al personal especializado.
 - 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, 5 de Junio de 2018

Ancizu Oscoz, Iban



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

Título del proyecto :

**“INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA
TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN”**

Documento 7: BIBLIOGRAFÍA

Autor: Ancizu Oscoz, Iban

Tutor: Crespo Ganuza, José Javier



ÍNDICE

7.1 Reglamentos, normativas y libros	2
7.2 Catálogos consultados	3
7.3 Páginas web consultadas	4



7.1 REGLAMENTOS, NORMATIVAS Y LIBROS

Para la realización del presente proyecto, la bibliografía consultada ha sido:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002).
- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de transformación. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía (Real Decreto 3275/82, de 12 de noviembre de 1982).
- 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.
- Instalación de NTE-IE electricidad. Normas tecnológicas de la edificación. Ed. Paraninfo 1996. Jose Carlos Toledano.
- Puesta a tierra en edificios en instalaciones eléctricas. Ed. Paraninfo 1997. Juan José Martínez Requera y José Carlos Toledano Gasca.
- Lámparas eléctricas, sistemas de iluminación, proyectos de alumbrado. Ed. CEAC 1987. José Remírez Vázquez.
- Reglamento de verificaciones eléctricas y regularidad en el energía eléctrica.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de "IBERDROLA distribución eléctrica S.A.U."
- Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría. UNESA. Febrero 1989.
- Libro de Dibujo Eléctrico, de Esquemas de Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión de José Javier Crespo Ganuza e Iñaki Ustarroz Irizar.



7.2 CATÁLOGOS CONSULTADOS

Se han consultado los siguientes catálogos:

- Luminarias y lámparas PHILIPS.
- Catálogo de NIESSEN.
- Catálogo de protecciones SCHNEIDER.
- Catálogo de armarios URIARTE.
- Catálogo de cables PRYSMIAN.
- Catálogo de transformadores ORMAZABAL.
- Catálogo de tubos y bandejas PEMSA.
- Equipos de seguridad WURTH: Cascos, gafas...
- Catálogo KKK.
- Catálogo compensación de energía reactiva CYDESA.



7.3 PÁGINAS WEB CONSULTADAS

En este apartado se adjuntan las direcciones web de las empresas cuyos elementos han sido utilizados en el presente proyecto:

- PHILIPS <https://www.philips.es/>
- NIESSEN <https://new.abb.com/low-voltage/es/productos/niessen>
- SCHNEIDER <https://www.schneider-electric.es/es/>
- URIARTE <http://www.safybox.com/es/>
- PRYSMIAN <https://es.prysmiangroup.com/>
- ORMAZABAL <https://www.ormazabal.com/es>
- PEMSA <https://www.pemsa-rejiband.com/>
- WURTH <https://www.wurth.es/>
- KLK <http://www.klk.es/>
- CYDESA <http://www.cydesa.com/esp/home.asp>

También han sido de interés las siguientes páginas:

- <http://www.generadordeprecios.info/>
- <https://idena.navarra.es/Portal/Inicio>

Pamplona, 5 de Junio de 2018

Ancizu Oscoz, Iban