



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

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

Alumno: Iñigo Berruezo Lizarbe

Tutor: José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 20 de Junio de 2013



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

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

MEMORIA

Alumno: Iñigo Berruezo Lizarbe

Tutor: José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 20/06/2013



1.1 INTRODUCCIÓN.....	5
1.1.1 Objeto	5
1.1.2 Situación	5
1.1.3 Descripción de la nave.....	5
1.1.4 Previsión de cargas	7
1.1.5 Normativa	12
1.1.6 Distribución de los cuadros	13
1.1.7 Descripción de la actividad.....	14
1.1.8 Suministro de energía	14
1.2 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN (ITC-BT-08)	14
1.3 ILUMINACIÓN	19
1.3.1 Conceptos luminotécnicos.....	19
1.3.2 Tipos de lámparas y conceptos técnicos.....	22
1.3.3 Iluminación interior	26
1.3.4 Iluminación exterior	28
1.3.5 Alumbrado de señalización y emergencia.....	29
1.3.6 Solución adoptada	32
1.4 DISTRIBUCIÓN INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.....	35
1.4.1 Introducción.....	35
1.4.2 Cables	35
1.4.2.1 Factores que determinan la elección de un cable	35
1.4.2.2 Partes de un cable	36
1.4.2.3 Comportamiento de un cable frente al fuego y código de colores	37
1.4.2.4 Designación de los cables.....	37
1.4.2.5 Cálculo eléctrico de las líneas	41



1.4.2.6 Conductores activos.....	44
1.4.2.7 Conductores de protección (CP).....	44
1.4.3 Sistemas de canalización	45
1.4.3.1 Canalizaciones	45
1.4.3.2 Tubos protectores	46
1.4.4 Receptores	49
1.4.4.1 Receptores de alumbrado.....	51
1.4.4.2 Receptores tipo motor.....	52
1.4.5 Tomas de corriente	53
1.4.5.1 Tipos de tomas de corriente.....	53
1.4.5.2 Situación de las tomas de corriente	54
1.4.6 Cálculo de las intensidades de línea	56
1.4.7 Cálculo de los conductores de baja tensión	57
1.4.8 Soluciones adoptadas.....	60
1.5 PROTECCIONES	65
1.5.1 Clasificación de las protecciones.....	65
1.5.2 Protección de la instalación	65
1.5.3 Características generales de los dispositivos de protección	66
1.5.3.1 Introducción.....	66
1.5.3.2 Características comunes en los dispositivos de protección contra sobreintensidades.....	67
1.5.4 Conceptos básicos	68
1.5.5 Protección contra sobrecargas	70
1.5.6 Protección contra cortocircuitos	70
1.5.6.1 Tipos de cortocircuitos	71
1.5.6.2 Corrientes de cortocircuito	72



1.5.6.3 Cálculo de los tiempos de desconexión.....	73
1.5.7 Cálculo de las impedancias	74
1.5.8 Proceso de cálculo de las protecciones.....	80
1.5.9 Protección de las personas.....	86
1.5.9.1 Protecciones contra contactos directos.....	86
1.5.9.2 Protecciones contra contactos indirectos.....	87
1.5.10 Cuadros eléctricos.....	88
1.5.11 Solución adoptada	90
1.6 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA	100
1.6.1 Objeto de las puestas a tierra.....	100
1.6.2 Definición.....	101
1.6.3 Conceptos generales.....	101
1.6.4 Tomas de tierra.....	102
1.6.4.1 Electroodos.....	102
1.6.4.2 Resistencia de las tomas de tierra.....	104
1.6.5 Terreno.....	104
1.6.6 Tomas de tierra independientes.....	106
1.6.7 Línea principal de tierra.....	106
1.6.8 Derivaciones de las líneas principales de tierra.....	106
1.6.9 Conductores de protección.....	106
1.6.10 Elementos a conectar a tierra.....	107
1.6.11 Tipos de tierra.....	107
1.6.12 Tierra de protección.....	107
1.6.13 Tierra de Servicio.....	108
1.6.14 Cálculo de las puestas a tierra.....	108
1.6.15 Solución adoptada	110



1.7 POTENCIA A COMPENSAR.....	111
1.8 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	112
1.8.1 Parámetros	112
1.8.2 Componentes del CT	113
1.8.3 Aparamenta en media tensión.....	114
1.8.4 Transformador	114
1.8.5 Cálculo del centro de transformación.....	116
1.8.6 Solución adoptada CT	117
1.8.6.1 Situación y emplazamiento.....	117
1.8.6.2 Características generales del CT.....	117
1.8.6.3 Descripción de la instalación.....	118
1.8.6.4 Características de los materiales.....	118
1.8.6.5 Características detalladas.....	121
1.8.6.6 Instalación eléctrica	122
1.8.6.7 Características descriptivas de las celdas y transformadores en MT.....	124
1.8.6.8 Medida (CMM)	126
1.8.6.9 Transformador aceite 24KV	127
1.8.6.10 Instalación de puesta a tierra	128
1.8.6.11 Instancias	128
1.8.6.12 Aparatos de MT	128
1.8.6.13 Aislamiento.....	128
1.8.6.14 Instalaciones secundarias del CT.....	129
1.9 RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	130



1.1 INTRODUCCIÓN

1.1.1 Objeto

El objeto de la siguiente memoria consiste en el estudio de la instalación en baja tensión necesaria para el suministro de energía eléctrica a los diferentes receptores de fuerza y alumbrado que son necesarios para la elaboración de panes precocinados y bollería industrial realizados en una nave industrial.

Dicha instalación estará formada por alumbrado (interior, exterior, de emergencia y señalización), instalación de fuerzas y tomas de corriente, centro de transformación de media a baja tensión, protección eléctrica de todas y cada una de las líneas de BT, puestas a tierra del CT y de la instalación eléctrica de la nave y corrección del factor de potencia mediante una batería de condensadores.

1.1.2 Situación

La nave se encuentra situada en Barasoain en el polígono Txapardía, con código postal 31395 Barasoain (Navarra) España, situado junto a la carretera N-121 con dirección hacia Pamplona, la parcela dispone de 7052,87 m² de superficie, (84,60 m de longitud y 83,38 m de ancho).

1.1.3 Descripción de la nave

La nave forma parte de un pequeño polígono industrial y se encuentra colindante a otras naves industriales de mayor envergadura.

La nave constará de una zona de producción con superficie útil de 2030,17 m² toda ella a pie de suelo, en su interior se alberga una cámara de frío de 233,36 m², también localizadas en su interior se encuentran las oficinas con 2 plantas (a dos alturas), cada una de las plantas consta de una superficie útil de 491,44 m². La altura de la nave industrial es de 7 m exceptuando únicamente la zona de oficinas que dispondrá de una altura de 3 m cada una de las plantas (altura medida desde el suelo hasta el falso techo).



La nave industrial se encuentra distribuida de la siguiente manera:

Las superficies han sido medidas despreciando elementos como las columnas y pareces con el fin de obtener la superficie útil total o disponible.

Nave industrial (zona de producción, cámara de frío y almacén)

Emplazamiento	Longitud (m)	Ancho (m)	Superficie (m²)
Zona de producción	60	42,2	2030,17
Cámara de frío	20	11,7	233,36
Almacén	10,7	5,7	60,83

Oficinas (planta baja y primera planta)

Emplazamiento	Longitud (m)	Ancho (m)	Superficie (m²)
Planta baja	40,4	12,2	421,86
Baño M	7	3,05	21,19
Baño F	7	3,05	21,19
Vestuario M	10,7	6,4	68,16
Vestuario F	10	6,4	63,68
Pasillo	12,2	3,09	37,7
Despacho	10	5,7	56,84
Hall	9,21	6,3	58,02
Recepción	9,21	5,9	54,34
Zona común	7	5,9	32,16
Escaleras	3,85	2,2	8,58
Primera planta	40,4	12,2	482,37
Baño M	7	3,05	21,19
Baño F	7	3,05	21,19
Sala de descanso	10,7	5,7	60,83
Despacho	9	6,4	57,6
Sala de reuniones 1	10	6,4	63,68
Sala de reuniones 2	10,7	6,4	68,16
Pasillo 1	12,2	3,3	40,26
Pasillo 2	19,1	5,7	108,71
Zona común	7	5,9	32,17
Escaleras	3,85	2,2	8,58

En la parte exterior de la nave industrial se situará el centro de transformación (CT) y el aparcamiento para los empleados. El aparcamiento dispondrá de 15 plazas y el centro de transformación será prefabricado tipo EHC-3 SCHNEIDER de 9,40 m² de superficie, incluyendo celdas de línea, protección y medida así como el propio transformador.



PREVISIÓN DE CARGA LUMINARIAS OFICINAS				
PLANTA BAJA OFICINAS				
Emplazamiento	Modelo	Nº luminarias	Potencia (W)	Pot.total (W)
Baño M	Philips TCW060 2xTL5-28W HF	8	28	224
Baño F	Philips TCW060 2xTL5-28W HF	8	28	224
Vestuario M	Philips TCW060 2xTL5-28W HF	24	28	672
Vestuario F	Philips TCW060 2xTL5-28W HF	24	28	672
Pasillo	Philips TMX204 2xTL5-14W HFP +GMX555 MB	20	14	280
Almacén	Philips TCW060 2xTL5-28W HF	18	28	504
Despacho	Philips TBS260 4xTL5-14W HFP P	30	14	420
Hall	Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF C3	24	14	336
Recepción	Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF C3	32	14	448
Zona común	Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF C3	32	14	448
			TOTAL (W)	4228
PRIMERA PLANTA OFICINAS				
Emplazamiento	Modelo	Nº luminarias	Potencia (W)	Pot.total (W)
Baño M	Philips TCW060 2xTL5-28W HF	8	28	224
Baño F	Philips TCW060 2xTL5-28W HF	8	28	224
Sala de descanso	Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF C3	32	14	448
Despacho	Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF M2	60	14	840
Sala de reuniones 1	Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF M2	60	14	840
Sala de reuniones 2	Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF M2	80	14	1120
Pasillo 1	Philips TMX204 1xTL5-28W HFP +GMX555 MB	8	28	224
Pasillo 2	Philips TCW060 2xTL5-28W HF	30	28	840
Zona común	Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF C3	32	14	448
			TOTAL (W)	5208



PREVISIÓN DE CARGA TOMAS DE CORRIENTE NAVE INDUSTRIAL				
TOMAS MONOFÁSICAS				
Emplazamiento	Modelo	Nº de tomas	Potencia (W)	Pot.total (W)
Zona industrial	Legrand	39	11085,13	33255,38
Cámara de frío	Legrand	9	11085,13	11085,13
			TOTAL (W)	44340,50
TOMAS TRIFÁSICAS				
Emplazamiento	Modelo	Nº de tomas	Potencia (W)	Pot.total (W)
Zona industrial	Legrand	13	11085,13	33255,38
Cámara de frío	Legrand	3	11085,13	11085,13
			TOTAL (W)	44340,50

PREVISIÓN DE CARGA TOMAS DE CORRIENTE CASETA TRANSFORMADOR				
TOMAS MONOFÁSICAS				
Emplazamiento	Modelo	Nº de tomas	Potencia (W)	Pot.total (W)
Caseta transformador	Legrand	2	11085,13	11085,13
			TOTAL (W)	11085,13

La potencia total instalada en la nave es la suma de los elementos de fuerza e iluminación:

POTENCIA TOTAL INSTALADA EN (W)	473146,63
--	------------------



1.1.5 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.



1.1.6 Distribución de los cuadros

Todos y cada uno de los cuadros se colocaran a una altura de 1,45 m del suelo tal y como nos lo indica el reglamento en la (ITC-BT17).

Cuadro general de distribución (CGD), se encuentra situado a 4,18 m de la entrada principal de la nave industrial así se consigue un rápido control sobre éste, y según como nos lo indica la (ITC-BT17), del cual se protege tanto a la batería de condensadores como a las líneas de los diferentes cuadros secundarios, y a 6 tomas de fuerza monofásicas y otras 2 trifásicas.

Cuadro secundario I, situado en la zona de producción, contiene los elementos de protección de las líneas que alimentan tanto al alumbrado exterior como a todo el alumbrado de la nave industrial, y a 9 tomas de fuerza monofásicas y otras 3 trifásicas.

Cuadro secundario II, también situado en la zona de producción, contiene los elementos de protección de las líneas que alimentan a las cuatro cadenas de máquinas que están compuestas a su vez de cuatro máquinas diferentes cada una (amasadora en espiral, prensadora de masa, cámara de reposo y formadora de barras).

Cuadro secundario III, situado en la zona industrial, dispone la aparamenta necesaria para proteger a las líneas que alimentan a las cuatro cadenas de máquinas que están compuestas a su vez de cinco máquinas diferentes cada una (amasadora en espiral, prensadora de masa, cámara de reposo, formadora de barras y cortadoras de pan), y a 12 tomas de fuerza monofásicas y a otras 4 trifásicas.

Cuadro secundario IV, situado en la zona industrial, dispone de los elementos de protección de las líneas que alimentan a dos hornos y a seis laminadoras de masa.

Cuadro secundario V, también situado en la zona de producción, contiene los elementos de protección de las líneas que alimentan a otros dos hornos y a seis batidoras planetarias.

Cuadro secundario VI, situado en la propia cámara de frío, dispone de los elementos de protección de las líneas que alimentan a diecisiete cámaras de fermentación y a todo el alumbrado de dicha sala (tanto alumbrado propio, como el de emergencia y señalización de la sala) y a 3 tomas de fuerza monofásicas y una trifásica.

Cuadro secundario VII, situado también en el interior de la propia cámara de frío, dispone de los dispositivos de protección de las líneas que alimentan a diecisiete cámaras de fermentación correspondientes.

Cuadro secundario VIII, situado en la planta baja de las oficinas, dispone de los elementos de protección para las líneas que alimentan tanto al propio alumbrado de las oficinas, como a las 60 tomas de fuerza monofásicas distribuidas por ambas plantas.



1.1.7 Descripción de la actividad

La nave industrial que va a ser objeto de estudio va a ser una empresa dedicada a la fabricación de panes y bollería industrial. La materia prima será comprada, y en este caso la empresa no se encargará de su extracción. A continuación se detallan los pasos necesarios para una adecuada elaboración tanto del pan como de bollería:

- Extracción o compra de la materia prima.
- Almacenamiento.
- Preparación de la mezcla.
- Proceso de amasado.
- Proceso de formado de barra.
- Cortadora de barras.
- Enfriamiento de las barra.
- Cocción en el horno.
- Empaquetamiento y salida del producto.

1.1.8 Suministro de energía

La compañía encargada del suministro de energía eléctrica será IBERDROLA a una tensión de 20 KV (13,2 KV) y 50 Hz de frecuencia.

1.2 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN (ITC-BT-08)

Los esquemas de distribución son esenciales para determinar las características de las medidas de protección así como de las especificaciones de la aparatenta 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.

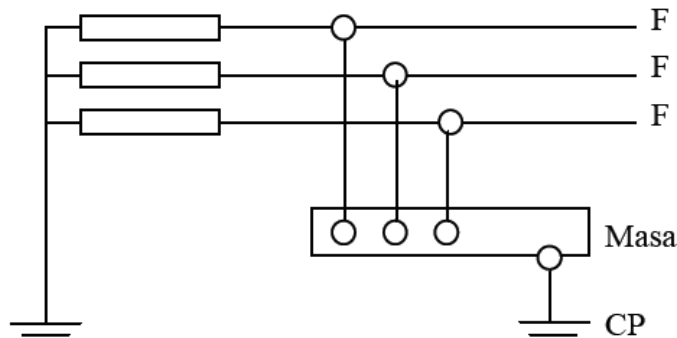
A la hora de elegir el esquema de distribución de nuestra instalación tendremos en cuenta las conexiones a tierra de la red de distribución, así como las masas de la instalación receptora (cargas).

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.

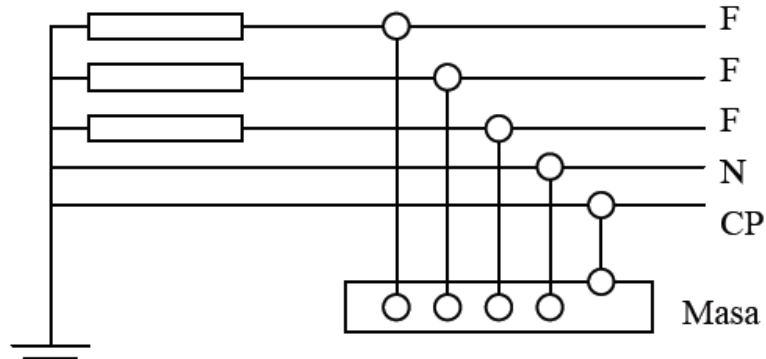
Esquema TN

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

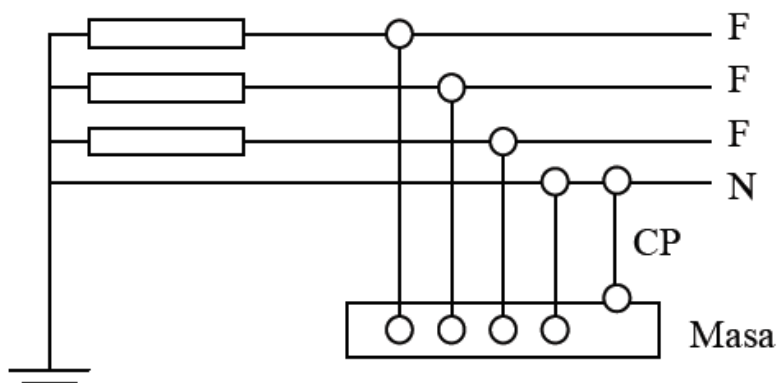
Esquema TN-S

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



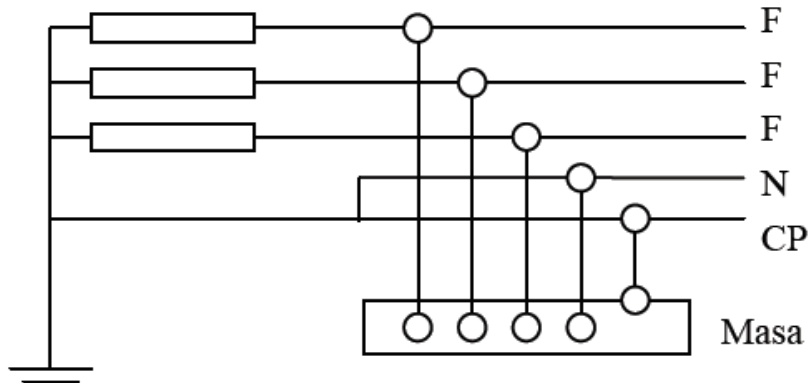
Esquema TN-C

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.

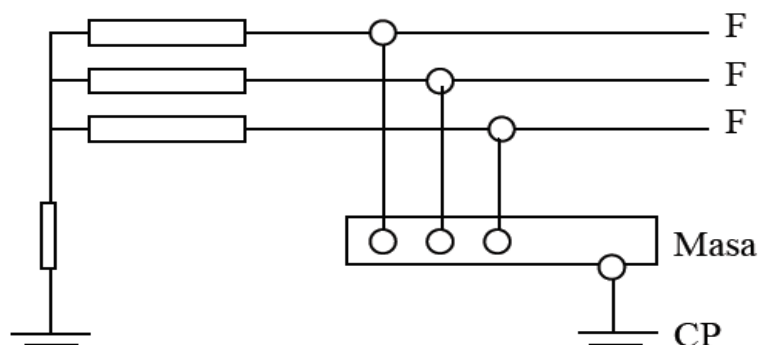


Una puesta a tierra múltiple, en puntos repartidos con regularidad, puede ser necesaria para asegurarse de que el potencial del conductor de protección se mantiene, en caso de fallo, lo más próximo posible al de tierra. Por la misma razón, se recomienda conectar el conductor de protección a tierra en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

ESQUEMA ELEGIDO PARA LA INSTALACIÓN

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 ILUMINACIÓN

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 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 (°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 + 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. Tª color < 3300K
- **Apariencia intermedia:** 3300 k – 5000 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

- 0 → Color distorsionado.
- 100 → Color no distorsionado respecto a la luz del sol.

Una vez que se han definido de forma básica los conceptos luminotécnicos, voy 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 40-1000 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...

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 utilizemos 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

- Illuminancias 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 N° total de lámparas
- Determinación del N° 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.

INDICE 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.



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.



SOLUCIÓN ADOPTADA

1.3.3 Iluminación interior

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

LUMINARIAS PLANTA BAJA OFICINAS				
Emplazamiento	Modelo	Nº luminarias	Potencia (W)	Pot.total (W)
Baño M	Philips TCW060 2xTL5-28W HF	8	28	224
Baño F	Philips TCW060 2xTL5-28W HF	8	28	224
Vestuario M	Philips TCW060 2xTL5-28W HF	24	28	672
Vestuario F	Philips TCW060 2xTL5-28W HF	24	28	672
Pasillo	Philips TMX204 2xTL5-14W HFP +GMX555 MB	20	14	280
Almacén	Philips TCW060 2xTL5-28W HF	18	28	504
Despacho	Philips TBS260 4xTL5-14W HFP P	30	14	420
Hall	Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF C3	24	14	336
Recepción	Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF C3	32	14	448
Zona común	Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF C3	32	14	448



LUMINARIAS PRIMERA PLANTA OFICINAS				
Emplazamiento	Modelo	Nº luminarias	Potencia (W)	Pot.total (W)
Baño M	Philips TCW060 2xTL5-28W HF	8	28	224
Baño F	Philips TCW060 2xTL5-28W HF	8	28	224
Sala de descanso	Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF C3	32	14	448
Despacho	Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF M2	60	14	840
Sala de reuniones 1	Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF M2	60	14	840
Sala de reuniones 2	Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF M2	80	14	1120
Pasillo 1	Philips TMX204 1xTL5-28W HFP +GMX555 MB	8	28	224
Pasillo 2	Philips TCW060 2xTL5-28W HF	30	28	840
Zona común	Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF C3	32	14	448

LUMINARIAS NAVE INDUSTRIAL				
Emplazamiento	Modelo	Nº luminarias	Potencia (W)	Pot.total (W)
Zona 1	Philips MPK460 1xHPI-P250W-BU P-D635-NB	15	250	3750
Zona 2	Philips MPK460 1xHPI-P250W-BU P-D635-NB	20	250	5000
Zona 3	Philips MPK460 1xHPI-P250W-BU P-D635-NB	21	250	5250
Cámara de frío	Philips TCW060 2xTL5-28W HF	60	28	1680

LUMINARIAS CASETA TRANSFORMADOR				
Emplazamiento	Modelo	Nº luminarias	Potencia (W)	Pot.total (W)
Caseta transformador	Philips TCW060 2xTL5-28W HF	4	28	168



1.3.4 Iluminación exterior

LUMINARIAS EXTERIORES				
Emplazamiento	Modelo	Nº luminarias	Potencia (W)	Pot.total (W)
Alumbrado exterior	Philips DWP333 CDM- TD 150W/942 K A-NB	19	150	2850



1.3.5 Alumbrado de señalización y emergencia

Destinado a iluminar zonas de locales interiores:

- Evacuación: Ayuda a las personas que se encuentran en el edificio a para que salgan del local en caso de peligro.
- Evitar riesgo de pánico por ausencia de luz.
- Ejecución de un trabajo que se está realizando.

TIPOS DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA

- Alumbrado de reemplazamiento: Permite la continuidad de la actividad.
- Alumbrado de seguridad: Alumbrado de evacuación o de fin de trabajo potencialmente peligroso. Necesario cuando la tensión nominal baja por debajo del 70% de su valor nominal. (Mediante baterías autónomas)
 - Salidas
 - Vías de circulación en el suelo: 1 Lux durante una hora
 - Medidas de protección contra incendios (extintores, bocas incendio, pulsadores de alarma): 5 Lux
- Alumbrado de ambiente o antipático: 0,5 lux. Entre el suelo y 1 metro de altura.
- Alumbrado de zonas de alto riesgo: Iluminancia media de 15 Lux o el 10% de los Luxes en alumbrado normal. (Se escoge el mayor de los dos).

Según el reglamento electrotécnico para baja tensión Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002 ITC-BT-28 es obligatorio situar el alumbrado de seguridad en las siguientes zonas de los locales de pública concurrencia:

- En todos los recintos cuya ocupación sea mayor a 100 personas.
- Recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a uso residencia u hospitalario y los de zonas destinadas a cualquier otro uso que estén previstos para la evacuación de más de 100 personas.
- En los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
- En los estacionamientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta zonas generales del edificio.
- En los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- En las salidas de emergencia y en las señales de seguridad reglamentarias.
- En todo cambio de dirección de la ruta de evacuación.
- En toda intersección de pasillos con las rutas de evacuación.



- En el exterior del edificio, en la vecindad inmediata a la salida.
- A una distancia inferior a 2 metros (medida horizontalmente) de las escaleras, de manera que cada tramo de escaleras reciba una iluminación directa.
- A una distancia inferior a 2 metros (medida horizontalmente) de cada cambio de nivel.
- A una distancia inferior a 2 metros (medida horizontalmente) de cada equipo manual destinado a la prevención y extinción de incendios.
- En los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas indicadas anteriormente.

UBICACIÓN DE LAS LUMINARIAS DE EMERGENCIA

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

PREINCRIPCIÓNES DE LOS APARATOS PARA ALUMBRADO DE EMERGENCIA (ITC-BT-28)

- Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia: Luminaria que proporciona alumbrado de emergencia de tipo permanente o no permanente en la que todos los elementos, tales como batería, lámpara, conjunto de mando y dispositivos de verificación y control están contenidos dentro de la luminaria o a una distancia inferior a 1 metro de ella.
- Luminaria alimentada por fuente central: Luminaria que proporciona alumbrado de emergencia de tipo permanente o no permanente y que está alimentada a partir de un sistema de alimentación de emergencia central, es decir, no incorporado a la luminaria.



TIPO DE LUMINARIA UTILIZADA

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



1.3.6 Solución adoptada

La solución adoptada para el alumbrado de emergencia será la de luminarias autónomas y no permanentes incluyendo la señalización en la misma luminaria. La marca escogida va a ser “Uriarte” y cada una de estas luminarias tiene una potencia de consumo de 8 W.

NÚMERO DE LUMINARIAS DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN								
NAVE INDUSTRIAL								
Emplazamiento	Superficie (m ²)	iluminancia (lm/ m ²)	Flujo nec.(lm)	Modelo	Autonomía	Flujo (lm)	Nº luminarias	Flujo total(lm)
Zona industrial	2030,17	5	10151	Uriarte EF1L-E	1h	240	42	10080
Cámara de frío	233,36	5	1166,8	Uriarte EF1L-E	1h	240	6	1440
						TOTAL	48	11520
CASETA DEL TRANSFORMADOR								
Emplazamiento	Superficie (m ²)	iluminancia (lm/ m ²)	Flujo nec.(lm)	Modelo	Autonomía	Flujo (lm)	Nº luminarias	Flujo total(lm)
Caseta transformador	12,08	5	60,40	Uriarte EF1-E	1h	170	1	170
						TOTAL	1	170



NÚMERO DE LUMINARIAS DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN								
PLANTA BAJA OFICINAS								
Emplazamiento	Superficie (m ²)	iluminancia (lm/ m ²)	Flujo nec. (lm)	Modelo	Autonomía	Flujo (lm)	Nº luminarias	Flujo total (lm)
Baño M	21,19	5	105,95	Uriarte EF1-E	1h	170	1	170
Baño F	21,19	5	105,95	Uriarte EF1-E	1h	170	1	170
Vestuario M	68,16	5	340,8	Uriarte EF1-E	1h	170	2	340
Vestuario F	63,68	5	318,4	Uriarte EF1-E	1h	170	2	340
Pasillo	37,698	5	188,49	Uriarte EF1-E	1h	170	4	680
Almacén	60,83	5	304,15	Uriarte EF1-E	1h	170	2	340
Despacho	56,84	5	284,2	Uriarte EF1-E	1h	170	2	340
Hall	57,102	5	285,51	Uriarte EF1-E	1h	170	2	340
Recepción	55,26	5	276,3	Uriarte EF1-E	1h	170	2	340
Zona común	32,17	5	160,83	Uriarte EF1-E	1h	170	1	170
						TOTAL	19	3230



PRIMERA PLANTA OFICINAS								
Emplazamiento	Superficie (m ²)	iluminancia (lm/ m ²)	Flujo nec. (lm)	Modelo	Autonomía	Flujo (lm)	Nº luminarias	Flujo total (lm)
Baño M	21,19	5	105,95	Uriarte EF1-E	1h	170	1	170
Baño F	21,19	5	105,95	Uriarte EF1-E	1h	170	1	170
Sala de descanso	60,83	5	304,15	Uriarte EF1-E	1h	170	2	340
Despacho	57,6	5	288	Uriarte EF1-E	1h	170	2	340
Sala de reuniones 1	63,68	5	318,4	Uriarte EF1-E	1h	170	2	340
Sala de reuniones 2	68,16	5	340,8	Uriarte EF1-E	1h	170	2	340
Pasillo 1	40,26	5	201,3	Uriarte EF1-E	1h	170	3	510
Pasillo 2	108,71	5	543,55	Uriarte EF1-E	1h	170	6	1020
Zona común	32,18	5	160,88	Uriarte EF1-E	1h	170	1	170
Escaleras	3,124	5	15,62	Uriarte EF1-E	1h	170	1	170
						TOTAL	21	3570

POTENCIA TOTAL ALUMBRADO DE EMERGENCIA EN (W)

712



1.4 DISTRIBUCIÓN INTERIOR DE LA INSTALACIÓN

1.4.1 Introducción

La distribución interior de la instalación va a estar formada por las líneas que transcurran desde el centro de transformación hasta los receptores situados en la nave industrial. Puesto que la instalación es de baja tensión (BT) se utilizara como indica en el reglamento una corriente alterna normalizada trifásica de 400 V de línea y 230 V de fase.

Para la instalación interior es necesario calcular los conductores que van a alimentar los distintos receptores según distintos criterios. Estos conductores tienen que cumplir determinadas características, tanto eléctricas como mecánicas.

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 Cables

1.4.2.1 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 esta 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 pico de aislamiento. La intensidad que circula tiene que ser siempre mayor a la intensidad admisible.
- Caída de tensión: Es sumamente importante que la limitar 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.

1.4.2.2 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: $20\text{Kp}/\text{mm}^2$
 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: $15\text{Kp}/\text{mm}^2$

 - Almelec (20°C): Resistividad: $0,032\Omega\text{mm}^2/\text{m}$
 Conductividad: $30,7\text{m}/\Omega\text{mm}^2$
 Carga de rotura: $30\text{Kp}/\text{mm}^2$

- **Aislamiento:** Materiales plásticos que evitan las fugas de corriente por el cable. El RBT no 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.

1.4.2.3 Comportamiento de un cable frente al fuego y código de colores

- 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.

Código de colores de un cable: 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).

1.4.2.4 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 \Rightarrow Normas armonizadas. Son cables que se pueden utilizar en toda la Unión Europea (UE). (Son el 99% de los cables).
- A \Rightarrow Cable nacional reconocido por CENELEC.
- ES \Rightarrow Cable nacional.

Tensión de aislamiento: U_0/U

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

2ª) Segunda parte:

Material de aislamiento:

- V \Rightarrow PVC
- R \Rightarrow XLPE
- R \Rightarrow EPR
- Z \Rightarrow No propagadores de la llama
- Z1 \Rightarrow Alta seguridad

Material de la cubierta:

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

Construcción especial del cable:

- H \Rightarrow Cuando se pueden separar los alambres del conductor
- H2 \Rightarrow 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.

Pequeño ejemplo demostrativo:

H07Z1-K 3x35/16 mm² Cu

- 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 \Rightarrow Cobre
- Al \Rightarrow Aluminio

1.4.2.5 Cálculo eléctrico de las líneas

Para el cálculo de líneas hay dos tipos de opciones. Una es el cálculo preliminar y otra el cálculo de comprobación. El cálculo preliminar se utiliza cuando las líneas todavía no están instaladas y el de comprobación cuando se quiere realizar una ampliación de potencia. En este proyecto se utilizará el cálculo preliminar.

Dentro del cálculo preliminar para calcular la sección del cable, se utiliza el criterio térmico y el criterio de caída de tensión (C.d.t).

Criterio térmico

Cuando por un conductor circula una determinada corriente, se eleva su temperatura por efecto Joule. Esta temperatura se incrementa de forma directamente proporcional al cuadrado de la corriente que circula por el cable, por lo tanto se puede deteriorar los aislantes o las cubiertas produciendo cortocircuitos o riesgo de choque eléctrico para las personas.

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-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 el resultado de la intensidad máxima admisible para una sección determinada (ITC BT 06-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.

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

Instalaciones monofásicas

$$I_{CAL} = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi} \qquad I'_{CAL} = \frac{I_{CAL}}{F_C}$$

Instalaciones trifásicas

$$I_{CAL} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} \qquad I'_{CAL} = \frac{I_{CAL}}{F_C}$$

Siendo:

$V \rightarrow$ Tensión nominal de la línea en Voltios (V)

$P \rightarrow$ Potencia del receptor al cual alimenta el cable en vatios (W)

$\cos \varphi \rightarrow$ Factor de potencia

$I'_{CAL} \rightarrow$ Intensidad calculada con el factor de corrección en Amperios (A)

Con este criterio primero calculamos la intensidad para una potencia y tensión determinada, y después según las tablas con las intensidades máximas admisibles (I'_{Adm}) elegiremos la sección de cable normalizada para la cual $I'_{cal} < I_{Max Adm}$. 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.

Criterio de caída de tensión (C.d.t.)

Todo conductor real ofrece una resistencia al paso de corriente produciéndose por lo tanto una caída de tensión. En sumamente importante que el receptor al cual estamos alimentando reciba su tensión nominal para su correcto funcionamiento. Independientemente de la caída de tensión existen otros tipos de fenómenos como el efecto pelicular, dificultad del paso de corriente debido a las variaciones de campo magnético en el conductor o el efecto capacitivo, pero estos son menos importantes debido a que la frecuencia de trabajo a la cual estamos trabajando es de 50 Hz.

Tanto el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (RBT) como Iberdrola, nos va a limitar la caída de tensión ($U\%$) permitida en el cable. Generalmente esta tiene que ser menor a un 4,5% para alumbrado y un 6,5% para fuerza.

Además Iberdrola según para cada parte de la instalación permite una c.d.t determinada.

Instalaciones monofásicas

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I_{CAL} \cdot \cos \varphi}{C \cdot U_{tot} (\%)} = \frac{2 \cdot L \cdot P}{C \cdot U_{tot} (\%) \cdot V}$$

Instalaciones trifásicas

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{CAL} \cdot L \cdot \cos \varphi}{C \cdot U_{tot} (\%)} = \frac{L \cdot P}{C \cdot U_{tot} (\%) \cdot V}$$

Siendo:

$U_{tot} (\%) \rightarrow$ Caída de tensión en (%)

$L \rightarrow$ Longitud de la línea en metros (m)

$I_{CAL} \rightarrow$ Corriente nominal de la línea en Amperios (A)

$\cos \varphi \rightarrow$ Factor de potencia

$C \rightarrow$ Conductividad del material del conductor ($56 \frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$ para el

Cobre, y $35 \frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$ para el Aluminio)

$V \rightarrow$ Tensión nominal de la línea en Voltios (V)



$S \rightarrow$ Sección del cable en (mm^2)

$P \rightarrow$ Potencia del receptor al cual alimenta el cable en vatios (W)

Con el resultado de este segundo criterio, directamente calculamos la sección en mm^2 . Hay que tener en cuenta que esta sección no está normalizada y se normalizará según las secciones inmediatamente superiores encontradas en las tablas del Reglamento de Baja Tensión (RBT).

Es fundamental realizar el cálculo de sección del conductor, tanto por el criterio térmico, como por el de caída de tensión, para luego comparar los dos resultados y si estos son diferentes, siempre escoger la mayor sección de los dos.

Una vez que se ha explicado las partes fundamentales que forman un cable y los métodos de cálculos se van a detallar los tipos que forman una instalación eléctrica, sus secciones y su función.

1.4.2.6 Conductores activos

Son los destinados a la transmisión de la energía eléctrica. Esta consideración se aplica a los conductores de fase y al conductor neutro en corriente alterna. Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio, y serán siempre aislados, exceptuando cuando vayan montados sobre aisladores, tal y como establece el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, en la ITC-BT 19.

1.4.2.7 Conductores de protección (CP)

Estos conductores sirven para unir las masas de la instalación, es decir, conductores que en condiciones normales no están bajo tensión, con la puesta a tierra.

Los conductores de protección 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 o polares de la instalación (mm^2)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm^2)
$S \leq 16$	S (*)
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

(*) Con un mínimo de:

- 2,5 mm^2 si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica.
- 4 mm^2 si los conductores de protección no forman parte de la canalización y no tienen una protección mecánica.



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

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

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

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

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

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

1.4.3 Sistemas de canalización

1.4.3.1 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.



1.4.3.2 Tubos protectores

Tubos protectores (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.

1.4.4 Receptores

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase de local, emplazamiento, utilización, etc.), teniendo en cuenta los esfuerzos mecánicos previsibles y las condiciones de ventilación, necesarias para que en funcionamiento no pueda producirse ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos. Soportarán la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos en servicio, por ejemplo, polvo, humedad, gases y vapores.

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 sobrecargas, siendo de aplicación, para ello, 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.



Los receptores no deberán, en general, conectarse a instalaciones cuya tensión asignada sea diferente a la indicada en el mismo. Sobre éstos podrá señalarse una única tensión asignada o una gama de tensiones que señale con sus límites inferior o superior las tensiones para su funcionamiento asignadas por el fabricante del aparato.

Los receptores de tensión asignada única, podrán funcionar en relación con ésta, dentro de los límites de variación de tensión admitidos por el Reglamento por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

Podrán estar previstos para el cambio de su tensión asignada de alimentación, y cuando este cambio se realice por medio de dispositivos conmutadores, estarán dispuestos de manera que no pueda producirse una modificación accidental de los mismos.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por intermedio de un cable apto para usos móviles, que podrá incorporar una clavija de toma de corriente. 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 efectúa por intermedio de un cable móvil, éste incluirá el número de conductores necesarios y, si procede, el conductor de protección.

En cualquier caso, los cables en la entrada al aparato estarán protegidos contra los riesgos de tracción, torsión, cizallamiento, abrasión, plegados excesivos, etc., por medio de dispositivos apropiados constituidos por materiales aislantes. No se permitirá anudar los cables o atarlos al receptor. Los conductores de protección tendrán una longitud tal que, en caso de fallar el dispositivo impeditivo de tracción, queden únicamente sometidos a ésta después de que la hayan soportado los conductores de alimentación.

En los receptores que produzcan calor, si las partes del mismo que puedan tocar a su cable de alimentación alcanzan más de 85 grados centígrados de temperatura, los aislamientos y cubierta del cable no serán de material termoplástico.

No se podrán instalar sin consentimiento expreso de la Empresa que suministra la energía, aparatos receptores que produzcan desequilibrios importantes en las distribuciones polifásicas.

En los motores que accionan máquinas de par resistente muy variable y en otros receptores como hornos, aparatos de soldadura y similares, que puedan producir fuertes oscilaciones por la potencia por ellos absorbida, se tomarán medidas oportunas para que la misma no pueda ser mayor del 200 % de la potencia asignada del receptor.



Cuando se compruebe que tales receptores no cumplen la condición indicada, o que producen perturbaciones en la red de distribución de energía de la Empresa distribuidora, ésta podrá, previa autorización del Organismo competente, negar el suministro a tales receptores y solicitar que se instalen los sistemas de corrección apropiados.

Las instalaciones que suministren energía a receptores de los que resulte un factor de potencia inferior a 1, podrán ser compensadas, pero sin que en ningún momento la energía absorbida por la red pueda ser capacitiva.

1.4.4.1 Receptores de alumbrado

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no deben exceder de 5 Kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión. La sección nominal total de los conductores de los que la luminaria esta suspendida será tal que la tracción máxima a la que estén sometidos los conductores sea inferior a 15 N/mm^2 .

La tensión asignada de los cables utilizados será como mínimo la tensión de alimentación y nunca inferior a 300/300 V. Además serán de características adecuadas a la utilización prevista, siendo capaces de soportar la temperatura a la que puedan estar sometidas.

Cuando la luminaria tiene la conexión a la red en su interior, es necesario que el cableado externo que penetra en ella tenga el adecuado aislamiento eléctrico y térmico.

Cuando en la misma instalación existan lámparas que han de ser alimentadas a distintas tensiones, se recomienda que los portalámparas respectivos sean diferentes entre sí, según el circuito al que deban ser conectados.

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.

Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las



lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9, y no se admitirá compensación en conjunto de un grupo de receptores en una instalación de régimen de carga variable, salvo que dispongan de un sistema de compensación automático con variación de su capacidad siguiendo el régimen de carga.

1.4.4.2 Receptores tipo motor

La instalación de los motores debe ser conforme a las prescripciones de la norma UNE 20.460 y las especificaciones aplicables a los locales (o emplazamientos) donde hayan de ser instalados.

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

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases.

En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo. Las características de los dispositivos de protección deben estar de acuerdo con las de los motores a proteger y con las condiciones de servicio previstas para estos, debiendo seguirse las indicaciones dadas por el fabricante de los mismos.

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



Las secciones mínimas que deben tener los conductores de conexión con objeto de que no se produzca en ellos un calentamiento excesivo, deben ser las siguientes:

➤ Un solo motor

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % (130% sin son para elevadores) de la intensidad a plena carga del motor. En los motores de rotor devanado, los conductores que conectan el rotor con el dispositivo de arranque (conductores secundarios) deben estar dimensionados, asimismo, para el 125 % de la intensidad a plena carga del rotor. Si el motor es para servicio intermitente, los conductores secundarios pueden ser de menor sección según el tiempo de funcionamiento continuado, pero en ningún caso tendrán una sección inferior a la que corresponde al 85 % de la intensidad a plena carga en el rotor.

➤ Varios motores

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

➤ Carga combinada

Los conductores de conexión que alimentan a motores y otros receptores, deben estar previstos para la intensidad total requerida por los receptores, más la requerida por los motores, calculada como antes se ha indicado.

Tomas de corriente:

Introducción

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

1.4.5 Tomas de corriente

1.4.5.1 Tipos de tomas de corriente

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

- Tomas de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T)
- Tomas de corriente trifásicas de 16 A y 400 V (3P+T)



1.4.5.2 Situación de las tomas de corriente

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

➤ Nave industrial:

9 Tomas de corriente trifásicas de 16 A y 400 V (3P+T)

27 Tomas de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T)

➤ Cámara de frío:

1 Tomas de corriente trifásicas de 16 A y 400 V. (3P+T)

3 Tomas de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T)

➤ Caseta del transformador:

1 Tomas de corriente monofásicas de 6 A y 230 V (2P+T)

Planta baja oficinas

➤ Almacén:

3 Tomas de corriente monofásica de 16 A y 230 V (2P+T)

➤ Vestuarios M:

3 Tomas de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T)

➤ Vestuarios F:

3 Tomas de corriente monofásica de 16 A y 230 V (2P+T)

➤ Despacho:

4 Tomas de corriente monofásica de 16 A y 230 V (2P+T)

➤ Pasillo:

3 Tomas de corriente monofásica de 16 A y 230 V (2P+T)

➤ Hall y recepción:

8 Tomas de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T)



➤ Zonas comunes:

2 Tomas de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T)

➤ Baño M:

2 Tomas de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T)

➤ Baño F:

2 Tomas de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T)

Primera planta oficinas

➤ Zonas comunes:

2 Tomas de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T)

➤ Baño M:

2 Tomas de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T)

➤ Baño F:

2 Tomas de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T)

➤ Pasillo 1:

3 Tomas de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T)

➤ Pasillo 2:

4 Toma de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T)

➤ Despacho:

5 Tomas de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T)

➤ Sala de reuniones 1:

4 Tomas de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T)



➤ Sala de reuniones 2:

4 Tomas de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T)

➤ Sala de descanso:

4 Tomas de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T)

1.4.6 Cálculo de las intensidades de línea

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

1. Se necesitan los siguientes datos de partida:

- Previsión de potencia de los receptores (P)
- Tipo de receptor (monofásico o trifásico)
- Factor de potencia de los receptores ($\cos \varphi$)
- Longitud de las líneas (L)
- Tensión de las líneas (V)

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

Receptor monofásico

$$I_{CAL} = \frac{P}{V \times \cos \varphi}$$

Receptor trifásico

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

Donde:

I_{CAL} → Intensidad en Amperios (A)

P → Previsión de potencia del receptor en vatios (W)

V → Tensión de la línea que le suministra en (V). En este caso 230/400V

$\cos \varphi$ → Factor de potencia del receptor

Cuando los receptores sean motores la potencia se multiplicará por 1,25. Y en el caso de que una línea alimente a varios motores, la línea se dimensionará para una



intensidad no inferior a la suma del 125% de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

En los conductores que suministran corriente a lámparas de descarga, se calculará para una carga total de 1,8 veces la potencia nominal.

Otro elemento a tener en cuenta será el factor de corrección (F_c), que depende de la temperatura ambiente, tipo de canalización y número de conductores que se alojan en la misma. Por tanto, cuando las condiciones reales de la instalación sean distintas a las condiciones tipo, la intensidad admisible se deberá corregir aplicando los factores de corrección recogidos en la ITC-BT-06 e ITC-BT-07.

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

1.4.7 Cálculo de los conductores de baja tensión

1. Una vez conocida la intensidad de cada receptor se hace una elección:

Hay que seleccionar la línea que va a alimentar a cada receptor, de modo que la potencia suministrada por cada uno quede mas o menos repartida por igual en todas las líneas, los receptores alimentados por la misma línea estén cercanos y el tipo de receptores a los que va a alimentar. Ya que 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 esto puede provocar picos de corriente que harían altibajos en la intensidad de dicha iluminación. La configuración final de las líneas aparece en los planos.

2. A continuación, también hay que elegir el tipo de conductor que vamos a utilizar y por donde lo vamos a llevar, es decir, los siguientes condicionantes:

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

3. Tras haber tomado la decisión de los puntos 1 y 2, ya se pueden calcular las secciones de los conductores aplicando los siguientes criterios, ya mencionados en este mismo apartado de la memoria:



Criterio térmico:

Se basa en el calentamiento del conductor. Consiste en limitar la densidad de corriente de tal manera que el conductor, no adquiera una temperatura excesiva y acabe quemándose. Es decir, lo que nos limita es la corriente máxima que circula por el conductor. Nos dará la I_{max} admisible del conductor.

Dependiendo de qué opciones se hayan escogido en el punto 2, se hallará la sección necesaria a partir de las tablas que da el RBT en su ITC-BT-06 si la línea es aérea, ITC-BT-07 si es subterránea o en la ITC-BT-19 si es una instalación interior.

En este proyecto todas las líneas escogidas tienen en común que son cables unipolares de cobre con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE). En el apartado de cálculo viene detallada la canalización de cada línea.

Criterio de caída de tensión (C.d.t):

Se basa en la caída de tensión que se produce desde el punto de suministro de la línea hasta el último punto de carga. Para ellos tendremos que tener en cuenta la caída de tensión máxima permitida por el RBT.

Teniendo en cuenta las condiciones que viene recogidas en el RBT según la ITC-BT-19, las máximas caídas de tensión admisibles serán del 4,5% para alumbrado y del 6,5% para los demás usos (tomas de fuerza o motores).

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

Línea monofásica:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I_{CAL} \cdot \cos\varphi}{C \cdot U_{tot}(\%)} = \frac{2 \cdot L \cdot P}{C \cdot U_{tot}(\%) \cdot V}$$



Línea trifásica:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I_{CAL} \cdot \cos \varphi}{C \cdot U_{tot} (\%)} = \frac{L \cdot P}{C \cdot U_{tot} (\%) \cdot V}$$

Siendo:

$U_{tot} (\%) \rightarrow$ Caída de tensión en (%)

$L \rightarrow$ Longitud de la línea en metros (m)

$I_{CAL} \rightarrow$ Corriente nominal de la línea en Amperios (A)

$\cos \varphi \rightarrow$ Factor de potencia

$C \rightarrow$ Conductividad del material del conductor ($56 \frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$ para el Cobre, y $35 \frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$ para el Aluminio)

$V \rightarrow$ Tensión nominal de la línea en Voltios (V)

$S \rightarrow$ Sección del cable en (mm^2)

$P \rightarrow$ Potencia del receptor al cual alimenta el cable en vatios (W)

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

5. 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.



1.4.8 Soluciones adoptadas

CONDUCTORES

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

- **Prysmian, Voltalene Flamex (S) RZ1-K(AS) 0,6/1KV Al** para la acometida que va desde el Cuadro de BT disponible en nuestro propio centro de transformación hasta el Cuadro General de Distribución CGD instalado en el interior de nuestra nave y a 4,38 m de distancia de la puerta de entrada de la misma.
 - Denominación Técnica: XZ1(S)
 - Norma constructiva: UNE HD 603-5X-1
 - Conductor: Al ⇒ Aluminio.
 - Flexibilidad: Rígido, clase 2, 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 HD 603-1.
 - Cubierta: Mezcla especial cero halógenos, tipo Flamex DM01, según UNE HD 603-5X-1, color: negro.
 - Temperatura máxima del conductor: 90 °C en servicio permanente y 250°C en cortocircuito.
 - Aplicaciones: Redes de distribución, acometidas, instalaciones al aire o enterradas.
 - Redes subterráneas de distribución e instalaciones subterráneas (ITC-BT-07).
 - Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT-20); salvo obligaciones de Afumex (AS) (ver ITC-BT-28 y R.D 2267/2004).

- **Prysmian, Afumex 1000V Iris Tech (AS) RZ1-K(AS) 0,6/1KV Cu** lo vamos a emplear para el resto de derivaciones interiores.
 - Denominación Técnica: RZ1-K
 - Norma constructiva: UNE 21123-4
 - Conductor: Cu ⇒ 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, con franja de color identificativa de la sección y que permite escribir sobre la misma para identificar circuitos.



➤ Aplicaciones:

- Cable de fácil pelado y alta flexibilidad especialmente adecuado para instalaciones interiores o receptoras 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 (instalaciones en montaje superficial, canalizaciones verticales en edificios o sobre bandeja, 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)
 - Locales de pública concurrencia (ITC-BT-28)
 - Industrias (Reglamento de seguridad contra incendios en los Establecimientos industriales R.D.2267/2004)
 - Edificios en general (Código Técnico de la Edificación, R.D. 314/2006, art. 11)

Denominación	Longitud (m)
Afumex 1000V Iris Tech (AS) RZ1-K 0,6/1KV 4x1,5+TTx1,5 Cu	301,63
Afumex 1000V Iris Tech (AS) RZ1-K 0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 Cu	1120,26
Afumex 1000V Iris Tech (AS) RZ1-K 0,6/1KV 4x2,5+TTx2,5 Cu	333,23
Afumex 1000V Iris Tech (AS) RZ1-K 0,6/1KV 2x2,5+TTx2,5 Cu	89,67
Afumex 1000V Iris Tech (AS) RZ1-K 0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 Cu	1341,21
Afumex 1000V Iris Tech (AS) RZ1-K 0,6/1KV 4x4+TTx4 Cu	61,00
Afumex 1000V Iris Tech (AS) RZ1-K 0,6/1KV 2x4+TTx4 Cu	246,07
Afumex 1000V Iris Tech (AS) RZ1-K 0,6/1KV 1x10 Cu	32,12
Afumex 1000V Iris Tech (AS) RZ1-K 0,6/1KV 1x16 Cu	722,41
Afumex 1000V Iris Tech (AS) RZ1-K 0,6/1KV 1x25 Cu	216,96
Afumex 1000V Iris Tech (AS) RZ1-K 0,6/1KV 1x35 Cu	450,15
Afumex 1000V Iris Tech (AS) RZ1-K 0,6/1KV 1x50 Cu	235,68
Afumex 1000V Iris Tech (AS) RZ1-K 0,6/1KV 1x70 Cu	13,38
Afumex 1000V Iris Tech (AS) RZ1-K 0,6/1KV 1x95 Cu	5,40
Afumex 1000V Iris Tech (AS) RZ1-K 0,6/1KV 1x120 Cu	40,14
Voltalene Flamex (S) RZ1-K 0,6/1KV 1x120 Al	60,21
Afumex 1000V Iris Tech (AS) RZ1-K 0,6/1KV 1x185 Cu	16,20
Voltalene Flamex (S) RZ1-K 0,6/1KV 1x240 Al	180,63



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 20,07 m, durante dicho recorrido la acometida cruzará a través de una carretera de 5 m de anchura (dicho cruce se hará perpendicular al eje del vial tal como nos indica el RBT-ITC-07), se realizará una zanja de 40x80cm, recubierta de hormigón en toda su longitud. Se llevarán tres fases y neutro (3F+N), constituida cada una de las fases por tres conductores unipolares de 240 mm² y el neutro mediante cable unipolar de 120 mm². Los cables de cada fase irán dispuestos en trébol y separada cada terna de cables 2 veces el diámetro del conductor unipolar como mínimo. El diámetro del tubo de la acometida será de 250 mm, y de 2,2 mm de espesor, liso por el interior y corrugado por el exterior, color rojo FU 15 R, de resistencia de aplastamiento 450 N.

➤ **Canalización de los cables que van a desde el CGD a los cuadros secundarios:**

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 perforadas con tapas de la marca PEMSA, para una adecuada ventilación de los propios conductores y para evitar así la entrada de roedores que puedan dañar a los propios conductores y puedan ocasionar cortes en el suministro eléctrico. Cuando las líneas lleguen a donde están situados los cuadros auxiliares, se bajarán mediante tubos metálicos superficiales grapados en la pared.

➤ **Derivaciones (líneas que van desde los cuadros secundarios a los receptores):**

1) **Máquinas nave industrial:**

Los dispositivos de mando y protección que albergan en su interior los cuadros secundarios deben de ir a una altura medida desde el nivel del suelo comprendida entre 1,4 y 2 m tal y como indica el RBT-ITC-17, en nuestro caso dichos dispositivos se encuentran a una altura de 1,45 m con respecto del suelo, esta distancia los conductores irán en tubos flexibles de acero recubiertos de PVC empotradas en obra (por la pared),



luego dichos conductores seguirán discurriendo en canalización empotrada en obra (por el suelo), de donde se distribuirán a todas y cada una de las máquinas (receptores) mediante tubos flexibles de acero recubiertos de PVC, todos los tubos instalados pertenecen a la marca PEMSA.

Para el resto de las máquinas, caso de las batidoras planetarias ya que son las únicas máquinas que se encuentran junto a la pared, las canalizaciones discurrirán 3,55 m desde el cuadro auxiliar hasta la bandeja perforada con tapa a través de tubos rígidos de aluminio grapados sobre la superficie a la pared (superficiales), luego seguirán por la propia bandeja, hasta cada una de las batidoras y discurrirán mediante tubos flexibles de acero recubiertos de PVC empotrados en obra (por la pared) hasta unos 0,5 m de altura con respecto del suelo.

2) Máquinas cámara de frío:

Su canalización es similar a la descrita anteriormente para las batidoras planetarias, ya que todas las cámaras de fermentación se encuentran junto a la pared, por lo tanto las canalizaciones discurrirán 3,55 m desde el cuadro auxiliar hasta la bandeja perforada con tapa a través de tubos rígidos de aluminio grapados sobre la superficie a la pared (superficiales), luego seguirán por la propia bandeja, hasta cada una de las cámaras de fermentación y discurrirán mediante tubos de acero recubiertos de PVC empotrados en obra (por la pared) hasta unos 0,5 m de altura con respecto del suelo.

3) Alumbrado nave industrial y exteriores:

Su canalización se llevará a cabo desde el cuadro secundario de alumbrado mediante bandeja perforada con tapa colocada a 5 m de altura con respecto del suelo se distribuirá en trifásica (3F+N+CP), y luego continuará hasta cada una de las luminarias o lámparas a través de tubos corrugados libres de alógenos con distintos diámetros según la sección de los propios cables mediante distribución monofásica (1F+N+CP), dichos tubos de PVC irán superficialmente grapados al techo.

4) Alumbrado emergencia y señalización de la nave industrial:

Su canalización se llevará a cabo desde el cuadro auxiliar de alumbrado por la bandeja perforada con tapa colocada a 5 m de altura con respecto del suelo se distribuirá en trifásica (3F+N+CP), y luego continuará hasta cada una de las luminarias a través de tubos corrugados libres de alógenos con distintos diámetros según la sección de los propios cables mediante distribución monofásica (1F+N+CP), dichos tubos de PVC irán superficialmente grapados a la pared y/o techo, según por donde discurran.



5) Tomas de corriente monofásicas y trifásicas de la nave industrial:

Su canalización se llevará a cabo desde los respectivos cuadros secundarios hasta cada una de las tomas a través de la bandeja perforada con tapa a 5 m de altura con respecto del suelo por donde se tirarán las líneas trifásicas (3F+N+CP), luego mediante tubos rígidos de aluminio grapados superficialmente (a la pared) con distintos diámetros, según la sección de los propios conductores, discurrirán las líneas a cada una de las tomas de corriente.

6) Alumbrado de las oficinas y tomas de corriente monofásicas:

Su canalización se realizará a través de tubos corrugados libres de alógenos con diferentes diámetros según la sección de los propios conductores, primero se distribuye a lo largo de las oficinas la línea trifásica (3F+N+CP) y después se distribuyen líneas monofásicas (1F+N+CP) a cada una de las luminarias, si bien es cierto, que en cada cuarto se dispondrá de una caja de derivación para facilitar el suministro de los receptores y emplear menos longitud de cable. Dichos tubos corrugados libres de alógenos que contienen a los conductores discurrirán por el falso techo de las oficinas suministrando corriente a todas y cada una de las luminarias instaladas.

Denominación	Longitud (m)
Tubo corrugado libre de alógenos estándar negro Ø16mm	1209,93
Tubo rígido enchufable de aluminio Ø16mm	55
Tubo flexible de acero recubierto de PVC , Ø20mm	1205,03
Tubo rígido enchufable de aluminio Ø20mm	55
Tubo corrugado libre de alógenos estándar negro Ø20mm	531,15
Tubo rígido enchufable de aluminio Ø50mm	79,87
Tubo flexible pemsaflex de poliamida Ø63mm	13,38



1.5 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 a ellos conectados (receptores), como el de las propias personas que han de trabajar con ella.

1.5.1 Clasificación de las protecciones

- Protección de la instalación:
 - Contra sobrecargas
 - Contra cortocircuitos

- Protección de las personas:
 - Contra contactos directos
 - Contra contactos indirectos

1.5.2 Protección de la instalación

Introducción

Según la ITC-BT-22 del RBT, todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobrecargas 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 sobrecargas previsibles.

Las sobrecargas pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos
- Descargas eléctricas atmosféricas

Sobrecarga: Se dice que en un circuito o instalación hay sobrecarga cuando la suma de la potencia de los aparatos que están a él conectados, es superior a la potencia para la cual está diseñado el circuito de la instalación. Al aumentar este consumo de potencia lógicamente aumenta la intensidad nominal de la instalación. El aumento de consumo de intensidad puede deberse también al trabajo de un motor en vacío cuando no puede girar.



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

Cortocircuitos: Se denomina cortocircuito al fallo en un aparato o línea eléctrica por el cual la corriente pasa directamente del conductor activo al neutro (o tierra) o circula entre dos fases. Es un defecto de baja impedancia entre dos puntos de potencial diferente y produce arco eléctrico, esfuerzos electrodinámicos y esfuerzos térmicos.

Se diferencia de la sobrecarga en que el incremento de la intensidad en un cortocircuito es muchísimo mayor y en un menor periodo de tiempo. 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.

Los efectos de un cortocircuito pueden ser diversos, como la degradación de los aislantes, la fundición de los conductores, sobreesfuerzos electrodinámicos o la provocación de un incendio.

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

Para la correcta aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20.460 se deberá aplicar lo indicado en la tabla 22.1 de la ITC-BT-22, del RBT.

1.5.3 Características generales de los dispositivos de protección

1.5.3.1 Introducción

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

Es necesaria y sumamente importante la selectividad entre protecciones ya que si esta no existe en una nave industrial, puede ocasionar grandes paros de producción y pérdidas de tiempo.

La selectividad es la coordinación de los dispositivos de protección para que un defecto ocurrido en un punto cualquiera de la red, sea eliminado por el dispositivo inmediatamente aguas arriba de este. Un dispositivo de protección se considera



selectivo cuando solamente dispara el interruptor inmediatamente anterior al punto defectuoso, tomando como base el sentido de flujo de la energía.

Otro término importante en la coordinación de protección es la filiación. La filiación es la posibilidad de disminuir el poder de corte de una protección si hay otra inmediatamente aguas arriba de ella con otro poder de corte superior. De esta forma abarataremos la instalación sin correr ningún riesgo. Las características de filiación y los distintos poderes de corte a utilizar, es una información detallada por el fabricante de la protección.

Los dispositivos que se instalen para proteger un circuito se colocarán en el origen de los mismos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistemas de ejecución o tipo de conductores utilizados.

1.5.3.2 Características comunes en los dispositivos de protección contra sobreintensidades

➤ **Calibre (I_n):** Intensidad nominal

$I_n < I_{adm}$ → En el caso de sobrepasar la I_n la protección saltará y protegerá al circuito que este aguas debajo de esta.

$I_n < I_{cal}$ → Si no fuese así la protección saltaría constantemente de forma inadecuada, con lo cual la instalación eléctrica estaría mal diseñada.

Por lo tanto: $I_{cal} < I_n < I_{adm}$

I_{cal} → Es la corriente real que circula en condiciones normales por el conductor en Amperios (A) en función de la potencia del receptor a suministrar.

I_n → Se trata de la corriente normalizada del propio elemento de protección en Amperios (A), viene detallada por el fabricante.

I_{adm} → Intensidad máxima admisible que es capaz de soportar el aislamiento de nuestro conductor en amperios (A).



- **Poder de corte (P.d.C):** Máxima corriente que puede soportar la protección. Cuando se abre la protección se crea un arco eléctrico en el que la intensidad es mucho mayor a la intensidad nominal (al calibre) de la protección. Si esta intensidad es muy elevada puede destruir las patillas de la protección o fundirlas. Si se funden la protección no abrirá con el peligro que conlleva al no cumplir su función. Cada circuito en su posición puede tener un distinto poder de corte. Este poder depende de todos los elementos que se encuentren aguas arriba de la protección.

Poder de corte normalizados:

- Magnetotérmicos (KA): 6,10,15,25,36,50,70,100
 - Fusibles (KA): 50 ó 100
-
- **Número de polos:** Nos determina el número de fases y neutro que es necesario discurrir por cada dispositivo de protección, y se especifican mediante números romanos:
 - II Polos → 1 Fase + Neutro
 - III Polos → 3 Fases (R,S,T)
 - IV Polos → 3 Fases (R,S,T) + Neutro
 - **Curvas de funcionamiento:** Mediante las curvas de funcionamiento determinaremos el tiempo que necesita la protección para saltar, dependiendo si es sobrecarga puntual (bimetal) y baja o si es un cortocircuito o sobrecarga elevada (circuito magnético). Estas curvas serán proporcionadas por el fabricante del dispositivo de protección.
 - **Coordinación entre protecciones:** Selectividad y filiación. Explicadas anteriormente.

1.5.4 Conceptos básicos

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



Conductor eléctrico: Se dice que un cuerpo es conductor eléctrico cuando puesto en contacto con un cuerpo cargado de electricidad transmite esta a todos los puntos de su superficie. Generalmente suelen ser hilos de cobre (Cu) o aluminio (Al).

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

El interruptor automático consta de:

- Cámara de arco: Produce el vacío y se evita el arco de los contactos eléctricos.
- Mecanismo de disparo: Abre y cierra los contactos principales.
- Disparadores: Mandan abrir este mecanismo de disparo.

Disparadores primarios:

- Térmicos: Protege al circuito contra sobrecargas (consta de dos chapas bimetálicas).
- Electromagnéticos: Verifica la corriente de cortocircuito. A partir de 125A, el disparador es regulable.

Disparador secundario:

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

Interruptor magnetotérmico: Es un pequeño interruptor automático. Tiene las mismas partes que un interruptor automático excepto que no tienen disparadores secundarios. Además tampoco son regulables. Es el elemento responsable del corte de la corriente con el fin de protegernos.

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

Fusibles: Es un aparato de conexión que provoca la apertura del circuito por fusión debido al calentamiento de uno o varios elementos destinados a ese fin, tienen el inconveniente de que no se pueden rearmar y la ventaja de disponer de un P.d.C muy elevado: 50KA o 100KA.



1.5.5 Protección contra sobrecargas

El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado.

El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

Los dispositivos de protección, deben estar previstos para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que esta pueda provocar calentamiento que afecte al aislamiento, las conexiones, los terminales, o el medio ambiente.

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

1.5.6 Protección contra cortocircuitos

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

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

Los dispositivos de protección deben ser previstos para interrumpir toda la corriente del cortocircuito en los conductores, antes de que esta pueda causar danos como consecuencia de los efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones.

Su poder de ruptura debe ser por lo menos, igual a la corriente de cortocircuito presunta en el punto en el que se encuentra instalado. Puede admitirse un dispositivo de poder de ruptura inferior al previsto, a condición de que por el lado de la alimentación se instale otro dispositivo con el poder de ruptura necesario.

El tiempo de ruptura de toda corriente resultante de un cortocircuito producido en un punto cualquiera del circuito no debe ser superior al tiempo que se requiera para llevar la temperatura de los conductores al límite admisible.

1.5.6.1 Tipos de cortocircuitos

- **Cortocircuito TRIPOLAR:** Simétrico entre tres líneas. Se cortocircuitan las tres fases, gracias a este cortocircuito determinamos el P.d.C en (KA).

$$I_{CCinicio} = I_{CCmáx} = \frac{C \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot |Z_d|}$$

Siendo:

$I_{CCinicio} = I_{CCmáx}$ → Intensidad de cortocircuito máxima en Amperios (A) que se dará siempre aguas arriba del dispositivo de protección que se desea calcular.

C → Coeficiente de tensión=1

U_n → Tensión nominal de la línea 400V

Z_d → Impedancia total de la instalación aguas arriba del dispositivo de protección a calcular (denominada impedancia directa).

- **Cortocircuito FASE-TIERRA:** Se cortocircuita una de las fases con tierra.

$$I_{CCfinal} = I_{CCmin} = \frac{C \cdot U_n \cdot \sqrt{3}}{|2 \cdot Z_d + Z_o|}$$

Siendo:

$I_{CCfinal} = I_{ccmin}$ → Intensidad de cortocircuito mínima en Amperios (A), que se dará siempre aguas abajo del dispositivo de protección a calcular, en la línea más desfavorable (aquella que tiene una menor resistencia).

C → Coeficiente de tensión=0,95

U_n → Tensión nominal de la línea 400V

Z_d → Impedancia directa en (Ω)

Z_h → Impedancia homopolar en (Ω)



1.5.6.2 Corrientes de cortocircuito

Cuando se dimensiona una instalación tenemos que tener en cuenta que nunca será capaz de soportar un cortocircuito mayor a 5 segundos. Las protecciones tendrán que suprimirlo antes de pasar este tiempo, si no la instalación estará mal diseñada y se quemará, provocando grandes desperfectos incluso en los propios receptores.

1- Origen de cortocircuito o línea: Intensidad de cortocircuito máxima. Nos determina el Poder de Corte (P.d.C) de la protección. Para el cálculo de la corriente de cortocircuito máxima tendremos en cuenta todo lo que hay aguas arriba del interruptor automático a calcular.

Dicha corriente se calculará mediante la siguiente expresión:

$$I_{CCinicio} = I_{CCmáx} = \frac{C \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot |Z_d|}$$

Siendo:

$I_{CCinicio} = I_{CCmáx} \rightarrow$ Intensidad de cortocircuito máxima en Amperios (A) que se dará siempre aguas arriba del dispositivo de protección que se está calculando.

$C \rightarrow$ Coeficiente de tensión= 1

$U_n \rightarrow$ Tensión nominal de la línea 400V

$Z_d \rightarrow$ Impedancia total de la instalación aguas arriba del dispositivo de protección a calcular (denominada impedancia directa).

Solución a tomar:

El Poder de Corte (P.d.C) de la protección tiene que ser mayor a la

$$I_{CCinicio} = I_{CCmáx}$$

$$P.d.C > I_{CCinicio} = I_{CCmáx}$$

2- Final de cortocircuito o línea: Intensidad de cortocircuito mínima. En este caso tendremos en cuenta un cortocircuito asimétrico (fase-tierra), no tripolar. Nos determina el tiempo de desconexión.



$$I_{CCfinal} = I_{CCmin} = \frac{C \cdot U_n \cdot \sqrt{3}}{|2 \cdot Z_d + Z_o|}$$

Siendo:

$I_{CCfinal} = I_{cc\ min}$ → Intensidad de cortocircuito mínima en Amperios (A), que se dará siempre aguas a bajo del dispositivo de protección a calcular, en la línea más desfavorable (aquella que tiene una menor resistencia).

C → Coeficiente de tensión= 0,95

U_n → Tensión nominal de la línea 400V

Z_d → Impedancia directa en (Ω)

Z_h → Impedancia homopolar en (Ω)

1.5.6.3 Cálculo de los tiempos de desconexión

Para ello aplicamos el principio de la conservación de la energía (balance energético). Es un proceso adiabático. La energía liberada por el cortocircuito en forma de calor es igual a la energía absorbida por el conductor en el cortocircuito.

- Energía liberada en el cortocircuito = $R \cdot I^2 \cdot t$
- Energía absorbida por el conductor = $C_e \cdot S \cdot L \cdot (T_{CC} - T_{RP})$
- $R = \frac{L}{K \cdot S}$

Siendo:

C_e → Calor específico por unidad de volumen del cable eléctrico.

S → Sección del cable, cuanto mayor es esta absorbe más calor en (mm^2)

L → Longitud del cable en (m)

R → Resistencia (Ω)

K → Conductividad del material en ($\frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$).

t → Tiempo (Seg)



T_{cc} → Temperatura de cortocircuito (°C)

T_{rp} → Temperatura en régimen permanente. (°C)

Por lo tanto el balance de energías igualado queda:

$$\frac{L}{K \cdot S} \cdot I_{CCfinal} \cdot t = C_e \cdot S \cdot L \cdot (T_{CC} - T_{RP})$$

Debido a que en ambos lados tenemos la longitud del cable, en el balance de energías lo despreciamos.

Nos queda:

$$I_{CCfinal}^2 \cdot t = K \cdot C_e \cdot S^2 \cdot \Delta T$$

Siendo:

$C_c = K \cdot C_e$ → Corriente que nos engloba el calor específico y la conductividad.

Solo depende del material de conductor.

Cu= 135

Al= 57

La expresión final nos da el tiempo máximo que el conductor es capaz de soportar la intensidad de cortocircuito final (t_{mcccf}):

$$t_{mcccf} = \frac{C_c \cdot S^2 \cdot \Delta T}{I_{CCF}^2}$$

Como tercer criterio es importante señalar en las protecciones que:

$$t_{desconexión} = 0,1seg < t_{mcccf}$$

Si no se da esta igualdad, deberemos cambiar la sección del cable a una mayor.

1.5.7 Cálculo de las impedancias

Para el cálculo de las impedancias hay que tener en cuenta que despreciamos la impedancia interna del generador. Además realizaremos simplificaciones diferenciando dos grupos: Elemento resistivo puro (R) o elemento inductivo puro o reactancia (X).



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

$$Z_d = X_{aBT} + X_{tBT} + \Sigma R_L + X_{Aut}$$

$$Z_d = \Sigma R_L + (X_{aBT} + X_{tBT} + X_{Aut})j$$

Siendo:

- $Z_d \rightarrow$ Impedancia directa.
- $X_{aBT} \rightarrow$ Impedancia de línea referida a baja tensión
- $X_{tBT} \rightarrow$ Impedancia interna del transformador referido a baja tensión
- $\Sigma R_L \rightarrow$ Suma de las impedancias de las líneas
- $X_{Aut} \rightarrow$ Impedancias de los automatismos

➤ **Impedancia de la línea de media tensión (Z_a):**

$$Z_a = \frac{U^2}{S_{CC}} \cdot \left(\frac{U_{BT}}{U_{AT}} \right)^2 j$$

Siendo S_{CC} la potencia de cortocircuito y nos la proporciona la distribuidora. Para una red de media tensión Iberdrola nos da una potencia de cortocircuito de $S_{CC} = 500\text{MVA}$.

Como estamos calculando antes del transformador, tenemos que trabajar en media tensión $U = 13,2\text{KV}$.



$$Z_a^2 = R_a^2 + X_a^2$$

$$X_a^2 = Z_a^2 - R_a^2$$

Dividiendo toda la expresión entre Z_a^2 se nos queda:

$$\frac{X_a^2}{Z_a^2} = \frac{Z_a^2}{Z_a^2} - \frac{R_a^2}{Z_a^2} \Rightarrow \left(\frac{X_a}{Z_a}\right)^2 = 1 - \left(\frac{R_a}{Z_a}\right)^2$$

Como $\frac{R_a}{Z_a} = 0,2$ sustituyendo en la ecuación de arriba obtenemos:

$$\frac{X_a}{Z_a} = \sqrt{1 - (0,2)^2} \Rightarrow \frac{X_a}{Z_a} \approx 0,98$$

$$X_a \approx 0,98 \cdot Z_a$$

Siendo:

- $Z_a \rightarrow$ Impedancia de la línea de media tensión
- $R_a \rightarrow$ Componente puramente resistiva de la línea
- $X_a \rightarrow$ Componente inductiva de la línea

Como queda demostrado anteriormente podemos realizar la siguiente simplificación:

$$Z_a \approx X_a$$

Por lo tanto la impedancia de la línea de media tensión va a ser una componente inductiva.



Para pasar esta componente al lado de baja tensión utilizaremos la relación de transformación del transformador:

$$Z_{BT} = Z_{AT} \cdot \left(\frac{U_{BT}}{U_{AT}} \right)^2$$

Siendo:

- Z_{BT} → Impedancia en baja tensión
- Z_{AT} → Impedancia en alta tensión
- U_{BT} → Lado de baja tensión del transformador
- U_{AT} → Lado de alta tensión del transformador

➤ **Impedancia interna del transformador (Z_T):**

$$Z_T = U_{CC} (\%) \cdot \frac{U_{BT}^2}{S_n} j$$

U_{CC} es la tensión nominal aplicada en el lado de baja (cuando se realiza el ensayo de cortocircuito del transformador) hasta conseguir la intensidad nominal en el secundario del transformador.

S_n es la potencia aparente del transformador:

- | | |
|----------------------|------------------|
| ▪ $S_n \leq 630$ KVA | $U_{CC} = 4 \%$ |
| ▪ $S_n = 800$ KVA | $U_{CC} = 4,5\%$ |
| ▪ $S_n = 1000$ KVA | $U_{CC} = 5\%$ |
| ▪ $S_n = 1250$ KVA | $U_{CC} = 5,5\%$ |

Para no tener que referenciar el cálculo de la inductancia del transformador a alta tensión, tomaremos como valor de $U=400$ V. De esta manera estará calculado directamente en el lado de baja tensión.



➤ **Impedancia de los conductores de las líneas de baja tensión ($R_{L(20^{\circ}\text{C})}$):**

$$R_L = \rho \times \frac{L}{S}$$

Siendo ρ la resistividad a 20°C . Esta depende del material del conductor:

$$\rho_{\text{cu}}(20^{\circ}\text{C}) = 0.01786 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$$

$$\rho_{\text{Al}}(20^{\circ}\text{C}) = 0.02857 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$$

➤ **Impedancia de los automatismos (dispositivos de protección):**

La impedancia de los automatismos va a tener parte inductiva (X_a).

Valor medio de la impedancia de los automatismos: $0,15 \text{ m}\Omega \text{ j}$.

$$X_a = N^{\circ} \text{ de automatismos} \times 0,15 \text{ m}\Omega \text{ j}$$

Para modificar el valor de las impedancias de las líneas modificando la temperatura normal de funcionamiento de la instalación se realizará mediante la siguiente expresión.

Siendo:

ΔT : PVC: ($160^{\circ}\text{C}-20^{\circ}\text{C}$).

XLPE, EPR: ($250^{\circ}\text{C}-20^{\circ}\text{C}$).

α : $4 \cdot 10^{-3}$ para el Cobre y el Aluminio.

Independientemente de la modificación de las impedancias de los conductores a la hora de calcular $I_{CC\text{final}}$, también es importante cerciorarse del que el número de conductores aumenta ya que estamos en la parte final de la instalación.



➤ **Impedancia directa nueva (Z_{dnueva}):**

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

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

$$Z_{L250^\circ} = Z_{L20^\circ} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

Siendo:

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

$$\Delta T = 250^\circ - 20^\circ = 230^\circ$$

Por tanto:

$$Z_{dnueva} = Z_a + Z_T + Z_{L250^\circ C} + Z_{Aut}$$

➤ **Impedancia homopolar:**

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

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

Siendo:

$$Z_{aO} = 0$$

$$Z_{TO} = Z_T$$

$$Z_{LO} = 3 \cdot Z_{L250^\circ C}$$

$$Z_{AutO} = 3 \cdot Z_{Aut}$$



1.5.8 Proceso de cálculo de las protecciones

➤ Interrupidores automáticos:

1. Calibre:

$$I_{cal} < 1,45 I_n < I_{adm}$$

El valor de 1,45 se utiliza de forma estándar para asegurarnos que a partir de $I_n \cdot 1,45$ la protección va a saltar. Esto es debido a que los interruptores automáticos tienen un rango de espera y si no utilizásemos esta constante no nos aseguraríamos que la protección fuese a actuar una vez superada la I_n .

- Los calibres normalizados en Amperios (A) son los siguientes:

$$I_n \{1,2,3,4,6,10,16,20,25, 30,32,40,50,63,80,100,125,160,200 \text{ y } 250\}$$

2. Poder de corte (P.d.C):

$$P.d.C > I_{CCinicial} = I_{CCmáx}$$

- Los poderes de corte normalizados en (KA) son los siguientes:

$$P.d.C \{6, 10, 15, 25, 36, 50, 70, 100\}$$

3. Curvas de disparo: Representada por la intensidad de magnetización

$$\text{Tipo B} \rightarrow I_{mag} = 5 I_n$$

$$\text{Tipo C} \rightarrow I_{mag} = 10 I_n$$

$$\text{Tipo D} \rightarrow I_{mag} = 20 I_n$$

Todas las protecciones cortarán como máximo a los 0,1 segundos desde que le manda el disparador.



Por lo tanto es imprescindible que se cumpla la siguiente condición:

$$t_{mciccf} = \frac{C \cdot \Delta T \cdot S^2}{I_{CCfinal}^2} = \frac{C_C \cdot S^2}{I_{CCfinal}^2} > 0,1seg$$

$$t_{desconexión} = 0,1seg$$

t_{mciccf} → Tiempo máximo que el conductor puede soportar esa corriente de cortocircuito.

En caso de no cumplirse será necesario aumentar la sección de los conductores.

La curva de disparo se elige atendiendo a la siguiente norma:

$$I_{mag} < I_{CCfinal}$$

- Las **curvas de tipo B** se suelen elegir para el alumbrado.
- Las **curvas de tipo C** se suelen elegir para receptores de tomas de corriente, alumbrado y pequeños electrodomésticos (en viviendas).
- Las **curvas de tipo D** se suelen elegir para motores.

Coordinación entre protecciones: Como se ha explicado anteriormente está la filiación y la selectividad.

Hay dos tipos de selectividad:

- Selectividad amperimétrica: Se realiza mediante las curvas térmicas y magnéticas de las protecciones.
- Selectividad crométrica: Se realiza con regulación automática de las protecciones haciéndolas saltar una respecto a la otra de forma temporal.



- **Fusibles:** Al igual que los interruptores automáticos, protegen a la instalación contra las sobrintensidades (sobrecarga o cortocircuito). La diferencia radica en que no se pueden rearmar, si actúa se queman y hay que cambiar el cartucho. Además en los fusibles los tiempos de desconexión son mucho más altos que en los interruptores automáticos.

Existen dos tipos de fusibles:

- Tipo NH: Alto poder de corte 6 A a 1000A. Dependiendo del tamaño del fusible se clasifican por números: 0,1,2,3,4
Dependiendo de su utilización existen dos tipos de letras:

Primera letra (Minúscula)

- g: De uso general: Corta a I_n hasta P.d.C
- a: De acompañamiento: Corta a $3\phi 4 I_n$ hasta P.d.C

Segunda letra (Mayúscula)

- G o L: Para cables.
- M: Para maniobra o mando de motores.
- R: Para semiconductores.
- B: Para minería.
- Tr: Para transformadores.

- Tipo D ó DO: Utilizados para menores intensidades

- D: 2 a 100A. V= 500V
- DO: 100 A. V= 400V

Curva de un fusible:

Existen en el mercado tres tipos, dependiendo de lo rápido que funde.

- gf (Fast): Funde en un segundo cuando $I = 2.5 I_F$

Siendo I_f la intensidad de fusión.

Este tipo de fusibles se utilizan generalmente en circuitos de alumbrado y en cables aislados (interiores).

- gt: Funde en un segundo cuando $I = 5 I_F$
- gm: Funde en un segundo cuando $I = 8 I_F$



Calibre:

$$I_{cal} \leq I_{n\text{fusible}}$$

Si la intensidad nominal fuese mayor a la intensidad calculada este fundiría en funcionamiento normal.

$$C_{FF} \cdot I_n < I_{adm}$$

$$C_{FF} \cdot I_n = I_F$$

Siendo:

C_{FF} → Coeficiente de fusión del fusible = 1,6

I_n → Intensidad nominal del fusible.

I_F → Intensidad de fusión.

Dentro del calibre de los fusibles, hay otro término muy importante, que viene determinado por laboratorio, que es la intensidad de fusión del fusible a los 5 segundos dependiendo de la intensidad nominal del fusible.

Su abreviatura es I_{F5}

Se da este dato, ya que 5 segundos es el tiempo estimado máximo que una instalación eléctrica puede soportar una corriente de cortocircuito antes de quemarse, como ya está explicado anteriormente. Sus valores nominales en Amperios (A) son:

$I_n (A)$	$I_{F5} (A)$
2	12
4	22
6	28
8	36
10	50
12	70
16	90
20	110
25	140

$I_n (A)$	$I_{F5} (A)$
32	180
40	220
50	280
63	350
80	460
100	600
125	800
160	1000
200	1300



Poder de Corte (P.d.C):

$$Pdc > I_{ccp}$$

Siendo I_{ccp} la intensidad de cortocircuito máxima (Corriente de cortocircuito en el origen de la línea).

El Poder de Corte en los fusibles está normalizado con dos valores en KA:

$$\text{In } \{50 \text{ y } 100\}$$

Comprobaciones de los fusibles:

1) $I_{CC5} > I_{F5}$

Siendo I_{CC5} la corriente de cortocircuito a los 5 segundos, el fusible debe de fundir antes de que se de la I_{CC5} , si no estará mal diseñado y la instalación eléctrica se quemará.

Siendo I_{F5} la corriente que nos da el fabricante según la UNE 21-103-80

De esta manera nos cercioramos de que el fusible protege al conductor:

$$I_{CC5} = \sqrt{\frac{C \cdot \Delta T \cdot S^2}{5}} = \sqrt{\frac{C_C \cdot S^2}{5}}$$

2) Tiempo máximo que el fusible es capaz de soportar la intensidad de cortocircuito final (t_{ficc}):

Para que la instalación esté protegida el tiempo máximo que el conductor es capaz de soportar la corriente de cortocircuito final, tiene que ser mayor al tiempo máximo que el fusible es capaz de soportar la intensidad de cortocircuito final.

$$t_{ccmin} < t_{ficc}$$

$$t_{ficc} = \frac{I_{F5}^2 \cdot 5}{I_{ccf}^2}$$



Siendo:

$t_{cc\min}$ → Tiempo máximo que el conductor es capaz de soportar la intensidad de cortocircuito final.

I_{ccf} → Intensidad de cortocircuito final.

Recordamos que:

$$t_{cc\min} = \frac{C \cdot \Delta T \cdot S^2}{I_{ccf}^2}$$

3) Longitud máxima del conductor que es capaz de proteger el fusible:

$$L_{m\acute{a}x} = \frac{0,8 \cdot U_f}{2 \cdot I_{F5} \cdot \sqrt{\left(\frac{1,5}{K \cdot S \cdot n}\right)^2 + \left(\frac{X_u}{n \cdot 1000}\right)^2}}$$

Siendo:

S → Sección en mm²

K → conductividad

n → Número de conductores por fase

X_u → Reactancia por unidad de longitud $\left(\frac{\Omega \cdot m}{m}\right)$



1.5.9 Protección de las personas

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

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

Se han realizado diversos estudios para determinar con exactitud los valores peligrosos de intensidad y tiempo, trazándose de esta forma curvas límites de tiempo-corriente para diferentes grados de peligrosidad. En general, valores inferiores a 30mA se ha comprobado que no son peligrosos para el hombre, así como tiempos inferiores a 30ms. Como es lógico, los valores de esta intensidad dependerán de los de la tensión existente y de la resistencia eléctrica del cuerpo humano. Las distintas precauciones que se emplean tenderán a limitar la tensión de contacto.

El RBT fija según la ITC-24 estos valores:

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

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

1.5.9.1 Protecciones contra contactos directos

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

Alejamiento de las partes activas de la instalación, de este modo se hace imposible un contacto fortuito con las manos.

- Interposición de obstáculos (ej. Armarios eléctricos aislantes o barreras de protección), con ellos se impide cualquier contacto accidental con las partes activas de la instalación.



- Si los obstáculos son metálicos, se deben tomar también las medidas de protección previstas contra contactos indirectos.
- Recubrimiento con material aislante (ej. Aislamiento de cables, Portalámparas...). No se consideran materiales aislantes apropiados la pintura, los barnices, las lacas o productos similares.

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

1.5.9.2 Protecciones contra contactos indirectos

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

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

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

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

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \cdot I_a < U$$

Siendo:

R_a → Es la suma de las resistencias de toma de tierra y de los conductores de protección de las masas.

I_a → Corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección.

U → Tensión de contacto limite convencional.



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

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

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

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

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

Siendo I_s la sensibilidad en (mA).

1.5.10 Cuadros eléctricos

Introducción

En el cuadro eléctrico es donde se protegen cada uno de los distintos circuitos de la instalación. En él se instalan los dispositivos generales e individuales de mando y protección. Es importante tener en cuenta que tras un fallo en una parte de la instalación no se puede parar toda la producción de la nave industrial. Para ello se hará un estudio del diseño de la selectividad de protecciones. La selectividad es la cualidad de los sistemas de protección eléctrica por la cual su accionamiento debe suprimir de servicio solo a la zona de la red afectada por la falta o en su defecto, la menor parte posible. Además, la instalación eléctrica contará con un cuadro general de distribución y a partir de este, varios cuadros secundarios.

Desde los cuadros generales pueden salir líneas que alimentan directamente a los receptores o si no líneas generales de distribución que conectarán los cuadros secundarios. Desde estos cuadros secundarios se distribuirán distintos circuitos de alimentación. En la nave industrial habrá circuitos distintos para partes de la instalación que vayan a controlarse de forma separada como alumbrado, tomas de corriente, maquinaria, etc.



En los circuitos interiores se deberá:

- Instalar uno o varios interruptores diferenciales con una sensibilidad máxima de 30 mA salvo en aquellos que la continuidad de suministro sea fundamental en los cuales esta sensibilidad aumentará a 300 mA.
- Se utilizará un diferencial exclusivamente para un solo receptor si se prevé que este puede hacer actuar al diferencial de forma frecuente. De esta manera evitaremos la desconexión de otra parte de la instalación.
- Los circuitos para el alumbrado de seguridad podrán conectarse al alumbrado normal siempre y cuando haya un interruptor manual que permita desconectar el alumbrado normal sin desconectar el de emergencia.
- En zonas donde haya alumbrado en las cuales se frecuente el paso o estancia de personas se distribuirán los circuitos de tal forma que el fallo en una luminaria no afecte a más de la tercera parte de las luminarias instaladas.
- Es importante equilibrar la carga en las fases de un circuito para que esta quede repartida y se eviten sobrecargas.

Los cuadros deben instalarse en una zona donde no tenga acceso el público y junto o sobre él se instalarán los dispositivos de mando y protección. Los cuadros eléctricos deben dotarse de los siguientes dispositivos de protección y mando:

- Interruptor general automático de corte omnipolar que pueda ser accionado y que este dotado de elementos de protección contra sobreintensidades y sobrecargas, además de protección diferencial.
- Interruptor de control de potencia (ICP). Su instalación no suele ser necesaria en una nave industrial.
- Dispositivos de corte omnipolar destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Dispositivo de protección contra sobretensiones.

Los dispositivos utilizados para la protección de los circuitos, cumplirán en general una serie de condiciones:

- Deberán ser capaces de soportar la influencia de los agentes exteriores a los cuales estén sometidos, presentando el grado de protección adecuado.
- 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 para las que han sido contruidos.
- Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger respondiendo en su funcionamiento a las curvas intensidad tiempo adecuadas. Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin



posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de 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.

1.5.11 Solución adoptada

En el cuadro general de distribución se ha de colocar un interruptor automático de cabecera y seis relés diferenciales con su toroidal distribuidos de la siguiente forma: Uno para las líneas que van a los cuadros secundarios 6 y 7 (cámara de frío), en otro diferencial reagruparemos las líneas que van a los cuadros secundarios 1 y 8 (alumbrado nave industrial, exteriores y oficinas), ya que ambos llevan un cable de neutro, los dos siguientes relés diferenciales reagruparán al grueso de maquinarias de nuestra nave industrial en función de cuales de las máquinas deseemos que trabajen a la vez, por lo que hemos reagrupado las líneas que van a los cuadros secundarios 2 y 4 (cadenas de máquinas, laminadoras de masa y hornos) ya que ambos cuadros tienen en común que no llevan neutro a sus respectivos receptores, y por el otro lado a las líneas que van a los cuadros secundarios 3 y 5 (cadenas de máquinas, hornos y batidoras), el quinto diferencial protegerá a la línea que alimenta a la batería de condensadores y el sexto y último diferencial protegerá tanto a las líneas de las tomas monofásicas como a las trifásicas. Se colocan de esta manera con el fin de que hubiese algún fallo imprevisto (contacto indirecto), no nos quedemos sin suministro en toda la nave.

En cada uno de los cuadros secundarios se ha de colocar un interruptor automático de cabecera y por cada línea a proteger hay que instalar tantos interruptores automáticos como líneas trifásicas abandonen el cuadro secundario, pudiendo en este caso agruparse líneas gracias a diferenciales dependiendo su uso e utilización. Para la protección de las tomas de corriente se ha de colocar un diferencial y dos interruptores automáticos, uno de ellos protegerá a la línea trifásica de las cuales se derivaran a las tomas trifásicas, y el otro protegerá a la línea trifásica de las cuales se derivaran a las tomas monofásicas, todas las líneas que salen de los cuadros secundarios van a ser exclusivamente trifásicas. En el caso de los aparatos de alumbrado irán protegidos con un interruptor automático cada una de las distintas agrupaciones de aparatos existentes, además de un diferencial para cubrir posibles desperfectos en las líneas y quedando un sistema trifásico totalmente equilibrado.



La distribución de las distintas protecciones estará representada en los planos unifilares de los cuadros secundarios pertinentes adjuntados con dicho proyecto.

Los elementos de protección utilizados son de la marca SCHNEIDER. Para su elección se tendrá en cuenta, aparte del calibre y del poder de corte, la selectividad y las curvas de limitación de los mismos que aparecen en los catálogos comerciales.

La protección diferencial debe ser selectiva para lo cual se debe dotar a los diferenciales situados en cabecera de línea del retraso correspondiente en función de los diferenciales colocados en dichas líneas aguas abajo. Partiendo de un retardo de 0 ms en los diferenciales situados más abajo en las líneas, se dotarán a los situados aguas arriba por encima de estos, de un retraso de la mitad de la suma de todas las sensibilidades de los diferenciales colocados aguas abajo (en cuadros secundarios). Se incrementará el retraso en esta misma cantidad para los diferenciales situados por encima de los anteriores y así progresivamente hasta los diferenciales de cabecera de la línea.

CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN (CGD)	
Línea	Descripción
Cabecera	Interruptor automático NS1000 Calibre: 1000A; Poder de Corte: 50KA; IV Polos; Curva B
L1	Interruptor automático compact NSX160F Calibre: 200A; Poder de Corte: 36KA; IV Polos
L1	Relé diferencial con toroidal RH197M Sensibilidad: 750mA; IV Polos
L1.C6	Interruptor automático NG125N Calibre: 125A; Poder de Corte: 25KA; IV Polos; Curva C
L1.C7	Interruptor automático NG125N Calibre: 80A; Poder de Corte: 25KA; III Polos; Curva C
L2	Interruptor automático compact NSX160F Calibre: 200A; Poder de Corte: 36KA; IV Polos
L2	Relé diferencial con toroidal RH197M Sensibilidad: 500mA; IV Polos
L2.C1	Interruptor automático NG125N Calibre: 100A; Poder de Corte: 25KA; IV Polos; Curva C
L2.C8	Interruptor automático NG125N Calibre: 100A; Poder de Corte: 25KA; IV Polos; Curva C
L3	Interruptor automático compact NSX160F Calibre: 250A; Poder de Corte: 36KA; IV Polos
L3	Relé diferencial con toroidal RH197M Sensibilidad: 750mA; IV Polos
L3.C2	Interruptor automático NG125N Calibre: 80A; Poder de Corte: 25KA; III Polos; Curva C
L3.C4	Interruptor automático NSX160F Calibre: 160A; Poder de Corte: 36KA; III Polos; Curva D
L4	Interruptor automático compact NSX160F Calibre: 400A; Poder de Corte: 50KA; IV Polos
L4	Relé diferencial con toroidal RH197M Sensibilidad: 750mA; IV Polos



Línea	Descripción
L4.C3	Interruptor automático NG125N Calibre: 125A; Poder de Corte: 25KA; IV Polos; Curva C
L4.C5	Interruptor automático NSX160F Calibre: 160A; Poder de Corte: 36KA; III Polos; Curva D
L5	Relé diferencial con toroidal RH197M Sensibilidad: 300mA; IV Polos
L5	Interruptor automático compact NSX250F Calibre: 250A; Poder de Corte: 36KA; III Polos; Curva C
L6	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre: 40A; Sensibilidad: 300mA; 4P
L6.A	Interruptor automático iC60N Calibre: 20A; Poder de Corte: 6KA; IV Polos; Curva C
L6.B	Interruptor automático iC60N Calibre: 20A; Poder de Corte: 6KA; III Polos; Curva C

CUADRO SECUNDARIO I	
Línea	Descripción
L2	Interruptor automático C120N Calibre: 100A; Poder de corte: 10KA; IV Polos; Curva B
C1.L1	Interruptor automático iC60H Calibre: 16A; Poder de corte: 10KA; IV Polos; Curva B
C1.L1	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre 25A; Sensibilidad: 30mA; 4P
C1.L2	Interruptor automático iC60H Calibre: 16A; Poder de corte: 10KA; IV Polos; Curva B
C1.L2	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre 25A; Sensibilidad: 30mA; 4P
C1.L3	Interruptor automático iC60H Calibre: 20A; Poder de corte: 10KA; IV Polos; Curva B
C1.L3	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre 25A; Sensibilidad: 30mA; 4P
C1.L4	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre 25A; Sensibilidad: 30mA; 4P
C1.L4.A	Interruptor automático iC60H Calibre: 10A; Poder de corte: 10KA; IV Polos; Curva B
C1.L4.B	Interruptor automático iC60H Calibre: 10A; Poder de corte: 10KA; IV Polos; Curva B
C1.L5	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre: 40A; Sensibilidad: 300mA; 4P
C1.L5.A	Interruptor automático iC60H Calibre: 20A; Poder de corte: 10KA; IV Polos; Curva C
C1.L5.B	Interruptor automático iC60H Calibre: 20A; Poder de corte: 10KA; IV Polos; Curva C



CUADRO SECUNDARIO II	
Línea	Descripción
L3	Interruptor automático C120N Calibre: 80A; Poder de corte: 10KA; III Polos; Curva B
C2.L1	Interruptor diferencial iLD Clase AC Calibre 25A; Sensibilidad: 300mA; 4P
C2.L1.A	Interruptor automático iC60N Calibre: 10A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C2.L1.B	Interruptor automático iC60N Calibre: 4A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C2.L1.C	Interruptor automático iC60N Calibre: 4A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C2.L1.D	Interruptor automático iC60N Calibre: 2A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C2.L2	Interruptor diferencial iLD Clase AC Calibre 25A; Sensibilidad: 300mA; 4P
C2.L2.A	Interruptor automático iC60N Calibre: 10A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C2.L2.B	Interruptor automático iC60N Calibre: 4A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C2.L2.C	Interruptor automático iC60N Calibre: 4A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C2.L2.D	Interruptor automático iC60N Calibre: 2A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C2.L3	Interruptor diferencial iLD Clase AC Calibre 25A; Sensibilidad: 300mA; 4P
C2.L3.A	Interruptor automático iC60N Calibre: 10A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C2.L3.B	Interruptor automático iC60N Calibre: 4A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C2.L3.C	Interruptor automático iC60N Calibre: 4A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C2.L3.D	Interruptor automático iC60N Calibre: 2A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C2.L4	Interruptor diferencial iLD Clase AC Calibre 25A; Sensibilidad: 300mA; 4P
C2.L4.A	Interruptor automático iC60N Calibre: 10A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C2.L4.B	Interruptor automático iC60N Calibre: 4A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C2.L4.C	Interruptor automático iC60N Calibre: 4A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C2.L4.D	Interruptor automático iC60N Calibre: 2A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D

CUADRO SECUNDARIO III	
Línea	Descripción
L4	Interruptor automático C120N Calibre: 125A; Poder de corte: 10KA; IV Polos; Curva B
C3.L1	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre 25A; Sensibilidad: 300mA; 4P
C3.L1.A	Interruptor automático iC60N Calibre: 10A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C3.L1.B	Interruptor automático iC60N Calibre: 4A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C3.L1.C	Interruptor automático iC60N Calibre: 4A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C3.L1.D	Interruptor automático iC60N Calibre: 2A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C3.L1.E	Interruptor automático iC60N Calibre: 2A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C3.L2	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre 25A; Sensibilidad: 300mA; 4P
C3.L2.A	Interruptor automático iC60N Calibre: 10A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C3.L2.B	Interruptor automático iC60N Calibre: 4A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C3.L2.C	Interruptor automático iC60N Calibre: 4A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C3.L2.D	Interruptor automático iC60N Calibre: 2A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C3.L2.E	Interruptor automático iC60N Calibre: 2A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C3.L3	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre 25A; Sensibilidad: 300mA; 4P
C3.L3.A	Interruptor automático iC60N Calibre: 10A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C3.L3.B	Interruptor automático iC60N Calibre: 4A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C3.L3.C	Interruptor automático iC60N Calibre: 4A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C3.L3.D	Interruptor automático iC60N Calibre: 2A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C3.L3.E	Interruptor automático iC60N Calibre: 2A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C3.L4	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre 25A; Sensibilidad: 300mA; 4P
C3.L4.A	Interruptor automático iC60N Calibre: 10A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C3.L4.B	Interruptor automático iC60N Calibre: 4A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C3.L4.C	Interruptor automático iC60N Calibre: 4A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C3.L4.D	Interruptor automático iC60N Calibre: 2A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D



Línea	Descripción
C3.L4.E	Interruptor automático iC60N Calibre: 2A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C3.L5	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre 40A; Sensibilidad: 300mA; 4P
C3.L5.A	Interruptor automático iC60N Calibre: 20A; Poder de corte: 6KA; IV Polos; Curva C
C3.L5.B	Interruptor automático iC60N Calibre: 20A; Poder de corte: 6KA; IV Polos; Curva C

CUADRO SECUNDARIO IV	
Línea	Descripción
L3	Interruptor automático NSX160F Calibre: 160A; Poder de corte: 36KA; III Polos; Curva C
C4.L1	Interruptor automático C120H Calibre: 80A; Poder de corte: 15KA; III Polos; Curva C
C4.L1	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre 80A; Sensibilidad: 300mA; 4P
C4.L2	Interruptor automático C120H Calibre: 80A; Poder de corte: 15KA; III Polos; Curva C
C4.L2	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre 80A; Sensibilidad: 300mA; 4P
C4.L3	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre 25A; Sensibilidad: 300mA; 4P
C4.L3.A	Interruptor automático C120H Calibre: 3A; Poder de corte: 15KA; III Polos; Curva D
C4.L3.B	Interruptor automático C120H Calibre: 3A; Poder de corte: 15KA; III Polos; Curva D
C4.L3.C	Interruptor automático C120H Calibre: 3A; Poder de corte: 15KA; III Polos; Curva D
C4.L4	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre 25A; Sensibilidad: 300mA; 4P
C4.L4.A	Interruptor automático C120H Calibre: 3A; Poder de corte: 15KA; III Polos; Curva D
C4.L4.B	Interruptor automático C120H Calibre: 3A; Poder de corte: 15KA; III Polos; Curva D
C4.L4.C	Interruptor automático C120H Calibre: 3A; Poder de corte: 15KA; III Polos; Curva D



CUADRO SECUNDARIO V	
Línea	Descripción
L4	Interruptor automático NSX160F Calibre: 160A; Poder de corte: 36KA; III Polos; Curva C
C5.L1	Interruptor automático C120H Calibre: 80A; Poder de corte: 15KA; III Polos; Curva C
C5.L1	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre 80A; Sensibilidad: 300mA; 4P
C5.L2	Interruptor automático C120H Calibre: 80A; Poder de corte: 15KA; III Polos; Curva C
C5.L2	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre 80A; Sensibilidad: 300mA; 4P
C5.L3	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre 25A; Sensibilidad: 300mA; 4P
C5.L3.A	Interruptor automático C120H Calibre: 10A; Poder de corte: 15KA; III Polos; Curva D
C5.L3.B	Interruptor automático C120H Calibre: 10A; Poder de corte: 15KA; III Polos; Curva D
C5.L3.C	Interruptor automático C120H Calibre: 10A; Poder de corte: 15KA; III Polos; Curva D
C5.L4	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre 25A; Sensibilidad: 300mA; 4P
C5.L4.A	Interruptor automático C120H Calibre: 10A; Poder de corte: 15KA; III Polos; Curva D
C5.L4.B	Interruptor automático C120H Calibre: 10A; Poder de corte: 15KA; III Polos; Curva D
C5.L4.C	Interruptor automático C120H Calibre: 10A; Poder de corte: 15KA; III Polos; Curva D



CUADRO SECUNDARIO VI	
Línea	Descripción
L1	Interruptor automático C120N Calibre: 125A; Poder de corte: 10KA; IV Polos; Curva B
C6.L1	Interruptor automático iC60H Calibre: 6A; Poder de corte: 10KA; IV Polos; Curva B
C6.L1	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre 25A; Sensibilidad: 30mA; 4P
C6.L2	Interruptor automático iC60H Calibre: 16A; Poder de corte: 10KA; III Polos; Curva D
C6.L2	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre 25A; Sensibilidad: 300mA; 4P
C6.L3	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre 40A; Sensibilidad: 300mA; 4P
C6.L3.A	Interruptor automático iC60H Calibre: 10A; Poder de corte: 10KA; III Polos; Curva D
C6.L3.B	Interruptor automático iC60H Calibre: 10A; Poder de corte: 10KA; III Polos; Curva D
C6.L3.C	Interruptor automático iC60H Calibre: 10A; Poder de corte: 10KA; III Polos; Curva D
C6.L3.D	Interruptor automático iC60H Calibre: 10A; Poder de corte: 10KA; III Polos; Curva D
C6.L4	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre 40A; Sensibilidad: 300mA; 4P
C6.L4.A	Interruptor automático iC60H Calibre: 10A; Poder de corte: 10KA; III Polos; Curva D
C6.L4.B	Interruptor automático iC60H Calibre: 10A; Poder de corte: 10KA; III Polos; Curva D
C6.L4.C	Interruptor automático iC60H Calibre: 10A; Poder de corte: 10KA; III Polos; Curva D
C6.L4.D	Interruptor automático iC60H Calibre: 10A; Poder de corte: 10KA; III Polos; Curva D
C6.L5	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre 40A; Sensibilidad: 300mA; 4P
C6.L5.A	Interruptor automático iC60H Calibre: 20A; Poder de corte: 10KA; IV Polos; Curva C
C6.L5.B	Interruptor automático iC60H Calibre: 20A; Poder de corte: 10KA; III Polos; Curva C



CUADRO SECUNDARIO VII	
Línea	Descripción
L1	Interruptor automático C120N Calibre: 80A; Poder de corte: 10KA; III Polos; Curva B
C7.L1	Interruptor automático iC60N Calibre: 16A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C7.L1	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre 25A; Sensibilidad: 300mA; 4P
C7.L2	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre 40A; Sensibilidad: 300mA; 4P
C7.L2.A	Interruptor automático iC60N Calibre: 10A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C7.L2.B	Interruptor automático iC60N Calibre: 10A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C7.L2.C	Interruptor automático iC60N Calibre: 10A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C7.L2.D	Interruptor automático iC60N Calibre: 10A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C7.L3	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre 40A; Sensibilidad: 300mA; 4P
C7.L3.A	Interruptor automático iC60N Calibre: 10A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C7.L3.B	Interruptor automático iC60N Calibre: 10A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C7.L3.C	Interruptor automático iC60N Calibre: 10A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D
C7.L3.D	Interruptor automático iC60N Calibre: 10A; Poder de corte: 6KA; III Polos; Curva D



CUADRO SECUNDARIO VIII	
Línea	Descripción
L2	Interruptor automático C120N Calibre: 100A; Poder de corte: 10KA; IV Polos; Curva B
C8.L1	Interruptor automático iC60N Calibre: 16A; Poder de corte: 6KA; IV Polos; Curva B
C8.L1	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre 25A; Sensibilidad: 30mA; 4P
C8.L2	Interruptor automático iC60N Calibre: 16A; Poder de corte: 6KA; IV Polos; Curva B
C8.L2	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre 25A; Sensibilidad: 30mA; 4P
C8.L3	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre 40A; Sensibilidad: 30mA; 4P
C8.L3.A	Interruptor automático iC60N Calibre: 20A; Poder de corte: 6KA; IV Polos; Curva C
C8.L3.B	Interruptor automático iC60N Calibre: 20A; Poder de corte: 6KA; IV Polos; Curva C
C8.L4	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre 40A; Sensibilidad: 30mA; 4P
C8.L4.A	Interruptor automático iC60N Calibre: 20A; Poder de corte: 6KA; IV Polos; Curva C
C8.L4.B	Interruptor automático iC60N Calibre: 20A; Poder de corte: 6KA; IV Polos; Curva C



1.6 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

En lo que a este tema se refiere, se va a consultar en la ITC-BT-18.

1.6.1 Objeto de las puestas a tierra

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

La denominación ‘puesta a tierra’, comprende toda la ligazón metálica directa, sin fusibles ni protección alguna, de sección suficiente, entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo, con el objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no existan diferencias de potencial peligrosas y que al mismo tiempo permita el paso a tierra de las corrientes de falta, o la de descargas de origen atmosférico.

Por estas razones, se recomienda realizar las instalaciones de puesta a tierra por que la corriente siempre busca el camino mas fácil por donde poder pasar, y al llegar a tierra se disipa por esta, si se tiene una resistividad muy baja en el terreno donde se realizo la instalación.

El paso de estas corrientes a tierra, creara una distribución de potencial tanto en el conductor, como en el terreno, por lo que los objetivos de un sistema de puesta a tierra serán los siguientes:

- Mantener una diferencia de voltaje baja entre las diferentes estructuras metálicas con lo que se busca reguardar al personal de cualquier choque eléctrico. Proteger las instalaciones, equipos y bienes en general, al facilitar y garantizar la correcta operación de los dispositivos de protección.
- Establecer la permanencia, de un potencial de referencia, al estabilizar la tensión eléctrica a tierra, bajo condiciones normales de operación.
- Evitar incendio provocados por materiales volátiles o las combustión de gases al proveer un camino efectivo y seguro para la circulación de las corrientes de falla y descargas atmosféricas y estáticas y así eliminar los arcos y elevadas temperaturas en los equipos eléctricos, que pueden provocar incendios.
- Mejorar calidad del servicio.
- Disipar la corriente asociada a descargas atmosféricas y limitar las sobre tensiones generadas.
- Dispersar las cargas estáticas a tierra.



1.6.2 Definición

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

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

1.6.3 Conceptos generales

Con el objetivo de entender el lenguaje de un sistema de puesta a tierra, se definen a continuación los conceptos más esenciales que se deben conocer.

➤ Conductor de puesta a tierra:

Es aquel conductor de un circuito que se conecta a tierra intencionalmente. Este conductor garantiza la conexión física entre las partes metálicas expuestas a algún fallo y la tierra. Por medio de este conductor circula la corriente no deseada hacia la tierra.

➤ Puente de unión:

Este puente es un conductor que nos sirve para proporcionar la conductividad eléctrica entre partes de metal que requieren ser conectadas eléctricamente.

➤ Red de tierra:

Es la porción metálica subterránea que lleva hacia la tierra todo flujo de corriente no deseado. Esta red se puede componer de varias mallas interconectadas.

➤ Resistencia de tierra:

Es la resistencia que nos ofrece el terreno hacia la corriente en un sistema de puesta a tierra, esta resistencia depende de la resistividad del terreno y área de los conductores.



➤ Toma de tierra:

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

➤ Resistividad del terreno:

Es la propiedad del terreno que se opone al paso de la corriente eléctrica, la resistividad varía de acuerdo a las características del terreno.

➤ Sistema de tierra:

Son varios conductores desnudos que se interconectan con una o varias mallas o electrodos enterrados.

➤ Diferencia entre el neutro y tierra:

La diferencia entre estos dos elementos es que el neutro se usa como regreso de la línea de alimentación, es decir, es por donde pasa la corriente de regreso a los postes de suministro eléctrico.

Por otro lado la conexión a tierra, es la conexión que se usa para que circule la corriente no deseada o descargas eléctricas hacia tierra para evitar que dañen a equipos eléctricos, electrónicos e incluso a personas, es decir, es la conexión que se utiliza para la protección personal y de los equipos contra sobretensiones o descargas eléctricas de cualquier tipo.

1.6.4 Tomas de tierra

1.6.4.1 Electroodos

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

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



➤ **Tipos de electrodos:**

- **Picas:** Pueden estar formadas por tubos de acero zincado de 60 mm de diámetro mínimo, o de cobre de 14 mm de diámetro, y con unas longitudes nunca inferiores a 2 metros. En el caso de ser necesarias varias picas, la distancia entre ellas será, al menos, igual a la longitud.
- **Placas:** Serán de cobre o hierro zincado. En caso de ser necesarias varias placas, estas se colocaran separadas una distancia de 3 metros.
- **Cable enterrado:** Se usaran cables de cobre desnudo de al menos 35 mm² de sección, o cables de acero galvanizado de un mínimo de 2,5 mm de diámetro. Estos electrodos deberán enterrarse horizontalmente a una profundidad no inferior a 50 cm.
- **Mallas metálicas:** Formadas por electrodos simples del mismo tipo unidos entre si y situados bajo tierra.

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

➤ **Línea de enlace con tierra:**

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



➤ **Punto de puesta a tierra:**

Es una parte situada fuera del suelo, que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra. 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 (regleta, placa, borne, etc.), que permita la unión entre los conductores de las líneas de enlace y principal de tierra, de forma que pueda, mediante útiles apropiados, separarse éstas, con el fin de poder realizar la medida de la resistencia de tierra.

1.6.4.2 Resistencia de las tomas 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.

1.6.5 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.

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

En la resistividad del terreno influyen varios factores que pueden variarla, entre los más importantes se encuentran: naturaleza del terreno, humedad, temperatura, salinidad, estratigrafía, compactación y las variaciones estacionales.



Instalación eléctrica en BT de una nave industrial con CT
 Iñigo Berruezo Lizarbe
 Memoria

Naturaleza terreno	Resistividad en Ohm.m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosas	50 a 500
Arena silícea	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5.00
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

Naturaleza del terreno	Valor medio de la resistividad Ohm.m
Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos	50
Terraplenes cultivables poco fértiles y otros terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables	3.000

Electrodo	Resistencia de Tierra en Ohm
Placa enterrada	$R = 0,8 r / P$
Pica vertical	$R = r / L$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2 r / L$
r, resistividad del terreno (Ohm.m) P, perímetro de la placa (m) L, longitud de la pica o del conductor (m)	



1.6.6 Tomas de tierra independientes

Se considerará independiente una toma de tierra respecto a otra, cuando una de las tomas de tierra, no alcance, respecto a un punto de potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por la otra circula la máxima corriente de defecto a tierra prevista.

1.6.7 Línea principal de tierra

Las 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.

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. Se evitará someterlos a desgastes mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y los desgastes mecánicos. La línea principal de tierra termina en el punto de puesta a tierra, teniendo especial cuidado en la conexión, asegurando una conexión efectiva.

1.6.8 Derivaciones de las líneas principales de tierra

Las derivaciones de las líneas de tierra estarán constituidas, por conductores que unirán la línea principal de tierra con los conductores de protección o directamente con las masas. Serán de cobre o de otro metal de elevado punto de fusión.

1.6.9 Conductores de protección

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

El dimensionamiento de estos conductores, viene dado en función de la sección del conductor de fase de la instalación que protege, según la ITC-BT 18.



1.6.10 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, con el fin de conseguir una gran red equipotencial dentro del edificio y en contacto íntimo con tierra.

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

- La instalación de pararrayos.
- La instalación de antena colectiva de TV y FM.
- Los enchufes eléctricos y las masas metálicas comprendidas en los aseos y baños.
- Las estructuras metálicas y armaduras de muros y soportes de hormigón.
- Las instalaciones de fontanería, gas y calefacción, depósitos, calderas, etc.

1.6.11 Tipos de tierra

En las instalaciones eléctricas hay dos tipos de tierras diferenciadas y obligatorias:

- Tierra de protección
- Tierra de servicio

1.6.12 Tierra de protección

En él se conectan todos los elementos metálicos de la instalación que no están normalmente en tensión. Estos elementos suelen ser:

- Celdas metálicas.
- Carcasas de los transformadores de la celda de medida.
- Envolvertes (tanto locales independientes como de otros usos)
- Rejillas de ventilación
- Puertas de entrada

La tierra de protección normalmente es cuadrada. El anillo exterior puede ir con picas o sin ellas.

La configuración de la tierra de protección suele ser:

{Geometría / profundidad / nº de picas x longitud de picas}



1.6.13 Tierra de Servicio

Se coloca el neutro del transformador. En el caso de celda de medida los transformadores de tensión e intensidad el neutro también está conectado a esta tierra.

La configuración es totalmente diferente a la tierra de protección. En vez de ser cuadrada es una línea (tirada de cable) colocada a una determinada profundidad.

La configuración de la tierra de servicio suele ser:

{Profundidad / nº de picas x longitud de picas}

1.6.14 Cálculo de las puestas a tierra

Estos son los pasos que se deben dar a la hora de calcular una puesta a tierra:

1) Resistencia de la puesta a tierra R_t :

$$R_t = K_r \cdot \rho < 37 \Omega$$

Siendo:

K_r → Coeficiente de resistencia de puesta a tierra. Varía dependiendo de la configuración de la puesta a tierra elegida.

ρ → Resistencia en ohmios (Ω) del terreno.

Como norma Unesa la R_t debe ser menor a 37 Ω .

2) Tensión de defecto U_d :

$$U_d = R_t \cdot I_d \leq 10000 V$$

Siendo:

R_t → Resistencia de la puesta a tierra calculada en el anterior caso

I_d → Depende de la puesta a tierra de la subestación y es un dato que nos proporciona la compañía eléctrica. Normalmente suele tener un valor de 300 A.

Si U_d nos diese mayor a 10.000 voltios solo tenemos la opción de disminuir R_t . Para ello habría que modificar el valor de K_r .



- 3) Cálculo de la tensión de paso máxima: Es la máxima tensión que puede aparecer entre los pies de una persona, separados un metro, al circular la máxima corriente de falla a tierra desde un electrodo.

$$V_{Pm\acute{a}x} = K_P \cdot \rho \cdot I_d$$

- 4) Cálculo de la tensión de paso admisible:

$$V_{Padm} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \rho}{1000} \right)$$

K, n → Constantes del reglamento de centrales e instalaciones. Su valor depende del tiempo de desconexión $f(t)$. Si $t \leq 0,9$: K=72 y n=1.

- 5) Se tiene que cumplir que:

$$V_{Pm\acute{a}x} \leq V_{Padm}$$

- 6) Tensión de paso máxima en el acceso:

$$V_{Paccm\acute{a}x} = K_C \cdot \rho \cdot I_d$$

- 7) Tensión de paso en el acceso admisible:

$$V_{Paccadm} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left[1 + \frac{3\rho + 3\rho'}{1000} \right]$$

Siendo:

ρ' → Resistividad del hormigón de la solera del centro de transformación = $3000 (\Omega \cdot m)$.

- 8) Se tiene que cumplir que:

$$V_{Paccm\acute{a}x} \leq V_{Paccadm}$$



1.6.15 Solución adoptada

El electrodo de puesta a tierra está formado por un conductor de cobre de 50 mm² desnudo y enterrado a una profundidad de 0,8 m. El conductor abarca todo el perímetro de la nave en el que se encuentren los cuadros secundarios, y en cada vértice tendrá una pica de acero recubierto de cobre de 14 mm de diámetro y 2 metros de longitud.

El número total de picas será 6, y toda la red estará unida en mallazo metálico de cimentación y a los pilares metálicos. Todas las uniones se realizarán mediante soldadura aluminotérmica. En cada pica se pondrá una arqueta de registro para poder comprobar el buen estado de las picas y de las conexiones al anillo de cobre desnudo.

El anillo de puesta a tierra se conectará al borne principal de tierra del Cuadro General de Distribución (CGD) a través de una caja de seccionamiento y medida de puesta a tierra situada junto al cuadro, desde donde partirán las derivaciones a los cuadros secundarios de distribución y de estos partirán los conductores de protección a los distintos receptores (alumbrado de la nave, tomas de corriente y maquinaria).

Los conductores de tierra se distinguen fácilmente de los conductores activos por el color amarillo-verde.



1.7 POTENCIA A COMPENSAR

La potencia total activa es de:

$$P = 437191,55W$$

La potencia total aparente es de:

$$S = 490951,56VA$$

Por lo tanto, la potencia total reactiva consumida será:

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{(490951,56)^2 - (437191,55)^2} = 223376,32VAr$$

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

$$Q' = P \cdot \operatorname{Tg} \phi' = 437191,55W \cdot \operatorname{Tg}(11,48)' = 88775,53VAr$$

Por lo que la potencia a compensar sería de:

$$Q_{COMPENSAR} = Q - Q' = (223376,32 - 88775,53) = 134600,79VAr$$

Esta potencia será la que tenga que suministrar la batería de condensadores, puesto que se ha elegido compensación automática. Se elegirá una batería de condensadores que pueda llegar a suministrar una energía reactiva mayor de 134600,79Var. El equipo seleccionado para la corrección automática del factor de potencia es una batería de condensadores estándar ED (400V) y 50Hz, de 150KVAR con 12 escalones de 12,5KVAR de la marca CYDESA con regulador FPM, con dimensiones 1000x600x400mm, montada sobre suelo, dicha batería de condensadores se conectará al Cuadro General de Distribución (CGD).

Las baterías automáticas elegidas tienen una serie de características:

- Tensión asignada: 400 V, trifásicos 50 Hz.
- Grado de protección IP30
- Auto transformador 400/230 V, integrado.
- Pérdidas: 6W/KVAr (400V)
- Normas: CEI 61921-2003/EN 61921



1.8 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

1.8.1 Parámetros

➤ Emplazamiento:

- De intemperie o exterior: El centro de transformación va colocado sobre un poste y no está protegido. Son centros de transformación de pequeña potencia. Se suele utilizar para un consumo puntual en baja tensión donde no hay instalación. (normalmente en zonas rurales). Su S máxima no es de 50 Kvas. Cada vez su eso es menor.
- De interiores: En este tipo de emplazamiento el centro de transformación (CT) puede ser de superficie, enterrado o semienterrado. La diferencia entre estos tres es el impacto visual. Los enterrados se suelen utilizar en urbanizaciones.
- Interior en edificio de otros usos: El CT se coloca dentro de un edificio o local. Se utilizan para actividades en las cuales interesa comprar la energía en media tensión (edificios de pública concurrencia como hoteles, universidades...).

➤ Disposición constructiva:

- Abiertos: No hay separación entre elementos y son totalmente accesibles. Obsoletos. Iberdrola no permite su instalación.
- Celdas metálicas prefabricadas: Los elementos van en una caja metálica. Elementos independientes. Se utiliza en el 90% de los casos.
- Compacta: Todos lo elementos están colocador dentro de una misma celda. Se utiliza en zonas privadas donde hay escasez de espacio.

➤ Conexión del CT con la línea de media tensión:

- En simple derivación o en antena. (línea ramificada)
- En anillo.
- En doble derivación.



- Utilización del centro de transformación:
 - Distribución:
 - Compañía: Se utiliza para varios usuarios y tienen que cumplir la normativa del distribuidor.
 - Abonado: La propiedad del centro de transformación es del cliente y no de la compañía distribuidora. Este tipo de distribución se utiliza cuando se compra la energía en media tensión

- Régimen del neutro:
 - Régimen TT, TN: Neutro a tierra.
 - Régimen IT: Neutro aislado respecto a tierra.

1.8.2 Componentes del CT

- Básicos:
 - Aparata de media tensión
 - Transformador
 - Cuadro de baja tensión:
 - CT Distribución.
 - CT Abonado.

- No básicos:
 - Ventilación:
 - Natural
 - Forzada

 - Alumbrado

 - Tomas de corriente en baja tensión

 - Elementos de seguridad
 - Banquetas aislantes
 - Pértigas
 - Normas de utilización



1.8.3 Aparamenta en media tensión

➤ Celdas metálicas:

- Celdas de línea (CML): Se utilizan para a entrada y salida de cable de MT. Habrá tantas celdas de línea como cables de MT entren y salgan.

➤ Interruptor para seccionar la línea de MT

➤ Celda de protección (CMP): Su función es maniobrar y proteger el transformador del CT.

- CMP-F → Interruptor seccionador + fusible: (Ruptofusible)
- CMP-V → Interruptor seccionador + magneto-Disyuntor

➤ Celda de seccionamiento: Compuesta por un interruptor seccionado o de corte, su función es dejar al CT de distribución sin suministro eléctrico.

➤ Celda de remonte (CMR): Se utiliza para elevar el cable de MT.

➤ Celda de medida (CMM): Necesaria para el CT de abonado.

1.8.4 Transformador

➤ Potencia nominal de los transformadores (Kvas):

{25, 50, 100, 160, 250, 400, 630, 800, 1000, 1250}

▪ Factores para determinar la potencia del transformador:

- Potencia instalada
- Coeficiente de utilización K_U
- Coeficiente de simultaneidad K_S

$$P_{TOTAL} = P_{instalada} \cdot K_U \cdot K_S$$

La potencia nominal del transformador de puede dimensionar para futuras ampliaciones. El sobredimensionamiento habitual suele estar en torno a un 30%.



$$S(VA) = \frac{1,3 \cdot P_{TOTAL}}{0,9}$$

La potencia del transformador no supone un coste ya que la Aparamenta es la misma.

➤ Relación de transformación:

La relación de transformación habitual de los transformadores es:

MT / BT

- MT → Es de 13,2KV aunque por normativa cambiará a 20KV. Es aconsejable utilizar un transformador de doble devanado para cambiar en un futuro la tensión de entrada del transformador a 20 KV.
- BT → Es de 400V o 420V para compensar las pérdidas en la salida.

➤ Tensión de cortocircuito (Vcc) :

- 4%
- 2%

➤ Frecuencia: 50 Hz.

➤ Grupo de conexión: En función de la potencia nominal del transformador.

- $S < 160 \text{ Kvas} \rightarrow Yzn_{11}$:
 - Estrella
 - Zigzag (secundario)
 - Neutro accesible
- $S > 160 \text{ Kvas} \rightarrow \Delta yn_{11}$:
 - Triángulo
 - Estrella
 - Neutro accesible

➤ Construcción interna del transformador:

- Aislante del circuito magnético:
 - Baño de aceite: Cuba completa y depósito de expansión.
 - Aislante seco (resinas).



- Protecciones del transformador:
 - Relé Bucholz: Controla las descargas eléctricas de la cuba de aceite. Estas descargas hacen que el aceite hierva. Si la temperatura es muy elevada el relé desconecta el transformador.
 - Termómetro: Adosado a la cuba, mide la temperatura del aceite
 - Termoresistencias: Para transformadores secos.
 - Bloque de protección: Flotador que determina la cantidad de aceite en la cuba. El aceite se reduce con el uso del transformador. Si baja de un mínimo permitido el transformador se desconecta.

1.8.5 Cálculo del centro de transformación

- Intensidad en media tensión:

$$I_{\text{nom}_{\text{primario}}} = \frac{S_n}{\sqrt{3} * V_{L1}}$$

Siendo V_{L1} la tensión de línea del primario.

- Intensidad en baja tensión:

$$I_{\text{nom}_{\text{secundario}}} = \frac{S_n}{\sqrt{3} * V_{L2}}$$

- Envolvente. Ventilación necesaria: El parámetro fundamental es el caudal de aire dentro de la zona donde se encuentra el transformador para de esta manera garantizar la renovación. Este caudal necesario depende de las pérdidas del transformador (que estarán especificadas en sus características) y que son las de vacío y las de plena carga.

$$Q \text{ (m}^3\text{/s)} = \frac{P_p}{1,16 * \Delta\sigma}$$



Siendo:

Pp: Pérdidas del transformador.

$\Delta\sigma$: Variación máxima de temperatura. (El valor medio se estima en 15 °C).

En el apartado de la ventilación también hay un cálculo importante y es la superficie de la rejilla de ventilación Sr.

$$S_r \text{ (m}^2\text{)} = \frac{Q}{V_s}$$

Siendo:

Vs: Velocidad de salida del aire en m/s.

Para calcular la velocidad media de salida es necesario saber la diferencia de alturas entre la rejilla de entrada y de salida (h):

$$V_s = \frac{\sqrt{h}}{\Delta\sigma}$$

1.8.6 Solución adoptada CT

1.8.6.1 Situación y emplazamiento

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

1.8.6.2 Características generales del CT

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

El centro de transformación seleccionado será del tipo prefabricado, fabricante SCHNEIDER, modelo EHC-3. Empleando para su paralaje celdas bajo envolvente metálicas según la norma UNE-EN61330.

La acometida del mismo será subterránea, alimentando al centro mediante una red de MT, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 13,2KV y una frecuencia de 50Hz, siendo la compañía eléctrica suministradora IBERDROLA.



Los tipos generales de equipos de media tensión empleados en este proyecto son CGMCOSMOS (Celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas)

1.8.6.3 Descripción de la instalación

El centro de transformación objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparatación eléctrica, máquinas y demás equipos. Para el diseño de este centro de transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

1.8.6.4 Características de los materiales

Edificio de transformación: **EHC-3**

➤ Descripción:

Los edificios prefabricados de hormigón de la serie EHC han sido concebidos para ser montados enteramente en fábrica, permitiendo la instalación de toda la aparatación y accesorios que completan el centro; lo que permite garantizar la calidad de todo el conjunto (a excepción de la conexión de los cables de entrada y salida) en la misma unidad de producción.

Los prefabricados de hormigón que se ofrecen están diseñados para alojar en su interior las diferentes gamas de productos Schneider Electric:

- Celdas modulares y monobloque de 24KV.
- Transformadores de 24KV.
- Cuadros modulares de distribución en Baja Tensión, según RU 6302B.
- Cuadros de Baja Tensión de abonado.
- Cuadros de contadores.

Pudiendo ofrecer, para cada necesidad, una solución global, optimizada y garantizada con la calidad Schneider Electric de un centro de transformación en MT.

El acabado exterior se realiza con un revoco de pintura que ha sido especialmente escogida para integrar el prefabricado en el entorno que lo rodea; así como para garantizar una alta resistencia frente a los agentes atmosféricos.

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



➤ Envolvente:

La envolvente (base, paredes y techos) de hormigón armado se fabrica de tal manera que se carga sobre un camión como un solo bloque en la fábrica.

La envolvente está diseñada de tal forma que se garantiza una total impermeabilidad y equipotencialidad del conjunto, así como una elevada resistencia mecánica. El acabado exterior se realiza con un revoco de pintura beige rugosa (RAL 1014) que ha sido especialmente escogida para integrar el prefabricado en el entorno que lo rodea.

En la base de la envolvente van dispuestos, tanto en los laterales como en la solera, los orificios para la entrada de cables de Alta y Baja Tensión. Estos orificios son partes debilitadas del hormigón que se deberán romper (desde el interior del prefabricado) para realizar la acometida de cables.

➤ Fabricación:

El material empleado en la fabricación de los prefabricados EHC es hormigón armado. Con una cuidada dosificación y el adecuado vibrado se consiguen unas características óptimas de resistencia característica (superior a 250Kg/cm²) y una perfecta impermeabilización.

➤ Suelos:

Están constituidos por elementos planos prefabricados de hormigón armado apoyados en un extremo, sobre la pared frontal, y en el otro extremo, sobre unos soportes metálicos en forma de U que constituyen los huecos que permiten la conexión de cables en las celdas. Los huecos que no quedan cubiertos por las celdas o cuadros eléctricos pueden taparse con unas placas fabricadas para tal efecto.

En la parte central se disponen unas placas de peso reducido, que permiten el acceso de personas a la parte inferior del prefabricado, a fin de facilitar las operaciones de conexión de los cables en las celdas, cuadros y transformadores.

➤ Cuba de recogida de aceite:

La cuba de recogida de aceite se integra en el propio diseño del edificio prefabricado. Con una capacidad de 760 litros, está diseñada para recoger en su interior el aceite del transformador sin que éste se derrame por la base.

Sobre la cuba se dispone una bandeja cortafuegos de acero galvanizado perforada y cubierta por grava.



➤ Rejillas de ventilación:

Las rejillas de ventilación de los edificios prefabricados EHC están fabricadas de chapa de acero galvanizado (acero inoxidable para la zona Canarias) sobre la que se aplica una película de pintura epoxy poliéster azul RAL 5003. El grado de protección para el que han sido diseñadas las rejillas es IP339.

Estas rejillas están diseñadas y dispuestas de manera que la circulación del aire, provocada por tiro natural, ventile eficazmente la sala de transformadores. Como base de diseño se han tomado los transformadores UNE 21428 de 1.000KVA y el ensayo de calentamiento de la UNE-EN 61330.

Todas las rejillas de ventilación van provistas de una tela metálica mosquitera.

➤ Puertas de acceso:

Están constituidas en chapa de acero galvanizado (acero inoxidable para la zona Canarias) recubierta con pintura epoxy poliéster azul RAL 5003. Esta doble protección, galvanizado más pintura, las hace muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

Las puertas están abisagradas para que se puedan abatir 180° hacia el exterior, pudiendo mantenerlas en la posición de 90° con un retenedor metálico.

Las puertas frontales de peatón de la sala de celdas permiten una luz de acceso de 1250 mm x 2100 mm (anchuras_x_altura), mientras que las puertas laterales (en opción) permiten una luz de acceso de 910 mm x 2100 mm (anchura por altura).

Las puertas de acceso al transformador sólo se pueden abrir desde el interior mediante un dispositivo mecánico, existiendo, en opción, la posibilidad de colocar una cerradura para abrir desde el exterior. Las luces de acceso a la sala de transformadores son 1250 mm x 2100 mm (anchura_x_altura).

➤ Mallas de protección transformador:

Unas rejas metálicas impiden el acceso directo a la zona del transformador desde el interior del prefabricado.

Opcionalmente esta malla de protección puede ser sustituida por un tabique separador metálico.



➤ Malla de separación interior:

Cuando haya áreas del centro de transformación con acceso restringido, se puede instalar una malla de separación metálica con puerta y cierre por llave.

➤ Impermeabilidad:

Los techos están estudiados de forma que impiden las filtraciones y la acumulación de agua sobre ellos, desaguando directamente al exterior desde su perímetro.

1.8.6.5 Características detalladas

Cliente del CT: Abonado

Nº de transformadores: 1

Tipo de ventilación: Normal

Puertas de acceso peatón: 1 puerta de acceso

Dimensiones exteriores:

Longitud: 3760 mm

Anchura: 2500 mm

Altura: 3300 mm

Peso: 13000 Kg

Dimensiones interiores:

Longitud: 3640 mm

Anchura: 2240 mm

Altura: 2535 mm

Dimensiones de la excavación:

Longitud: 4500 mm

Anchura: 3500 mm

Profundidad: 530 mm una vez colocados los lechos de arena y losa.

Profundidad: 880 mm sin haber colocado los lechos de arena y losa.



1.8.6.6 Instalación eléctrica

➤ Introducción:

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

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

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

➤ Características de la red de alimentación:

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

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

➤ Características de la aparamenta en MT:

Celdas: **SM6**

Las celdas SM6 forman un sistema de equipos modulares de reducidas dimensiones para MT, con aislamiento y corte en gas, cuyos embarrados se conectan utilizando unos elementos de unión patentados por SCHNEIDER consiguiendo una conexión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.).

Las partes que componen estas celdas son:

➤ Base y frente:

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



La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda, los accesos a los accionamientos del mando y el sistema de alarma sonora de puesta a tierra. En la parte inferior se encuentra el dispositivo de señalización de presencia de tensión y el panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables. Lleva además un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

➤ Cuba:

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

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

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

➤ Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra:

El interruptor disponible en el sistema SM6 tiene tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

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

➤ Mando:

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

➤ Conexión de cables:

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasa-tapas estándar.



Enclavamientos:

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas SM6 es que:

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

Características eléctricas:

Las características generales de las celdas SM6 son las siguientes:

Tensión nominal 24KV

Nivel de aislamiento

- Frecuencia industrial (1 min):
 - A tierra y entre fases 50KV
 - A la distancia de seccionamiento 60KV
- Impulso tipo rayo:
 - A tierra y entre fases 125KV
 - A la distancia de seccionamiento 145KV

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

1.8.6.7 Características descriptivas de las celdas y transformadores en MT

➤ Interruptor-seccionador:

Celda con envolvente metálica, fabricada por SCHNEIDER, formada por un modulo con las siguientes características:

La celda CML de línea, esta constituida por un modulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal



mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

➤ Características eléctricas:

Tensión asignada: 24KV

Intensidad asignada: 400A

Intensidad de corta duración (1 seg), eficaz: 16KA

Intensidad de corta duración (1 seg), cresta: 40KA

Nivel de aislamiento:

Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 28KV

Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 75KV

Capacidad de cierre (cresta): 40KA

Capacidad de corte:

Corriente principalmente activa: 400A

➤ Características físicas:

Anchura: 375 mm

Profundidad: 940 mm

Altura: 1600 mm

Peso: 120Kg

➤ Otras características constructivas:

Mando interruptor: manual tipo B

➤ Protección fusibles:

Celda con envolvente metálica, fabricada por SCHNEIDER, formada por un modulo con las siguientes características:

La celda SM6 de protección con fusibles, esta constituida por un modulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con el, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor.

Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra.



Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

➤ Características eléctricas:

Tensión asignada: 24KV
Intensidad asignada en el embarrado: 400A
Intensidad asignada en la derivación: 200A
Intensidad fusibles: 3x63A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16KA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40KA

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)
A tierra y entre fases: 50KV
Impulso tipo rayo
A tierra y entre fases (cresta): 125KV

Capacidad de cierre (cresta): 40KA
Capacidad de corte
Corriente principalmente activa: 400A

➤ Características físicas:

Anchura: 375 mm
Profundidad: 940 mm
Altura: 1600 mm
Peso: 130Kg

1.8.6.8 Medida (CMM)

Celda con envolvente metálica, fabricada por SCHNEIDER, formada por un modulo con las siguientes características:

La celda SM6 de medida es un modulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los aparatos de medida, control y contadores de medida de energía.

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

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



➤ Características eléctricas:

Tensión asignada: 24KV

➤ Características físicas:

Anchura: 750 mm
Profundidad: 1038 mm
Altura: 1600 mm
Peso: 165Kg

Otras características constructivas:

Transformadores de medida: 3 TT y 3 TI

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

➤ Transformadores de tensión:

Relación de transformación: 13200/V3-110/V3 V

Sobretensión admisible:

1,2 Un en permanencia
1,9 Un durante 8 horas

Medida

Potencia: 15VA
Clase de precisión: 0,2

➤ Transformadores de intensidad

Relación de transformación: 15-30/5 A

Intensidad térmica: 200 In

Sobreintensidad admisible en permanencia: $F_s \leq 5$

Medida

Potencia: 15VA
Clase de precisión: 0,2 seg

1.8.6.9 Transformador aceite 24KV

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca SCHNEIDER, con neutro accesible en el secundario, de potencia 630KVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 13,2KV–20KV y tensión secundaria 420 V en vacío.



➤ Otras características constructivas:

Regulación en el primario: + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %

Tensión de cortocircuito (Ecc): 4%

Grupo de conexión: Dyn11

Protección incorporada al transformador: Sin protección propia.

1.8.6.10 Instalación de puesta a tierra

➤ Tierra de protección:

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

➤ Tierra de servicio:

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

1.8.6.11 Instancias

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

1.8.6.12 Aparatos de MT

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

1.8.6.13 Aislamiento

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

125KV (cresta) tensión de ensayo soportada al choque con onda 1,2/50µseg

50KV (valor eficaz) tensión soportada durante un minuto a 50Hz.



1.8.6.14 Instalaciones secundarias del CT

➤ Alumbrado:

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

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

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

➤ Tomas de corriente:

Se colocara una toma de corriente monofásica.

➤ Ventilación:

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

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

➤ Elementos y medidas de seguridad:

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

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



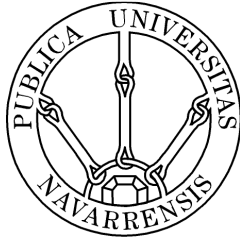
1.9 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

El total del presente proyecto asciende a la cantidad de

**“TRESCIENTOS SESENTA MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y
CUATRO EUROS CON TREINTA Y UNO CÉNTIMOS”**

Pamplona, Junio 2013.

Iñigo Berruezo Lizarbe



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

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

CÁLCULOS

Alumno: Iñigo Berruezo Lizarbe

Tutor: José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 20/06/2013



ÍNDICE:

2.1 CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS.....	4
2.1.1 Cálculo iluminación interior.....	4
2.1.2 Cálculo iluminación exterior.....	7
2.1.3 Cálculo de la iluminación de emergencia y señalización.....	7
2.2 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE LÍNEA.....	11
2.2.1 Método de cálculo.....	11
2.2.2 Tabla resumen de las intensidades de los cuadros.....	11
2.2.2.1 Cuadro General de Distribución (CGD).....	12
2.2.2.2 Cuadro secundario I.....	13
2.2.2.3 Cuadro secundario II.....	15
2.2.2.4 Cuadro secundario III.....	16
2.2.2.5 Cuadro secundario IV.....	18
2.2.2.6 Cuadro secundario V.....	19
2.2.2.7 Cuadro secundario VI.....	20
2.2.2.8 Cuadro secundario VII.....	22
2.2.2.9 Cuadro secundario VIII.....	23
2.2.3 Cálculo de la potencia del transformador.....	26
2.3 CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN.....	26
2.3.1 Línea que va del transformador al CGD.....	26
2.3.2 Cálculo de las secciones de los conductores interiores.....	27
2.3.2.1 Criterio térmico.....	27
2.3.2.2 Criterio de Caída de tensión (C.d.t).....	28
2.3.3 Cuadro General de Distribución (CGD) y cuadros secundarios.....	31
2.3.3.1 Cuadro General de Distribución (CGD).....	31
2.3.3.2 Cuadro secundario I.....	32
2.3.3.3 Cuadro secundario II.....	34
2.3.3.4 Cuadro secundario III.....	35
2.3.3.5 Cuadro secundario IV.....	37
2.3.3.6 Cuadro secundario V.....	38
2.3.3.7 Cuadro secundario VI.....	39
2.3.3.8 Cuadro secundario VII.....	41
2.3.3.9 Cuadro secundario VIII.....	42
2.3.4 Interpretación de las tablas.....	44
2.3.5 Denominación de los cables y sus canalizaciones:.....	45
2.3.5.1 Cuadro General de Distribución (CGD) a Cuadros secundarios.....	45
2.3.5.2 Cuadro secundario I.....	46
2.3.5.3 Cuadro secundario II.....	49
2.3.5.4 Cuadro secundario III.....	50
2.3.5.5 Cuadro secundario IV.....	51
2.3.5.6 Cuadro secundario V.....	52
2.3.5.7 Cuadro secundario VI.....	53
2.3.5.8 Cuadro secundario VII.....	55
2.3.5.9 Cuadro secundario VIII.....	56
2.3.6 Interpretación de las tablas.....	58



2.4 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO.....	59
2.4.1 Introducción.....	59
2.4.2 Cálculo de la Icc (intensidad de cortocircuito) en el secundario del transformador.....	59
2.4.3 Cálculo de la intensidad de cortocircuito en el Cuadro General de.....	61
2.4.4 Cálculo de la intensidad de cortocircuito en los cuadros auxiliares.....	61
2.4.4.1 Interpretación de las tablas.....	61
2.4.4.2 Cuadro General de Distribución.....	63
2.4.4.3 Automáticos de cabecera de los cuadros secundarios.....	64
2.4.4.4 Cuadro secundario I.....	65
2.4.4.5 Cuadro secundario II.....	66
2.4.4.6 Cuadro secundario III.....	67
2.4.4.7 Cuadro secundario IV.....	69
2.4.4.8 Cuadro secundario V.....	70
2.4.4.9 Cuadro secundario VI.....	71
2.4.4.10 Cuadro secundario VII.....	72
2.4.4.11 Cuadro secundario VIII.....	73
2.5 CÁLCULO DE LOS CONDENSADORES PARA LA CORRECCIÓN DEL.....	74
2.5.1 Batería de condensadores para la instalación.....	74
2.5.1.1 Cuadro secundario I.....	74
2.5.1.2 Cuadro secundario II.....	75
2.5.1.3 Cuadro secundario III.....	76
2.5.1.4 Cuadro secundario IV.....	77
2.5.1.5 Cuadro secundario V.....	77
2.5.1.6 Cuadro secundario VI.....	78
2.5.1.7 Cuadro secundario VII.....	78
2.5.1.8 Cuadro secundario VIII.....	79
2.5.2 Cálculo del conductor de unión de la batería.....	80
2.5.3. Cálculo de la protección de la batería.....	81
2.6 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....	81
2.6.1 Investigación del terreno.....	81
2.6.2 Resistencia de las picas.....	82
2.6.3 Resistencia de tierra del conductor de cobre enterrado.....	82
2.6.4 Resistencia a tierra total de la instalación.....	82
2.6.5 Sección del cable de tierra y conductor de protección.....	83
2.6.6 Punto de puesta a tierra.....	83
2.7 CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	83
2.7.1 Intensidad en alta tensión.....	83
2.7.2 Intensidad en baja tensión.....	83
2.7.3 Cortocircuitos.....	84
2.7.3.1 Introducción.....	84
2.7.3.2 Corrientes de cortocircuito.....	84
2.7.3.3 Conexión celdas-transformador.....	85
2.7.3.4 Conexión del secundario del transformador al cuadro de BT.....	85
2.7.4 Otras instalaciones del CT.....	86
2.7.4.1 Iluminación del CT.....	86
2.7.4.2 Luminarias de emergencia y señalización del CT.....	86
2.7.4.3 Cuadro auxiliar de baja tensión del CT.....	86



2.7.4.4 Dimensiones de los cables del cuadro auxiliar de baja tensión del Centro de Transformación.....	87
2.7.5 Dimensionamiento de la ventilación del Centro de Transformación	87
2.7.6 Dimensiones del pozo apagafuegos.....	89
2.7.7 Cálculo de la instalación de puesta a tierra del CT.....	89
2.7.7.1 Introducción.....	89
2.7.7.2 Tierra de protección.....	90
2.7.7.4 Tierra de servicio	91
2.7.7.5 Resistencia de la tierra de Protección	92
2.7.7.6 Resistencia de la tierra de Servicio.....	92
2.7.7.7 Tensiones en el exterior de la instalación.....	92
2.7.7.8 Tensiones en el interior de la instalación.....	93
2.7.7.9 Tensiones aplicadas	93
2.7.7.10 Tensiones transferidas al exterior	95
2.7.7.11 Corrección y ajuste si procede.....	95



2.1 CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

2.1.1 Cálculo iluminación interior

El cálculo de la iluminación interior se ha realizado con el programa Dialux. Este potente programa se encarga de distribuir las luminarias necesarias según las dimensiones de la zona a iluminar y del nivel de iluminancia exigido según la UNE 12464.1 (Norma Europea sobre iluminación para interiores).

A la vez el programa nos dará información de la uniformidad, índice de deslumbramiento, luxes etc. Estas hojas de cálculo se encuentran en el anexo correspondiente.

- Tabla alumbrado interior de la nave industrial (zona de producción):

Emplazamiento	Modelo (catálogo PHILIPS)	Nº luminarias	Potencia (W)	Pot.total (W)
Zona 1	MPK460 1xHPI-P250W-BU P-D635-NB	15	250	3750
Zona 2	MPK460 1xHPI-P250W-BU P-D635-NB	20	250	5000
Zona 3	MPK460 1xHPI-P250W-BU P-D635-NB	21	250	5250
Cámara de frío	TCW060 2xTL5-28W HF	60	28	1680
			TOTAL (W)	15680

- Tabla alumbrado interior de la caseta del centro de transformación (CT):

Emplazamiento	Modelo (catálogo PHILIPS)	Nº luminarias	Potencia (W)	Pot.total (W)
Caseta del transformador	TCW060 2xTL5-28W HF	4	28	112
			TOTAL (W)	112



➤ Tabla alumbrado interior de las oficinas:

LUMINARIAS PLANTA BAJA OFICINAS				
Emplazamiento	Modelo (catálogo PHILIPS)	Nº luminarias	Potencia (W)	Pot.total (W)
Baño M	TCW060 2xTL5-28W HF	8	28	224
Baño F	TCW060 2xTL5-28W HF	8	28	224
Vestuario M	TCW060 2xTL5-28W HF	24	28	672
Vestuario F	TCW060 2xTL5-28W HF	24	28	672
Pasillo	TMX204 2xTL5-14W HFP +GMX555 MB	20	14	280
Almacén	TCW060 2xTL5-28W HF	18	28	504
Despacho	TBS260 4xTL5-14W HFP P	30	14	420
Hall	TBS165 K 4xTL5-14W HF C3	24	14	336
Recepción	TBS165 K 4xTL5-14W HF C3	32	14	448
Zona común	TBS165 K 4xTL5-14W HF C3	32	14	448
			TOTAL (W)	4228



LUMINARIAS PRIMERA PLANTA OFICINAS				
Emplazamiento	Modelo (catálogo PHILIPS)	Nº luminarias	Potencia (W)	Pot.total (W)
Baño M	TCW060 2xTL5-28W HF	8	28	224
Baño F	TCW060 2xTL5-28W HF	8	28	224
Sala de descanso	TBS165 K 4xTL5-14W HF C3	32	14	448
Despacho	TBS165 K 4xTL5-14W HF M2	60	14	840
Sala de reuniones 1	TBS165 K 4xTL5-14W HF M2	60	14	840
Sala de reuniones 2	TBS165 K 4xTL5-14W HF M2	80	14	1120
Pasillo 1	TMX204 1xTL5-28W HFP +GMX555 MB	8	28	224
Pasillo 2	TCW060 2xTL5-28W HF	30	28	840
Zona común	TBS165 K 4xTL5-14W HF C3	32	14	448
			TOTAL (W)	5208

Las luminarias se han obtenido del catálogo de **PHILIPS**. La potencia total para el alumbrado interior es de **25228 W**.



2.1.2 Cálculo iluminación exterior

Para la iluminación exterior se han utilizado 19 luminarias especiales para este caso, distribuidas alrededor del perímetro de la nave de 150 W cada una, siendo una potencia total de 2850 W.

PREVISIÓN DE CARGA LUMINARIAS EXTERIORES				
Emplazamiento	Modelo (catálogo PHILIPS)	Nº luminarias	Potencia (W)	Pot.total (W)
Alumbrado exterior	SGP 340 SON-T150W K FG	19	150	2850
TOTAL (W)				2850

2.1.3 Cálculo de la iluminación de emergencia y señalización

Para calcular el alumbrado de emergencia se ha tenido en cuenta que es necesaria una iluminación media de 5 lm/m^2 en toda la nave cuando el alumbrado general falle, de esta manera poder evacuar a los trabajadores de la manera más rápida y eficiente posible en caso de que sea necesario.

El alumbrado de señalización estará situado encima de los marcos de las puertas a una altura respecto al suelo de 2,2 m en la zona de vestuarios y oficinas en planta baja y primera planta respectivamente, y de 3,5 m tanto en la zona de producción como en la cámara de frío.

El alumbrado de emergencia tanto de la zona de producción como de la propia cámara de frío se colocara en el techo a una altura con respecto del suelo de 7 m.

Las luminarias de emergencia elegidas se consideran luminarias con autonomía de 1h como mínimo, no permanentes con señalización y son de la marca **Uriarte**.

Para realizar el cálculo de las luminarias necesarias a instalar en cada zona, se multiplican los 5 lm/m^2 por los metros cuadrados de la superficie que se desea iluminar. Esta multiplicación nos determina el flujo necesario en lúmenes (lm) a instalar en cada local, y como conocemos los lúmenes (lm) que son capaces de ofrecer cada luminaria, obtendremos el número necesario de luminarias a instalar en cada zona.



NAVE INDUSTRIAL								
Emplazamiento	Superficie (m ²)	Iluminancia (lm/m ²)	Flujo nec. (lm)	Modelo	Autonomía	Flujo (lm)	Nº luminarias	Flujo total (lm)
Zona industrial	2030,17	5	10151	Uriarte EF1L-E	1h	240	42	10080
Cámara de frío	233,36	5	1166,8	Uriarte EF1L-E	1h	240	6	1440
						TOTAL	48	11520

CASETA DEL TRANSFORMADOR								
Emplazamiento	Superficie (m ²)	Iluminancia (lm/m ²)	Flujo nec. (lm)	Modelo	Autonomía	Flujo (lm)	Nº luminarias	Flujo total (lm)
Caseta transformador	12,08	5	60,40	Uriarte EF1-E	1h	170	1	170
						TOTAL	21	26950



PLANTA BAJA OFICINAS								
Emplazamiento	Superficie (m ²)	Iluminancia (lm/m ²)	Flujo nec. (lm)	Modelo	Autonomía	Flujo (lm)	Nº luminarias	Flujo total (lm)
Baño M	21,19	5	105,95	Uriarte EF1-E	1h	170	1	170
Baño F	21,19	5	105,95	Uriarte EF1-E	1h	170	1	170
Vestuario M	68,16	5	340,8	Uriarte EF1-E	1h	170	2	340
Vestuario F	63,68	5	318,4	Uriarte EF1-E	1h	170	2	340
Pasillo	37,698	5	188,49	Uriarte EF1-E	1h	170	4	680
Almacén	60,83	5	304,15	Uriarte EF1-E	1h	170	2	340
Despacho	56,84	5	284,2	Uriarte EF1-E	1h	170	2	340
Hall	57,102	5	285,51	Uriarte EF1-E	1h	170	2	340
Recepción	55,26	5	276,3	Uriarte EF1-E	1h	170	2	340
Zona común	32,17	5	160,83	Uriarte EF1-E	1h	170	1	170
TOTAL							19	3230



PRIMERA PLANTA OFICINAS								
Emplazamiento	Superficie (m ²)	Iluminancia (lm/m ²)	Flujo nec. (lm)	Modelo	Autonomía	Flujo (lm)	Nº luminarias	Flujo total (lm)
Baño M	21,19	5	105,95	Uriarte EF1-E	1h	170	1	170
Baño F	21,19	5	105,95	Uriarte EF1-E	1h	170	1	170
Sala de descanso	60,83	5	304,15	Uriarte EF1-E	1h	170	2	340
Despacho	57,6	5	288	Uriarte EF1-E	1h	170	2	340
Sala de reuniones 1	63,68	5	318,4	Uriarte EF1-E	1h	170	2	340
Sala de reuniones 2	68,16	5	340,8	Uriarte EF1-E	1h	170	2	340
Pasillo 1	40,26	5	201,3	Uriarte EF1-E	1h	170	3	510
Pasillo 2	108,71	5	543,55	Uriarte EF1-E	1h	170	6	1020
Zona común	32,18	5	160,88	Uriarte EF1-E	1h	170	1	170
Escaleras	3,124	5	15,62	Uriarte EF1-E	1h	170	1	170
						TOTAL	21	3570



2.2 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE LÍNEA

2.2.1 Método de cálculo

Como ya está indicado en la memoria se utilizarán tanto el criterio térmico como el criterio de caída de tensión (C.d.t), y se escogerá la mayor de las secciones obtenidas.

2.2.2 Tabla resumen de las intensidades de los cuadros



2.2.2.1 Cuadro General de Distribución (CGD)

Cuadro General de Distribución (CGD)									
Línea	Descripción	Pot.(W)	Pot.aparente (VA)	U (V)	Cos ϕ	In (A)	Fcorr	Ical (A)	Fase
C1.L2	Sub.Cuadro I	39356,25	41265,81	400	0,95	59,56	1,37	81,61	Trifásica
C2.L3	Sub.Cuadro II	29250,00	36918,95	400	0,79	53,29	1,25	66,61	Trifásica
C3.L4	Sub.Cuadro III	53670,25	62350,07	400	0,86	89,99	1,16	104,49	Trifásica
C4.L3	Sub.Cuadro IV	70650,00	81551,38	400	0,87	117,71	1,25	147,14	Trifásica
C5.L4	Sub.Cuadro V	73600,00	85500,58	400	0,86	123,41	1,20	148,09	Trifásica
C6.L1	Sub.Cuadro VI	58398,25	64295,45	400	0,91	92,80	1,18	109,53	Trifásica
C7.L1	Sub.Cuadro VII	34500,00	32558,14	400	1,06	58,03	1,25	72,54	Trifásica
C8.L2	Sub.Cuadro VIII	54096,50	44468,71	400	1,22	79,65	1,16	92,16	Trifásica
L6	Tomas de corriente								
L6.A	Tomas Monofásicas (6)	11085,13	11085,13	400	1	16,00	1	16,00	Trifásica
L6.B	Tomas Trifásicas (2)	11085,13	11085,13	400	1	16,00	1	16,00	Trifásica
	TOTAL	435691,50	471079,32	400	0,92	706,45	1,21	854,17	Trifásica



2.2.2.2 Cuadro secundario I

Sub. Cuadro I Alumbrado Nave Industrial y exteriores									
Línea	Descripción	Pot.(W)	Pot.aparente (VA)	U (V)	Cos ϕ	In (A)	Fcorr	Ical (A)	Fase
C1.L1.A	Al.Zona I	3750	4166,67	400	0,9	6,01	1,8	10,83	Trifásica
C1.L1.R	Al.Fase (R-N)	1250	1388,89	230	0,9	6,04	1,8	10,87	R-N
C1.L1.S	Al.Fase (S-N)	1250	1388,89	230	0,9	6,04	1,8	10,87	S-N
C1.L1.T	Al.Fase (T-N)	1250	1388,89	230	0,9	6,04	1,8	10,87	T-N
C1.L1.B	Al.Emergencia Zona I	120	133,33	400	0,9	0,19	1,8	0,35	Trifásica
C1.L1.R	Al.Fase (R-N)	40	44,44	230	0,9	0,19	1,8	0,35	R-N
C1.L1.S	Al.Fase (S-N)	40	44,44	230	0,9	0,19	1,8	0,35	S-N
C1.L1.T	Al.Fase (T-N)	8	8,89	230	0,9	0,04	1,8	0,07	T-N
C1.L1.T	Al.Fase (T-N)	8	8,89	230	0,9	0,04	1,8	0,07	T-N
C1.L1.T	Al.Fase (T-N)	8	8,89	230	0,9	0,04	1,8	0,07	T-N
C1.L1.T	Al.Fase (T-N)	16	17,78	230	0,9	0,08	1,8	0,14	T-N
C1.L2.A	Al.Zona II	5000	5555,56	400	0,9	8,02	1,8	14,43	Trifásica
C1.L2.R	Al.Fase (R-N)	1750	1944,44	230	0,9	8,45	1,8	15,22	R-N
C1.L2.S	Al.Fase (S-N)	1750	1944,44	230	0,9	8,45	1,8	15,22	S-N
C1.L2.T	Al.Fase (T-N)	750	833,33	230	0,9	3,62	1,8	6,52	T-N
C1.L2.T	Al.Fase (T-N)	750	833,33	230	0,9	3,62	1,8	6,52	T-N
C1.L2.B	Al.Emergencia Zona II	72	80,00	400	0,9	0,12	1,8	0,21	Trifásica
C1.L2.T	Al.Fase (T-N)	8	8,89	230	0,9	0,04	1,8	0,07	T-N
C1.L2.T	Al.Fase (T-N)	8	8,89	230	0,9	0,04	1,8	0,07	T-N
C1.L2.T	Al.Fase (T-N)	8	8,89	230	0,9	0,04	1,8	0,07	T-N
C1.L2.T	Al.Fase (T-N)	8	8,89	230	0,9	0,04	1,8	0,07	T-N
C1.L2.T	Al.Fase (T-N)	40	44,44	230	0,9	0,19	1,8	0,35	T-N



Línea	Descripción	Pot.(W)	Pot.aparente (VA)	U (V)	Cos ϕ	In (A)	Fcorr	Ical (A)	Fase
C1.L3.A	Al.Zona III	5250	5833,33	400	0,9	8,42	1,8	15,16	Trifásica
C1.L3.R	Al.Fase (R-N)	1750	1944,44	230	0,9	8,45	1,8	15,22	R-N
C1.L3.S	Al.Fase (S-N)	1750	1944,44	230	0,9	8,45	1,8	15,22	S-N
C1.L3.T	Al.Fase (T-N)	1750	1944,44	230	0,9	8,45	1,8	15,22	T-N
C1.L3.B	Al.Emergencia Zona III	144	160,00	400	0,9	0,23	1,8	0,42	Trifásica
C1.L3.R	Al.Fase (R-N)	48	53,33	230	0,9	0,23	1,8	0,42	R-N
C1.L3.S	Al.Fase (S-N)	48	53,33	230	0,9	0,23	1,8	0,42	S-N
C1.L3.T	Al.Fase (T-N)	8	8,89	230	0,9	0,04	1,8	0,07	T-N
C1.L3.T	Al.Fase (T-N)	8	8,89	230	0,9	0,04	1,8	0,07	T-N
C1.L3.T	Al.Fase (T-N)	8	8,89	230	0,9	0,04	1,8	0,07	T-N
C1.L3.T	Al.Fase (T-N)	24	26,67	230	0,9	0,12	1,8	0,21	T-N
C1.L4.A	Alumbrado exterior	1350	1500,00	400	0,9	2,17	1,8	3,90	Trifásica
C1.L4.R	Al.Fase (R-N)	450	500,00	230	0,9	2,17	1,8	3,91	R-N
C1.L4.S	Al.Fase (S-N)	450	500,00	230	0,9	2,17	1,8	3,91	S-N
C1.L4.T	Al.Fase (T-N)	450	500,00	230	0,9	2,17	1,8	3,91	T-N
C1.L4.B	Alumbrado exterior	1500	1666,67	400	0,9	2,41	1,8	4,33	Trifásica
C1.L4.R	Al.Fase (R-N)	450	500,00	230	0,9	2,17	1,8	3,91	R-N
C1.L4.S	Al.Fase (S-N)	450	500,00	230	0,9	2,17	1,8	3,91	S-N
C1.L4.T	Al.Fase (T-N)	600	666,67	230	0,9	2,90	1,8	5,22	T-N
C1.L5	Tomas de corriente								
C1.L5.A	Tomas Monofásicas (9)	11085,13	11085,13	400	1	16,00	1	16,00	Trifásica
C1.L5.B	Tomas Trifásicas (3)	11085,13	11085,13	400	1	16,00	1	16,00	Trifásica
	TOTAL	41507,38	42424,26	400	0,98	61,26	1,17	71,87	Trifásica
	Factor simultaneidad (1)	41507,38	42424,26	400	0,98	61,26	1,17	71,87	Trifásica



2.2.2.3 Cuadro secundario II

Sub. Cuadro II Máquinas en cadena									
Línea	Descripción	Pot.(W)	Pot.aparente (VA)	U (V)	Cos φ	In (A)	Fcorr	Ical (A)	Fase
C2.L1	Cadena máquinas I								
C2.L1.A	Amasadora en espiral	3750	4360,47	400	0,86	6,29	1,25	7,87	Trifásica
C2.L1.B	Prensadora de masa	1500	2027,03	400	0,74	2,93	1,25	3,66	Trifásica
C2.L1.C	Cámara de reposo	1500	2027,03	400	0,74	2,93	1,25	3,66	Trifásica
C2.L1.D	Formadora de barras	562,5	815,22	400	0,69	1,18	1,25	1,47	Trifásica
C2.L2	Cadena máquinas II								
C2.L2.A	Amasadora en espiral	3750	4360,47	400	0,86	6,29	1,25	7,87	Trifásica
C2.L2.B	Prensadora de masa	1500	2027,03	400	0,74	2,93	1,25	3,66	Trifásica
C2.L2.C	Cámara de reposo	1500	2027,03	400	0,74	2,93	1,25	3,66	Trifásica
C2.L2.D	Formadora de barras	562,5	815,22	400	0,69	1,18	1,25	1,47	Trifásica
C2.L3	Cadena máquinas III								
C2.L3.A	Amasadora en espiral	3750	4360,47	400	0,86	6,29	1,25	7,87	Trifásica
C2.L3.B	Prensadora de masa	1500	2027,03	400	0,74	2,93	1,25	3,66	Trifásica
C2.L3.C	Cámara de reposo	1500	2027,03	400	0,74	2,93	1,25	3,66	Trifásica
C2.L3.D	Formadora de barras	562,5	815,22	400	0,69	1,18	1,25	1,47	Trifásica
C2.L4	Cadena máquinas IV								
C2.L4.A	Amasadora en espiral	3750	4360,47	400	0,86	6,29	1,25	7,87	Trifásica
C2.L4.B	Prensadora de masa	1500	2027,03	400	0,74	2,93	1,25	3,66	Trifásica
C2.L4.C	Cámara de reposo	1500	2027,03	400	0,74	2,93	1,25	3,66	Trifásica
C2.L4.D	Formadora de barras	562,5	815,22	400	0,69	1,18	1,25	1,47	Trifásica
	TOTAL	29250,00	36918,95	400	0,79	53,29	1,25	66,61	Trifásica
	Factor simultaneidad (1)	29250,00	36918,95	400	0,79	53,29	1,25	66,61	Trifásica



2.2.2.4 Cuadro secundario III

Sub. Cuadro III Máquinas en cadena y tomas de corriente									
Línea	Descripción	Pot.(W)	Pot.aparente (VA)	U (V)	Cos φ	In (A)	Fcorr	Ical (A)	Fase
C3.L1	Cadena máquinas I								
C3.L1.A	Amasadora en espiral	3750	4360,47	400	0,86	6,29	1,25	7,87	Trifásica
C3.L1.B	Prensadora de masa	1500	2027,03	400	0,74	2,93	1,25	3,66	Trifásica
C3.L1.C	Cámara de reposo	1500	2027,03	400	0,74	2,93	1,25	3,66	Trifásica
C3.L1.D	Formadora de barras	562,5	815,22	400	0,69	1,18	1,25	1,47	Trifásica
C3.L1.E	Cortadora de pan	562,5	815,22	400	0,69	1,18	1,25	1,47	Trifásica
C3.L2	Cadena máquinas II								
C3.L2.A	Amasadora en espiral	3750	4360,47	400	0,86	6,29	1,25	7,87	Trifásica
C3.L2.B	Prensadora de masa	1500	2027,03	400	0,74	2,93	1,25	3,66	Trifásica
C3.L2.C	Cámara de reposo	1500	2027,03	400	0,74	2,93	1,25	3,66	Trifásica
C3.L2.D	Formadora de barras	562,5	815,22	400	0,69	1,18	1,25	1,47	Trifásica
C3.L2.E	Cortadora de pan	562,5	815,22	400	0,69	1,18	1,25	1,47	Trifásica
C3.L3	Cadena máquinas III								
C3.L3.A	Amasadora en espiral	3750	4360,47	400	0,86	6,29	1,25	7,87	Trifásica
C3.L3.B	Prensadora de masa	1500	2027,03	400	0,74	2,93	1,25	3,66	Trifásica
C3.L3.C	Cámara de reposo	1500	2027,03	400	0,74	2,93	1,25	3,66	Trifásica
C3.L3.D	Formadora de barras	562,5	815,22	400	0,69	1,18	1,25	1,47	Trifásica
C3.L3.E	Cortadora de pan	562,5	815,22	400	0,69	1,18	1,25	1,47	Trifásica



Línea	Descripción	Pot.(W)	Pot.aparente (VA)	U (V)	Cos ϕ	In (A)	Fcorr	Ical (A)	Fase
C3.L4	Cadena máquinas IV								
C3.L4.A	Amasadora en espiral	3750	4360,47	400	0,86	6,29	1,25	7,87	Trifásica
C3.L4.B	Prensadora de masa	1500	2027,03	400	0,74	2,93	1,25	3,66	Trifásica
C3.L4.C	Cámara de reposo	1500	2027,03	400	0,74	2,93	1,25	3,66	Trifásica
C3.L4.D	Formadora de barras	562,5	815,22	400	0,69	1,18	1,25	1,47	Trifásica
C3.L4.E	Cortadora de pan	562,5	815,22	400	0,69	1,18	1,25	1,47	Trifásica
C3.L5	Tomas de corriente								
C3.L5.A	Tomas Monofásicas (12)	11085,13	11085,13	400	1	16,00	1	16,00	Trifásica
C3.L5.B	Tomas Trifásicas (4)	11085,13	11085,13	400	1	16,00	1	16,00	Trifásica
	TOTAL	135230,25	139233,98	400	0,97	201,02	1,12	225,86	Trifásica
	Factor simultaneidad (1)	135230,25	139233,98	400	0,97	201,02	1,12	225,86	Trifásica



2.2.2.5 Cuadro secundario IV

Sub. Cuadro IV Hornos y laminadoras de masa									
Línea	Descripción	Pot.(W)	Pot.aparente (VA)	U (V)	Cos φ	In (A)	Fcorr	Ical (A)	Fase
C4.L1	Horno 1	37000	42045,45	400	0,88	60,69	1,25	75,86	Trifásica
C4.L2	Horno 2	37000	42045,45	400	0,88	60,69	1,25	75,86	Trifásica
C4.L3	Laminadoras de masa								
C4.L3.A	Motor 1	750	1086,96	400	0,69	1,57	1,25	1,96	Trifásica
C4.L3.B	Motor 2	750	1086,96	400	0,69	1,57	1,25	1,96	Trifásica
C4.L3.C	Motor 3	750	1086,96	400	0,69	1,57	1,25	1,96	Trifásica
C4.L4	Laminadoras de masa								
C4.L4.A	Motor 1	750	1086,96	400	0,69	1,57	1,25	1,96	Trifásica
C4.L4.B	Motor 2	750	1086,96	400	0,69	1,57	1,25	1,96	Trifásica
C4.L4.C	Motor 3	750	1086,96	400	0,69	1,57	1,25	1,96	Trifásica
	TOTAL	78500,00	90612,65	400	0,87	130,79	1,25	163,49	Trifásica
	Factor simultaneidad (0,9)	70650,00	81551,38	400	0,87	117,71	1,25	147,14	Trifásica



2.2.2.6 Cuadro secundario V

Sub. Cuadro V Hornos y batidoras planetarias									
Línea	Descripción	Pot.(W)	Pot.aparente (VA)	U (V)	Cos φ	In (A)	Fcorr	Ical (A)	Fase
C5.L1	Horno 1	37000	42045,45	400	0,88	60,69	1,25	75,86	Trifásica
C5.L2	Horno 2	37000	42045,45	400	0,88	60,69	1,25	75,86	Trifásica
C5.L3	Batidoras planetarias								
C5.L3.A	Motor 1	3000	3797,47	400	0,79	5,48	1,25	6,85	Trifásica
C5.L3.B	Motor 2	3000	3797,47	400	0,79	5,48	1,25	6,85	Trifásica
C5.L3.C	Motor 3	3000	3797,47	400	0,79	5,48	1,25	6,85	Trifásica
C5.L4	Batidoras planetarias								
C5.L4.A	Motor 1	3000	3797,47	400	0,79	5,48	1,25	6,85	Trifásica
C5.L4.B	Motor 2	3000	3797,47	400	0,79	5,48	1,25	6,85	Trifásica
C5.L4.C	Motor 3	3000	3797,47	400	0,79	5,48	1,25	6,85	Trifásica
TOTAL		92000,00	106875,72	400	0,86	154,26	1,25	192,83	Trifásica
Factor simultaneidad (0,8)		73600,00	85500,58	400	0,86	123,41	1,20	148,091	Trifásica



2.2.2.7 Cuadro secundario VI

Sub. Cuadro VI Alumbrado y máquinas de la cámara de frío									
Línea	Descripción	Pot.(W)	Pot.aparente (VA)	U (V)	Cos φ	In (A)	Fcorr	Ical (A)	Fase
C6.L1	Alumbrado	1680	1866,67	400	0,9	2,69	1,8	4,85	Trifásica
C6.L1.R	Al.Fase (R-N)	280	311,11	230	0,9	1,35	1,8	2,43	R-N
C6.L1.R	Al.Fase (R-N)	280	311,11	230	0,9	1,35	1,8	2,43	R-N
C6.L1.S	Al.Fase (S-N)	280	311,11	230	0,9	1,35	1,8	2,43	S-N
C6.L1.S	Al.Fase (S-N)	280	311,11	230	0,9	1,35	1,8	2,43	S-N
C6.L1.T	Al.Fase (T-N)	280	311,11	230	0,9	1,35	1,8	2,43	T-N
C6.L1.T	Al.Fase (T-N)	280	311,11	230	0,9	1,35	1,8	2,43	T-N
C6.L2	Al.Emergencia	48	53,33	400	0,9	0,08	1,8	0,14	Trifásica
C6.L2.R	Al.Fase (R-N)	16	17,78	230	0,9	0,08	1,8	0,14	R-N
C6.L2.S	Al.Fase (S-N)	16	17,78	230	0,9	0,08	1,8	0,14	S-N
C6.L2.T	Al.Fase (T-N)	16	17,78	230	0,9	0,08	1,8	0,14	T-N
C6.L3	Cámara fermentación	6500	7647,06	400	0,85	11,04	1,25	13,80	Trifásica
C6.L4	Cámaras de fermentación								
C6.L4.A	Motor 1	3500	4069,77	400	0,86	5,87	1,25	7,34	Trifásica
C6.L4.B	Motor 2	3500	4069,77	400	0,86	5,87	1,25	7,34	Trifásica
C6.L4.C	Motor 3	3500	4069,77	400	0,86	5,87	1,25	7,34	Trifásica
C6.L4.D	Motor 4	3500	4069,77	400	0,86	5,87	1,25	7,34	Trifásica



Línea	Descripción	Pot.(W)	Pot.aparente (VA)	U (V)	Cos ϕ	In (A)	Fcorr	Ical (A)	Fase
C6.L5	Cámaras de fermentación								
C6.L5.A	Motor 1	3500	4069,77	400	0,86	5,87	1,25	7,34	Trifásica
C6.L5.B	Motor 2	3500	4069,77	400	0,86	5,87	1,25	7,34	Trifásica
C6.L5.C	Motor 3	3500	4069,77	400	0,86	5,87	1,25	7,34	Trifásica
C6.L5.D	Motor 4	3500	4069,77	400	0,86	5,87	1,25	7,34	Trifásica
C6.L6	Tomas de corriente								
C6.L6.A	Tomas Monofásicas (3)	11085,13	11085,13	400	1	16,00	1	16,00	Trifásica
C6.L6.B	Tomas Trifásicas (1)	11085,13	11085,13	400	1	16,00	1	16,00	Trifásica
	TOTAL	47255,376	49534,45	400	0,95	71,50	1,08	77,37	Trifásica
	Factor simultaneidad (1)	47255,376	49534,45	400	0,95	71,50	1,08	77,37	Trifásica



2.2.2.8 Cuadro secundario VII

Sub. Cuadro VII Máquinas cámara de frío									
Línea	Descripción	Pot.(W)	Pot.aparente (VA)	U (V)	Cos φ	In (A)	Fcorr	Ical (A)	Fase
C7.L1	Cámara fermentación	6500	7647,06	400	0,85	11,04	1,25	13,80	Trifásica
C7.L2	Cámaras de fermentación								
C7.L2.A	Motor 1	3500	4069,77	400	0,86	5,87	1,25	7,34	Trifásica
C7.L2.B	Motor 2	3500	4069,77	400	0,86	5,87	1,25	7,34	Trifásica
C7.L2.C	Motor 3	3500	4069,77	400	0,86	5,87	1,25	7,34	Trifásica
C7.L2.D	Motor 4	3500	4069,77	400	0,86	5,87	1,25	7,34	Trifásica
C7.L3	Cámaras de fermentación								
C7.L3.A	Motor 1	3500	4069,77	400	0,86	5,87	1,25	7,34	Trifásica
C7.L3.B	Motor 2	3500	4069,77	400	0,86	5,87	1,25	7,34	Trifásica
C7.L3.C	Motor 3	3500	4069,77	400	0,86	5,87	1,25	7,34	Trifásica
C7.L3.D	Motor 4	3500	4069,77	400	0,86	5,87	1,25	7,34	Trifásica
	TOTAL	34500,00	32558,14	400	1,06	58,03	1,25	72,54	Trifásica
	Factor simultaneidad (1)	34500,00	32558,14	400	1,06	58,03	1,25	72,54	Trifásica



2.2.2.9 Cuadro secundario VIII

Sub. Cuadro VIII Oficinas									
Línea	Descripción	Pot.(W)	Pot.aparente (VA)	U (V)	Cos φ	In (A)	Fcorr	Ical (A)	Fase
C8.L1.A	Al.Planta baja	4228	4697,78	400	0,9	6,78	1,8	12,21	Trifásica
C8.L1.T	Baño M	224	248,89	230	0,9	1,08	1,8	1,95	T-N
C8.L1.T	Baño F	224	248,89	230	0,9	1,08	1,8	1,95	T-N
C8.L1.S	Vestuario M	672	746,67	230	0,9	3,25	1,8	5,84	S-N
C8.L1.R	Vestuario F	672	746,67	230	0,9	3,25	1,8	5,84	R-N
C8.L1.S	Pasillo	280	311,11	230	0,9	1,35	1,8	2,43	S-N
C8.L1.S	Almacén	504	560,00	230	0,9	2,43	1,8	4,38	S-N
C8.L1.R	Despacho	420	466,67	230	0,9	2,03	1,8	3,65	R-N
C8.L1.R	Hall	336	373,33	230	0,9	1,62	1,8	2,92	R-N
C8.L1.T	Recepción	448	497,78	230	0,9	2,16	1,8	3,90	T-N
C8.L1.T	Zonas comunes	448	497,78	230	0,9	2,16	1,8	3,90	T-N
C8.L1.B	Al.Emergencia P.baja	152	168,89	400	0,9	0,24	1,8	0,44	Trifásica
C8.L1.T	Baño M	8	8,89	230	0,9	0,04	1,8	0,07	T-N
C8.L1.T	Baño F	8	8,89	230	0,9	0,04	1,8	0,07	T-N
C8.L1.T	Vestuario M	16	17,78	230	0,9	0,08	1,8	0,14	T-N
C8.L2.R	Vestuario F	16	17,78	230	0,9	0,08	1,8	0,14	R-N
C8.L1.T	Pasillo	32	35,56	230	0,9	0,15	1,8	0,28	T-N
C8.L2.R	Almacén	16	17,78	230	0,9	0,08	1,8	0,14	R-N
C8.L1.T	Despacho	16	17,78	230	0,9	0,08	1,8	0,14	T-N
C8.L1.T	Hall	16	17,78	230	0,9	0,08	1,8	0,14	T-N
C8.L1.T	Recepción	16	17,78	230	0,9	0,08	1,8	0,14	T-N
C8.L1.T	Zonas comunes	8	8,89	230	0,9	0,04	1,8	0,07	T-N



Línea	Descripción	Pot.(W)	Pot.aparente (VA)	U (V)	Cos ϕ	In (A)	Fcorr	Ical (A)	Fase
C8.L2.A	Al.Primer planta	5208	6160,00	400	0,9	8,35	1,8	15,03	Trifásica
C8.L2.T	Baño M	224	248,89	230	0,9	1,08	1,8	1,95	T-N
C8.L2.R	Baño F	224	248,89	230	0,9	1,08	1,8	1,95	R-N
C8.L2.T	Sala de descanso	448	497,78	230	0,9	2,16	1,8	3,90	T-N
C8.L2.S	Despacho	840	933,33	230	0,9	4,06	1,8	7,30	S-N
C8.L2.S	Sala de reuniones 1	840	933,33	230	0,9	4,06	1,8	7,30	S-N
C8.L2.T	Sala de reuniones 2	1120	1244,44	230	0,9	5,41	1,8	9,74	T-N
C8.L2.R	Pasillo 1	224	248,89	230	0,9	1,08	1,8	1,95	R-N
C8.L2.R	Pasillo 2	840	933,33	230	0,9	4,06	1,8	7,30	R-N
C8.L2.R	Zonas comunes	448	497,78	230	0,9	2,16	1,8	3,90	R-N
C8.L2.B	Al.Emergencia primera planta	168	186,67	400	0,9	0,27	1,8	0,48	Trifásica
C8.L2.R	Baño M	8	8,89	230	0,9	0,04	1,8	0,07	R-N
C8.L2.R	Baño F	8	8,89	230	0,9	0,04	1,8	0,07	R-N
C8.L2.S	Sala de descanso	16	17,78	230	0,9	0,08	1,8	0,14	S-N
C8.L2.S	Despacho	16	17,78	230	0,9	0,08	1,8	0,14	S-N
C8.L2.S	Sala de reuniones 1	16	17,78	230	0,9	0,08	1,8	0,14	S-N
C8.L2.S	Sala de reuniones 2	16	17,78	230	0,9	0,08	1,8	0,14	S-N
C8.L2.R	Pasillo 1	24	26,67	230	0,9	0,12	1,8	0,21	R-N
C8.L2.S	Pasillo 2	48	53,33	230	0,9	0,23	1,8	0,42	S-N
C8.L2.R	Zonas comunes	8	8,89	230	0,9	0,04	1,8	0,07	R-N
C8.L2.R	Escaleras	8	8,89	230	0,9	0,04	1,8	0,07	R-N



Instalación eléctrica en BT de una nave industrial con CT
Iñigo Berruezo Lizarbe
Cálculos

Línea	Descripción	Pot.(W)	Pot.aparente (VA)	U (V)	Cos ϕ	In (A)	Fcorr	Ical (A)	Fase
C8.L3	Tomas de corriente								
C8.L3.A	Tomas monofásicas (15)	11085,13	11085,13	400	1	16,00	1	16,00	Trifásica
C8.L3.B	Tomas monofásicas (15)	11085,13	11085,13	400	1	16,00	1	16,00	Trifásica
C8.L4									
C8.L4.A	Tomas monofásicas (15)	11085,13	11085,13	400	1	16,00	1	16,00	Trifásica
C8.L4.B	Tomas monofásicas (15)	11085,13	11085,13	400	1	16,00	1	16,00	Trifásica
	TOTAL	48090,50	37615,84	400	1,28	70,29	1,02	71,87	Trifásica
	Factor simultaneidad (1)	48090,50	37615,84	400	1,28	79,65	1,16	92,16	Trifásica

2.2.3 Cálculo de la potencia del transformador

Calculada la previsión de carga, y las intensidades que demandará la empresa, se prevé necesario la utilización de un transformador de 630 KVA que proporciona una intensidad nominal de:

$$I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{630 \text{KVA}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{V}} = 909,33 \text{A}$$

2.3 CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN

2.3.1 Línea que va del transformador al CGD

Es la línea que une el CT con el Cuadro General de Distribución (CGD). Transporta toda la corriente de la instalación y está diseñada para ampliar en un 30 % la carga de la misma, o para poder aprovechar el transformador al 100%.

Como se ha calculado anteriormente, esta línea se dimensionará para una corriente nominal de 909,32 A. La longitud desde el centro de transformación hasta el cuadro general de distribución es de 20,07 metros.

Se designan 3 conductores unipolares de sección 240 mm² por fase, por lo que la corriente que lleve cada conductor será un tercio de la total.

La línea será subterránea a una profundidad de 0,8 metros tal y como indica el propio reglamento de BT para cruces de carreteras o vías, con lo que se aplicará un factor de corrección de 0,99. Así mismo, también se debe aplicar otro factor de corrección de 0,8 ya que se instalarán tres ternas de conductores unipolares dispuestos en trébol en un mismo tubo.

- $I_n = 909,33 \text{ A}$
- $I = 909,33 / 3 = 303,11 \text{ A}$
- $I_{cal} = 303,11 / (0,99 \cdot 0,8) = 382,71 \text{ A}$

Atendiendo a lo establecido en la tabla 7.4 de la ITC-BT-07 (conductores de Aluminio), en la columna de terna de cables unipolares con aislamiento de XLPE, la intensidad admisible es 430 A y la sección 240 mm².

$$I_{Cal} = 382,71 \text{ A} < I_{adm} = 430 \text{ A} \Rightarrow S = 240 \text{ mm}^2$$



La caída de tensión será, con esa sección:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I_n \cdot \cos \varphi}{U \cdot C} \Rightarrow V = \frac{\sqrt{3} \cdot 20,07 \cdot 909,33 \cdot 0,92}{3 \cdot 240 \cdot 35} = 1,15V \Rightarrow U(\%) = 0,29\%$$

Siendo:

- $L = 20,07 \text{ m}$
- $I_n = 909,33 \text{ A}$
- $S = 3 \times 240 \text{ mm}^2$ (Fase)
- $C = 35$ (Al)
- $\cos \varphi = 0,92$ (El factor de potencia que disponemos en toda nuestra nave)

La distribución de la corriente del Centro de Transformación (CT) al Cuadro General de Distribución (CGD) se hará mediante nueve conductores unipolares de Aluminio de 240 mm^2 de sección. Siendo para cada una de las fases tres de ellos. Para el neutro se utilizarán tres conductores de 120 mm^2 de sección cada uno, con aislamiento de Polietileno Reticulado (XLPE), según dicta la tabla 7.1 de la ITC-BT-07. El diámetro del tubo de la acometida será de 250 mm, de 2,2 mm de espesor, liso por el interior y corrugado por el exterior, color rojo FU 15 R de resistencia al aplastamiento 450 N.

2.3.2 Cálculo de las secciones de los conductores interiores

Como ya se ha deducido en la correspondiente memoria, a la hora de calcular las secciones de todos los conductores, existen dos métodos:

2.3.2.1 Criterio térmico

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

- $F_c \rightarrow$ Factor de corrección, que está en función de: la temperatura, del tipo de canalización por el que discurren los conductores y del número de conductores que se alojan en la misma.
- $I'_{cal} \rightarrow$ Es la intensidad calculada, que se trata de la resultante del cociente de I_{cal} entre el Factor de corrección (F_c).
- $I_{adm} \rightarrow$ Es la intensidad admisible que aparece en las tablas correspondientes del Reglamento Electrónico de Baja Tensión, las cuales nos indican que sección debemos tomar para cada conductor.



Siempre se debe de cumplir:

$$I'_{cal} < I_{adm}$$

Con nuestra I'_{cal} calculada anteriormente nos iremos a la tabla correspondiente del reglamento de BT, a la ITC-BT19 tabla 19.2 instalaciones interiores con conductores únicamente de Cobre y observaremos si nuestra distribución va a ser trifásica (3x) o monofásica (2x) y el tipo de canalización y el aislamiento del propio conductor, que en nuestro caso siempre será de Polietileno Reticulado (XLPE) y miraremos según todos estos parámetros una I_{adm} que sea de valor mayor a nuestra I'_{cal} , y esta nos determinará la sección del cable a colocar en nuestra instalación.

2.3.2.2 Criterio de Caída de tensión (C.d.t)

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

Por lo tanto al calcular la corriente que consume cada receptor hay que tener en cuenta que depende del tipo de receptor que conectemos tal y como nos lo indica el propio reglamento de BT:

- **Receptores para alumbrado** (ITC-BT-44): para el caso de lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.

Monofásica:

$$I_n = \frac{Pot.}{U \cdot \cos\varphi} \Rightarrow I_{cal} = 1,8 \cdot I_n$$

Trifásica:

$$I_n = \frac{Pot.}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} \Rightarrow I_{cal} = 1,8 \cdot I_n$$



Donde:

- Pot. → Potencia en Vatios (W)
- U → Tensión, para distribución monofásica 230V y para distribución trifásica 400V.
- $\text{Cos } \varphi$ → Factor de potencia.
- I_n → Corriente nominal.
- Fcorr → Factor de corrección para lámparas de descarga es 1,8.
- I_{cal} → Corriente calculada, quiere decir que ya se encuentra dimensionada por el factor de corrección de 1,8.

➤ **Motores** (ITC-BT-47):

- **Un solo motor:** Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125% de la intensidad a plena carga del motor.

$$I_n = \frac{\text{Pot.}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \text{Cos } \varphi} \Rightarrow I_{cal} = 1,25 \cdot I_n$$

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

La sección por caída de tensión (C.d.t) se calculará del siguiente modo, dependiendo del tipo de red que tengamos:

➤ **Monofásica:**

$$U = \frac{2 \cdot L \cdot I_{cal} \cdot \text{Cos } \varphi}{S \cdot C} \Rightarrow U(\%) = \frac{U \cdot 100\%}{230V}$$

➤ **Trifásica:**

$$U = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I_{cal} \cdot \text{Cos } \varphi}{S \cdot C} \Rightarrow U(\%) = \frac{U \cdot 100\%}{400V}$$



Siendo:

- $U \rightarrow$ Caída de tensión en voltios (V)
- $L \rightarrow$ Longitud de la línea en metros (m)
- $I_{cal} \rightarrow$ Intensidad calculada en Amperios (A), que se trata de la corriente que consume cada receptor
- $\cos \varphi \rightarrow$ Factor de potencia
- $C \rightarrow$ Conductividad del material conductor, para el $Cu=56$
- $S \rightarrow$ Sección del conductor en (mm^2)
- $U(\%) \rightarrow$ Caída de tensión en tanto por ciento (%)

Para finalizar se ha sumado el tanto por ciento de caída de tensión que hay desde la acometida (línea que va desde el cuadro de BT del propio centro de transformación hasta el Cuadro General de Distribución CGD) hasta cada uno de los receptores, teniendo en cuenta todas y cada una de las caídas de tensión que se dan en cada una de las líneas y se ha denominado **U tot.(%)**.

Como hemos comentado anteriormente esta caída de tensión (C.d.t) no debe superar el 4,5% en el caso de receptores para alumbrado y un 6,5% para el resto de receptores empleados, según lo que figura en la ITC-BT19 del reglamento de BT.

$U \text{ tot.}(\%) < 4,5\% \rightarrow$ Para receptores de alumbrado

$U \text{ tot.}(\%) < 6,5\% \rightarrow$ Para el resto de receptores

En el caso de incumplir lo citado anteriormente, se decantará por la elección de un cable con sección superior al establecido anteriormente gracias al criterio térmico, con el fin de cumplir con el reglamento de BT y asegurarnos que dicha instalación eléctrica cumpla correctamente con su acometido.



2.3.3 Cuadro General de Distribución (CGD) y cuadros secundarios

2.3.3.1 Cuadro General de Distribución (CGD)

Cuadro General de Distribución (CGD)												
Línea	In(A)	Ical(A)	Cosφ	Fc	Criterio térmico		S(mm ²)	L(m)	C(m/Ω* mm ²)	Criterio C.d.t		
					Ical'(A)	Iadm(A)				U(V)	U(%)	U tot.(%)
C1.L2	59,56	81,61	0,95	0,8	102,01	105	16	32,12	56	4,18	1,20	1,49
C2.L3	53,29	66,61	0,79	0,8	83,26	105	16	53,38	56	5,43	1,36	1,65
C3.L4	89,99	104,49	0,86	0,8	130,61	154	35	88,07	56	6,99	1,75	2,04
C4.L3	117,71	147,14	0,87	0,9	163,49	188	50	27,28	56	2,16	0,54	0,83
C5.L4	123,41	148,09	0,86	0,9	164,54	188	50	51,28	56	4,04	1,01	1,30
C6.L1	92,80	109,53	0,91	0,9	121,70	154	35	61,98	56	5,46	1,36	1,65
C7.L1	58,03	72,54	0,86	0,9	80,60	105	16	81,18	56	9,79	2,45	2,74
C8.L2	79,65	92,16	0,98	0,8	115,20	116	25	72,32	56	8,08	2,02	2,31
L6												
L6.A	16,00	16,00	1	1	16,00	22	2,5	45,75	56	9,06	2,26	2,55
L6.B	16,00	16,00	1	1	16,00	22	2,5	45,75	56	9,06	2,26	2,55



2.3.3.2 Cuadro secundario I

Sub. Cuadro I Alumbrado Nave Industrial y exteriores												
Línea	In(A)	Ical(A)	Cosφ	Fc	Criterio térmico			L(m)	C(m/Ω* mm ²)	Criterio C.d.t		
					Ical'(A)	Iadm(A)	S(mm ²)			U(V)	U(%)	U tot.(%)
C1.L1.A	6,01	10,83	0,9	0,8	13,54	21	2,5	47,85	56	5,77	1,44	2,93
C1.L1.R	6,04	10,87	0,9	1	10,87	18	2,5	29,89	56	4,18	1,82	3,31
C1.L1.S	6,04	10,87	0,9	1	10,87	18	2,5	29,89	56	4,18	1,82	3,31
C1.L1.T	6,04	10,87	0,9	1	10,87	18	2,5	29,89	56	4,18	1,82	3,31
C1.L1.B	0,19	0,35	0,9	0,8	0,44	21	1,5	47,85	56	0,31	0,08	1,57
C1.L2.R	0,19	0,35	0,9	1	0,35	18	1,5	29,89	56	0,22	0,10	1,59
C1.L2.S	0,19	0,35	0,9	1	0,35	18	1,5	29,89	56	0,22	0,10	1,59
C1.L2.T	0,04	0,07	0,9	1	0,07	18	1,5	2,80	56	0,004	0,002	1,49
C1.L2.T	0,04	0,07	0,9	1	0,07	18	1,5	2,80	56	0,004	0,002	1,49
C1.L2.T	0,04	0,07	0,9	1	0,07	18	1,5	2,80	56	0,004	0,002	1,49
C1.L2.T	0,08	0,14	0,9	1	0,14	18	1,5	26,90	56	0,08	0,035	1,53
C1.L2.A	8,02	14,43	0,9	0,8	18,04	38	4	28,25	56	2,84	0,71	2,20
C1.L3.R	8,45	15,22	0,9	1	15,22	34	4	41,92	56	5,13	2,23	3,72
C1.L3.S	8,45	15,22	0,9	1	15,22	34	4	41,92	56	5,13	2,23	3,72
C1.L3.T	3,62	6,52	0,9	1	6,52	34	4	17,83	56	0,93	0,41	1,90
C1.L3.T	3,62	6,52	0,9	1	6,52	34	4	17,83	56	0,93	0,41	1,90
C1.L2.B	0,12	0,21	0,9	0,8	0,26	21	1,5	28,25	56	0,11	0,03	1,52
C1.L4.T	0,04	0,07	0,9	1	0,07	18	1,5	2,80	56	0,004	0,002	1,49
C1.L4.T	0,04	0,07	0,9	1	0,07	18	1,5	2,80	56	0,004	0,002	1,49
C1.L4.T	0,04	0,07	0,9	1	0,07	18	1,5	2,80	56	0,004	0,002	1,49
C1.L4.T	0,04	0,07	0,9	1	0,07	18	1,5	2,80	56	0,004	0,002	1,49
C1.L4.T	0,19	0,35	0,9	1	0,35	18	1,5	29,89	56	0,224	0,097	1,59



Línea	In(A)	Ical(A)	Cosφ	Fc	Criterio térmico		S(mm ²)	L(m)	C(m/Ω* mm ²)	Criterio C.d.t		
					Ical'(A)	Iadm(A)				U(V)	U(%)	U tot.(%)
C1.L3.A	8,42	15,16	0,9	0,8	18,95	38	4	32,75	56	3,46	0,86	2,36
C1.L5.R	8,45	15,22	0,9	1	15,22	34	4	42,19	56	5,16	2,24	3,74
C1.L5.S	8,45	15,22	0,9	1	15,22	34	4	42,19	56	5,16	2,24	3,74
C1.L5.T	8,45	15,22	0,9	1	15,22	34	4	42,19	56	5,16	2,24	3,74
C1.L3.B	0,23	0,42	0,9	0,8	0,53	21	1,5	32,75	56	0,26	0,06	1,56
C1.L6.R	0,23	0,42	0,9	1	0,42	18	1,5	35,40	56	0,32	0,14	1,63
C1.L6.S	0,23	0,42	0,9	1	0,42	18	1,5	42,19	56	0,38	0,17	1,66
C1.L6.T	0,04	0,07	0,9	1	0,07	18	1,5	2,80	56	0,004	0,002	1,49
C1.L6.T	0,04	0,07	0,9	1	0,07	18	1,5	2,80	56	0,004	0,002	1,49
C1.L6.T	0,04	0,07	0,9	1	0,07	18	1,5	2,80	56	0,004	0,002	1,49
C1.L6.T	0,12	0,21	0,9	1	0,21	18	1,5	41,40	56	0,19	0,08	1,57
C1.L4												
C1.L4.A	2,17	3,90	0,9	1	3,90	16	1,5	101	56	7,31	1,83	3,32
C1.L4.B	2,41	4,33	0,9	1	4,33	16	1,5	101	56	8,12	2,03	3,52
C1.L5												
C1.L5.A	16,00	16,00	1	1	16,00	22	2,5	23,10	56	4,57	1,14	2,64
C1.L9.B	16,00	16,00	1	1	16,00	22	2,5	23,10	56	4,57	1,14	2,64

2.3.3.3 Cuadro secundario II

Sub. Cuadro II Máquinas en cadena												
Línea	In(A)	Ical(A)	Cosφ	Fc	Criterio térmico		S(mm ²)	L(m)	C(m/Ω*mm ²)	Criterio C.d.t		
					Ical'(A)	Iadm(A)				U(V)	U(%)	U tot.(%)
C2.L1												
C2.L1.A	6,29	7,87	0,86	0,8	9,84	22	2,5	25,06	56	2,10	0,52	2,17
C2.L1.B	2,96	3,66	0,74	0,8	4,58	22	2,5	25,61	56	0,86	0,21	1,86
C2.L1.C	2,93	3,66	0,74	0,8	4,58	22	2,5	26,69	56	0,89	0,22	1,87
C2.L1.D	1,18	1,47	0,69	0,8	1,84	22	2,5	28,52	56	0,36	0,09	1,74
C2.L2												
C2.L2.A	6,29	7,87	0,86	0,8	9,84	22	2,5	19,06	56	1,60	0,40	2,04
C2.L2.B	2,96	3,66	0,74	0,8	4,58	22	2,5	19,61	56	0,66	0,16	1,81
C2.L2.C	2,93	3,66	0,74	0,8	4,58	22	2,5	20,69	56	0,69	0,17	1,82
C2.L2.D	1,18	1,47	0,69	0,8	1,84	22	2,5	22,52	56	0,28	0,07	1,72
C2.L3												
C2.L3.A	6,29	7,87	0,86	0,8	9,84	22	2,5	13,06	56	1,09	0,27	1,92
C2.L3.B	2,96	3,66	0,74	0,8	4,58	22	2,5	13,61	56	0,46	0,11	1,76
C2.L3.C	2,93	3,66	0,74	0,8	4,58	22	2,5	14,69	56	0,49	0,12	1,77
C2.L3.D	1,18	1,47	0,69	0,8	1,84	22	2,5	16,52	56	0,21	0,05	1,70
C2.L4												
C2.L4.A	6,29	7,87	0,86	0,8	9,84	22	2,5	7,16	56	0,60	0,15	1,80
C2.L4.B	2,96	3,66	0,74	0,8	4,58	22	2,5	7,71	56	0,26	0,06	1,71
C2.L4.C	2,93	3,66	0,74	0,8	4,58	22	2,5	8,79	56	0,29	0,07	1,72
C2.L4.D	1,18	1,47	0,69	0,8	1,84	22	2,5	10,62	56	0,13	0,03	1,68

2.3.3.4 Cuadro secundario III

Sub. Cuadro III Máquinas en cadena y tomas de corriente												
Línea	In(A)	Ical(A)	Cosφ	Fc	Criterio térmico		S(mm ²)	L(m)	C(m/Ω*mm ²)	Criterio C.d.t		
					Ical'(A)	Iadm(A)				U(V)	U(%)	U tot.(%)
C3.L1												
C3.L1.A	6,29	7,87	0,86	0,8	9,84	22	2,5	21,15	56	1,77	0,44	2,48
C3.L1.B	2,96	3,66	0,74	0,8	4,58	22	2,5	21,70	56	0,73	0,18	2,22
C3.L1.C	2,93	3,66	0,74	0,8	4,58	22	2,5	22,78	56	0,76	0,19	2,23
C3.L1.D	1,18	1,47	0,69	0,8	1,84	22	2,5	24,61	56	0,31	0,08	2,11
C3.L1.E	1,18	1,47	0,69	0,8	1,84	22	2,5	26,72	56	0,34	0,08	2,12
C3.L2												
C3.L2.A	6,29	7,87	0,86	0,8	9,84	22	2,5	15,25	56	1,28	0,32	2,36
C3.L2.B	2,96	3,66	0,74	0,8	4,58	22	2,5	15,80	56	0,53	0,13	2,17
C3.L2.C	2,93	3,66	0,74	0,8	4,58	22	2,5	16,88	56	0,57	0,14	2,18
C3.L2.D	1,18	1,47	0,69	0,8	1,84	22	2,5	18,71	56	0,23	0,06	2,10
C3.L2.E	1,18	1,47	0,69	0,8	1,84	22	2,5	20,82	56	0,26	0,07	2,10
C3.L3												
C3.L3.A	6,29	7,87	0,86	0,8	9,84	22	2,5	9,25	56	0,77	0,19	2,23
C3.L3.B	2,96	3,66	0,74	0,8	4,58	22	2,5	9,80	56	0,33	0,08	2,12
C3.L3.C	2,93	3,66	0,74	0,8	4,58	22	2,5	10,88	56	0,36	0,09	2,13
C3.L3.D	1,18	1,47	0,69	0,8	1,84	22	2,5	12,71	56	0,16	0,04	2,08
C3.L3.E	1,18	1,47	0,69	0,8	1,84	22	2,5	14,82	56	0,19	0,05	2,08



Línea	In(A)	Ical(A)	Cosφ	Fc	Criterio térmico		S(mm ²)	L(m)	C(m/Ω*mm ²)	Criterio C.d.t		
					Ical'(A)	Iadm(A)				U(V)	U(%)	U tot.(%)
C3.L4												
C3.L4.A	6,29	7,87	0,86	0,8	9,84	22	2,5	15,25	56	1,28	0,32	2,36
C3.L4.B	2,96	3,66	0,74	0,8	4,58	22	2,5	15,80	56	0,53	0,13	2,17
C3.L4.C	2,93	3,66	0,74	0,8	4,58	22	2,5	16,88	56	0,57	0,14	2,18
C3.L4.D	1,18	1,47	0,69	0,8	1,84	22	2,5	18,71	56	0,23	0,06	2,10
C3.L4.E	1,18	1,47	0,69	0,8	1,84	22	2,5	20,82	56	0,26	0,07	2,10
C3.L5												
C3.L5.A	16,00	16,00	1	1	16,00	22	2,5	36,48	56	7,22	1,81	3,84
C3.L5.B	16,00	16,00	1	1	16,00	22	2,5	36,48	56	7,22	1,81	3,84



2.3.3.5 Cuadro secundario IV

Sub. Cuadro IV Hornos y laminadoras de masa												
Línea	In(A)	Ical(A)	Cosφ	Fc	Criterio térmico			L(m)	C(m/Ω*mm ²)	Criterio C.d.t		
					Ical'(A)	Iadm(A)	S(mm ²)			U(V)	U(%)	U tot.(%)
C4.L1	60,69	75,86	0,88	0,7	108,37	131	35	16,88	56	1,00	0,25	1,08
C4.L2	60,69	75,86	0,88	0,7	108,37	131	35	26,08	56	1,54	0,38	1,21
C4.L3												
C4.L3.A	1,57	1,96	0,69	0,7	2,80	22	2,5	23,19	56	0,39	0,10	0,93
C4.L3.B	1,57	1,96	0,69	0,7	2,80	22	2,5	18,16	56	0,30	0,08	0,90
C4.L3.C	1,57	1,96	0,69	0,7	2,80	22	2,5	13,13	56	0,22	0,05	0,88
C4.L4												
C4.L4.A	1,57	1,96	0,69	0,7	2,80	22	2,5	28,96	56	0,48	0,12	0,95
C4.L4.B	1,57	1,96	0,69	0,7	2,80	22	2,5	23,93	56	0,40	0,10	0,93
C4.L4.C	1,57	1,96	0,69	0,7	2,80	22	2,5	18,90	56	0,32	0,08	0,91



2.3.3.6 Cuadro secundario V

Sub. Cuadro V Hornos y batidoras planetarias												
Línea	In(A)	Ical(A)	Cosφ	Fc	Criterio térmico			L(m)	C(m/Ω*mm ²)	Criterio C.d.t		
					Ical'(A)	Iadm(A)	S(mm ²)			U(V)	U(%)	U tot.(%)
C5.L1	60,69	75,86	0,88	0,7	108,37	131	35	13,85	56	0,82	0,20	1,50
C5.L2	60,69	75,86	0,88	0,7	108,37	131	35	23,06	56	1,36	0,34	1,64
C5.L3												
C5.L3.A	5,48	6,85	0,69	0,7	9,79	22	2,5	11,85	56	0,69	0,17	1,47
C5.L3.B	5,48	6,85	0,69	0,7	9,79	22	2,5	11,85	56	0,69	0,17	1,47
C5.L3.C	5,48	6,85	0,69	0,7	9,79	22	2,5	15,81	56	0,92	0,23	1,53
C5.L4												
C5.L4.A	5,48	6,85	0,69	0,7	9,79	22	2,5	18,82	56	1,10	0,28	1,57
C5.L4.B	5,48	6,85	0,69	0,7	9,79	22	2,5	26,68	56	1,56	0,39	1,69
C5.L4.C	5,48	6,85	0,69	0,7	9,79	22	2,5	29,69	56	1,74	0,43	1,73

2.3.3.7 Cuadro secundario VI

Sub. Cuadro VI Alumbrado y máquinas de la cámara de frío												
Línea	In(A)	Ical(A)	Cosφ	Fc	Criterio térmico		S(mm ²)	L(m)	C(m/Ω* mm ²)	Criterio C.d.t		
					Ical'(A)	Iadm(A)				U(V)	U(%)	U tot.(%)
C6.L1	2,69	4,85	0,9	0,9	5,39	21	1,5	28,45	56	2,56	0,64	2,29
C6.L1.R	1,35	2,43	0,9	1	2,43	21	1,5	12,59	56	0,66	0,29	1,94
C6.L1.R	1,35	2,43	0,9	1	2,43	21	1,5	12,59	56	0,66	0,29	1,94
C6.L1.S	1,35	2,43	0,9	1	2,43	21	1,5	12,59	56	0,66	0,29	1,94
C6.L1.S	1,35	2,43	0,9	1	2,43	21	1,5	12,59	56	0,66	0,29	1,94
C6.L1.T	1,35	2,43	0,9	1	2,43	21	1,5	12,59	56	0,66	0,29	1,94
C6.L1.T	1,35	2,43	0,9	1	2,43	21	1,5	12,59	56	0,66	0,29	1,94
C6.L2	0,08	0,14	0,9	0,9	0,16	21	1,5	28,45	56	0,07	0,02	1,67
C6.L2.R	0,08	0,14	0,9	1	0,14	21	1,5	10,23	56	0,03	0,01	1,67
C6.L2.S	0,08	0,14	0,9	1	0,14	21	1,5	18,50	56	0,06	0,02	1,68
C6.L2.T	0,08	0,14	0,9	1	0,14	21	1,5	10,23	56	0,03	0,01	1,67
C6.L3	11,04	13,80	0,85	1	13,8	22	2,5	15,00	56	2,18	0,54	2,20
C6.L4												
C6.L4.A	5,87	7,34	0,86	1	7,34	22	2,5	14,85	56	1,16	0,29	1,94
C6.L4.B	5,87	7,34	0,86	1	7,34	22	2,5	16,05	56	1,25	0,31	1,97
C6.L4.C	5,87	7,34	0,86	1	7,34	22	2,5	17,25	56	1,35	0,34	1,99
C6.L4.D	5,87	7,34	0,86	1	7,34	22	2,5	18,45	56	1,44	0,36	2,01



Línea	In(A)	Ical(A)	Cosφ	Fc	Criterio térmico		S(mm ²)	L(m)	C(m/Ω*mm ²)	Criterio C.d.t		
					Ical'(A)	Iadm(A)				U(V)	U(%)	U tot.(%)
C6.L5												
C6.L5.A	5,87	7,34	0,86	1	7,34	22	2,5	19,65	56	1,53	0,38	2,04
C6.L5.B	5,87	7,34	0,86	1	7,34	22	2,5	20,85	56	1,63	0,41	2,06
C6.L5.C	5,87	7,34	0,86	1	7,34	22	2,5	22,05	56	1,72	0,43	2,08
C6.L5.D	5,87	7,34	0,86	1	7,34	22	2,5	23,25	56	1,82	0,45	2,11
C6.L6												
C6.L6.A	16,00	16,00	1	1	16,00	22	2,5	30,85	56	6,11	1,53	3,18
C6.L6.B	16,00	16,00	1	1	16,00	22	2,5	30,85	56	6,11	1,53	3,18



2.3.3.8 Cuadro secundario VII

Sub. Cuadro VII Máquinas cámara de frío												
Línea	In(A)	Ical(A)	Cosφ	Fc	Criterio térmico		S(mm ²)	L(m)	C(m/Ω*mm ²)	Criterio C.d.t		
					Ical'(A)	Iadm(A)				U(V)	U(%)	U tot.(%)
C7.L1	11,04	13,80	0,85	1	13,8	22	2,5	15,00	56	2,18	0,54	3,28
C7.L2												
C7.L2.A	5,87	7,34	0,86	1	7,34	22	2,5	14,85	56	1,16	0,29	3,03
C7.L2.B	5,87	7,34	0,86	1	7,34	22	2,5	16,05	56	1,25	0,31	3,05
C7.L2.C	5,87	7,34	0,86	1	7,34	22	2,5	17,25	56	1,35	0,34	3,07
C7.L2.D	5,87	7,34	0,86	1	7,34	22	2,5	18,45	56	1,44	0,36	3,10
C7.L3												
C7.L3.A	5,87	7,34	0,86	1	7,34	22	2,5	19,65	56	1,53	0,38	3,12
C7.L3.B	5,87	7,34	0,86	1	7,34	22	2,5	20,85	56	1,63	0,41	3,14
C7.L3.C	5,87	7,34	0,86	1	7,34	22	2,5	22,05	56	1,72	0,43	3,17
C7.L3.D	5,87	7,34	0,86	1	7,34	22	2,5	23,25	56	1,82	0,45	3,19

2.3.3.9 Cuadro secundario VIII

Sub. Cuadro VIII Oficinas												
Línea	In(A)	Ical(A)	Cosφ	Fc	Criterio térmico		S(mm ²)	L(m)	C(m/Ω*mm ²)	Criterio C.d.t		
					Ical'(A)	Iadm(A)				U(V)	U(%)	U tot.(%)
C8.L1.A	6,78	12,21	0,9	1	12,21	16	1,5	37,30	56	8,45	2,11	4,42
C8.L1.T	1,08	1,95	0,9	1	1,08	18	1,5	16,90	56	0,71	0,31	2,62
C8.L1.T	1,08	1,95	0,9	1	1,08	18	1,5	13,75	56	0,57	0,25	2,56
C8.L1.S	3,25	5,84	0,9	1	3,25	18	1,5	14,29	56	1,79	0,78	3,09
C8.L1.R	3,25	5,84	0,9	1	3,25	18	1,5	14,29	56	1,79	0,78	3,09
C8.L1.S	1,35	2,43	0,9	1	1,35	18	1,5	12,81	56	0,67	0,29	2,60
C8.L1.S	2,43	4,38	0,9	1	2,43	18	1,5	20,33	56	1,91	0,83	3,14
C8.L1.R	2,03	3,65	0,9	1	2,03	18	1,5	20,13	56	1,57	0,68	2,99
C8.L1.R	1,62	2,92	0,9	1	1,62	18	1,5	18,21	56	1,14	0,50	2,80
C8.L1.T	2,16	3,90	0,9	1	2,16	18	1,5	12,35	56	1,03	0,45	2,76
C8.L1.T	2,16	3,90	0,9	1	2,16	18	1,5	7,07	56	0,59	0,26	2,57
C8.L1.B	0,24	0,44	0,9	1	0,44	16	1,5	37,30	56	0,30	0,08	2,38
C8.L1.T	0,04	0,07	0,9	1	0,07	18	1,5	11,08	56	0,02	0,01	2,32
C8.L1.T	0,04	0,07	0,9	1	0,07	18	1,5	7,93	56	0,01	0,01	2,31
C8.L1.T	0,08	0,14	0,9	1	0,14	18	1,5	8,24	56	0,02	0,01	2,32
C8.L2.R	0,08	0,14	0,9	1	0,14	18	1,5	7,53	56	0,02	0,01	2,32
C8.L1.T	0,15	0,28	0,9	1	0,28	18	1,5	13,22	56	0,08	0,03	2,34
C8.L2.R	0,08	0,14	0,9	1	0,14	18	1,5	18,15	56	0,05	0,02	2,33
C8.L1.T	0,08	0,14	0,9	1	0,14	18	1,5	18,15	56	0,05	0,02	2,33
C8.L1.T	0,08	0,14	0,9	1	0,14	18	1,5	15,50	56	0,05	0,02	2,33
C8.L1.T	0,08	0,14	0,9	1	0,14	18	1,5	5,64	56	0,02	0,01	2,32
C8.L1.T	0,04	0,07	0,9	1	0,07	18	1,5	9,54	56	0,01	0,01	2,31



Línea	In(A)	Ical(A)	Cosφ	Fc	Criterio térmico		S(mm ²)	L(m)	C(m/Ω*mm ²)	Criterio C.d.t		
					Ical'(A)	Iadm(A)				U(V)	U(%)	U tot.(%)
C8.L2.A	8,35	15,03	0,9	1	15,03	16	1,5	30,64	56	8,55	2,14	4,45
C8.L2.T	1,08	1,95	0,9	1	1,95	18	1,5	16,90	56	0,71	0,31	2,62
C8.L2.R	1,08	1,95	0,9	1	1,95	18	1,5	13,75	56	0,57	0,25	2,56
C8.L2.T	2,16	3,90	0,9	1	3,9	18	1,5	20,04	56	1,67	0,73	3,04
C8.L2.S	4,06	7,30	0,9	1	7,3	18	1,5	13,34	56	2,09	0,91	3,22
C8.L2.S	4,06	7,30	0,9	1	7,3	18	1,5	14,23	56	2,23	0,97	3,28
C8.L2.T	5,41	9,74	0,9	1	9,74	18	1,5	15,12	56	3,16	1,37	3,68
C8.L2.R	1,08	1,95	0,9	1	1,95	18	1,5	12,91	56	0,54	0,23	2,54
C8.L2.R	4,06	7,30	0,9	1	7,3	18	1,5	28,65	56	4,48	1,95	4,26
C8.L2.R	2,16	3,90	0,9	1	3,9	18	1,5	7,14	56	0,60	0,26	2,57
C8.L2.B	0,27	0,48	0,9	1	0,48	16	1,5	30,64	56	0,27	0,07	2,38
C8.L2.R	0,04	0,07	0,9	1	0,07	18	1,5	11,05	56	0,02	0,01	2,32
C8.L2.R	0,04	0,07	0,9	1	0,07	18	1,5	7,95	56	0,01	0,01	2,31
C8.L2.S	0,08	0,14	0,9	1	0,14	18	1,5	15,10	56	0,05	0,02	2,33
C8.L2.S	0,08	0,14	0,9	1	0,14	18	1,5	11,30	56	0,03	0,01	2,32
C8.L2.S	0,08	0,14	0,9	1	0,14	18	1,5	11,80	56	0,04	0,02	2,32
C8.L2.S	0,08	0,14	0,9	1	0,14	18	1,5	12,15	56	0,04	0,02	2,32
C8.L2.R	0,12	0,21	0,9	1	0,21	18	1,5	10,72	56	0,05	0,02	2,33
C8.L2.S	0,23	0,42	0,9	1	0,42	18	1,5	27,88	56	0,25	0,11	2,42
C8.L2.R	0,04	0,07	0,9	1	0,07	18	1,5	5,15	56	0,01	0,003	2,31
C8.L2.R	0,04	0,07	0,9	1	0,07	18	1,5	14,15	56	0,02	0,01	2,32

Línea	In(A)	Ical(A)	Cosφ	Fc	Criterio térmico		S(mm ²)	L(m)	C(m/Ω*mm ²)	Criterio C.d.t		
					Ical'(A)	Iadm(A)				U(V)	U(%)	U tot.(%)
C8.L3												
C8.L3.A	16,00	16,00	1	1	16,00	22	2,5	37,30	56	7,38	1,85	4,15
C8.L3.B	16,00	16,00	1	1	16,00	22	2,5	37,30	56	7,38	1,85	4,15
C8.L4												
C8.L4.A	16,00	16,00	1	1	16,00	22	2,5	37,30	56	7,38	1,85	4,15
C8.L4.B	16,00	16,00	1	1	16,00	22	2,5	37,30	56	7,38	1,85	4,15

2.3.4 Interpretación de las tablas

- **Línea** → Designación de la línea eléctrica a la que hace referencia.
- **In** → Intensidad nominal de la línea en Amperios (A).
- **Ical** → Intensidad resultante de multiplicar In por un factor de corrección (Fcorr) que depende del tipo de receptor.
- **Fc** → Factor de corrección, que está en función de: la temperatura, del tipo de canalización y del número de conductores que se alojan en la misma.
- **Ical'** → Se trata del cociente de Ical entre el factor de corrección (Fc) en Amperios (A).
- **Iadm** → Es la intensidad resultante del cociente de Ical entre Fc.
- **S** → Sección del cable en (mm²).
- **L** → Longitud del cable en metros (m).
- **C** → Conductividad del Cobre (Cu)=56 ó Aluminio (Al)=35
- **U** → Es la tensión en Voltios (V)
- **U(%)** → La caída de tensión (C.d.t) en tanto por ciento de una línea en particular.
- **U tot** → La caída de tensión (C.d.t) en tanto por ciento desde el centro de transformación (CT) hasta el propio receptor.



2.3.5 Denominación de los cables y sus canalizaciones:

2.3.5.1 Cuadro General de Distribución (CGD) a Cuadros secundarios

Cuadro General de Distribución (CGD) a Cuadros Secundarios				
Línea	Modo de instalación	Tipo	Denominación cable	Øext. Tubo (mm)
C1.L2	Cables unipolares sobre bandeja perforada	F	RZ1-K-0,6/1KV 3x16/10 mm ² Cu	
C2.L3	Cables unipolares sobre bandeja perforada	F	RZ1-K-0,6/1KV 3x16 mm ² Cu	
C3.L4	Cables unipolares sobre bandeja perforada	F	RZ1-K-0,6/1KV 3x35/16 mm ² Cu	
C4.L3	Cables unipolares sobre bandeja perforada	F	RZ1-K-0,6/1KV 3x50 mm ² Cu	
C5.L4	Cables unipolares sobre bandeja perforada	F	RZ1-K-0,6/1KV 3x50 mm ² Cu	
C6.L1	Cables unipolares sobre bandeja perforada	F	RZ1-K-0,6/1KV 3x35/16 mm ² Cu	
C7.L1	Cables unipolares sobre bandeja perforada	F	RZ1-K-0,6/1KV 3x16 mm ² Cu	
C8.L2	Cables unipolares sobre bandeja perforada	F	RZ1-K-0,6/1KV 3x25/16 mm ² Cu	
L6.A	Cables multiconductores en tubos grapados a la pared	B2	RZ1-K-0,6/1KV 4x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
L6.B	Cables multiconductores en tubos grapados a la pared	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	16



2.3.5.2 Cuadro secundario I

Sub. Cuadro I Alumbrado Nave industrial y exteriores				
Línea	Modo de instalación	Tipo	Denominación cable	Øext. Tubo (mm)
C1.L1.A	Cables multiconductores sobre bandejas perforadas	E	RZ1-K-0,6/1KV 4x2,5+TTx2,5 mm² Cu	
C1.L1.R	Cables multiconductores en tubos grapados al techo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	16
C1.L1.S	Cables multiconductores en tubos grapados al techo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	16
C1.L1.T	Cables multiconductores en tubos grapados al techo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	16
C1.L1.B	Cables multiconductores sobre bandejas perforadas	E	RZ1-K-0,6/1KV 4x1,5+TTx1,5 mm² Cu	
C1.L2.R	Cables multiconductores en tubos grapados al techo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C1.L2.S	Cables multiconductores en tubos grapados al techo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C1.L2.T	Cables multiconductores en tubos grapados al techo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C1.L2.T	Cables multiconductores en tubos grapados al techo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C1.L2.T	Cables multiconductores en tubos grapados al techo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C1.L2.T	Cables multiconductores en tubos grapados al techo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C1.L2.A	Cables multiconductores sobre bandejas perforadas	E	RZ1-K-0,6/1KV 4x4+TTx4 mm² Cu	
C1.L3.R	Cables multiconductores en tubos grapados al techo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x4+TTx4 mm ² Cu	20
C1.L3.S	Cables multiconductores en tubos grapados al techo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x4+TTx4 mm ² Cu	20
C1.L3.T	Cables multiconductores en tubos grapados al techo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x4+TTx4 mm ² Cu	20
C1.L3.T	Cables multiconductores en tubos grapados al techo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x4+TTx4 mm ² Cu	20



Línea	Modo de instalación	Tipo	Denominación cable	Øext.Tubo (mm)
C1.L2.B	Cables multiconductores sobre bandejas perforadas	E	RZ1-K-0,6/1KV 4x1,5+TTx1,5 mm² Cu	
C1.L4.T	Cables multiconductores en tubos grapados al techo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C1.L4.T	Cables multiconductores en tubos grapados al techo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C1.L4.T	Cables multiconductores en tubos grapados al techo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C1.L4.T	Cables multiconductores en tubos grapados al techo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C1.L4.T	Cables multiconductores en tubos grapados al techo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C1.L3.A	Cables multiconductores sobre bandejas perforadas	E	RZ1-K-0,6/1KV 4x4+TTx4 mm² Cu	
C1.L5.R	Cables multiconductores en tubos grapados al techo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x4+TTx4 mm ² Cu	20
C1.L5.S	Cables multiconductores en tubos grapados al techo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x4+TTx4 mm ² Cu	20
C1.L5.T	Cables multiconductores en tubos grapados al techo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x4+TTx4 mm ² Cu	20
C1.L3.B	Cables multiconductores sobre bandejas perforadas	E	RZ1-K-0,6/1KV 4x1,5+TTx1,5 mm² Cu	
C1.L6.R	Cables multiconductores en tubos grapados al techo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C1.L6.S	Cables multiconductores en tubos grapados al techo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C1.L6.T	Cables multiconductores en tubos grapados al techo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C1.L6.T	Cables multiconductores en tubos grapados al techo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C1.L6.T	Cables multiconductores en tubos grapados al techo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C1.L6.T	Cables multiconductores en tubos grapados al techo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16



Instalación eléctrica en BT de una nave industrial con CT
Iñigo Berruezo Lizarbe
Cálculos

Línea	Modo de instalación	Tipo	Denominación cable	Øext.Tubo (mm)
C1.L4				
C1.L4.A	Cables multiconductores en tubos grapados a la pared	B2	RZ1-K-0,6/1KV 4x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C1.L4.B	Cables multiconductores en tubos grapados a la pared	B2	RZ1-K-0,6/1KV 4x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C1.L5				
C1.L5.A	Cables multiconductores en tubos grapados a la pared	B2	RZ1-K-0,6/1KV 4x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C1.L9.B	Cables multiconductores en tubos grapados a la pared	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	16



2.3.5.3 Cuadro secundario II

Sub. Cuadro II Cadena de máquinas				
Línea	Modo de instalación	Tipo	Denominación cable	Øext. Tubo (mm)
C2.L1				
C2.L1.A	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C2.L1.B	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C2.L1.C	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C2.L1.D	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C2.L2				
C2.L2.A	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C2.L2.B	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C2.L2.C	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C2.L2.D	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C2.L3				
C2.L3.A	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C2.L3.B	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C2.L3.C	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C2.L3.D	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C2.L4				
C2.L4.A	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C2.L4.B	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C2.L4.C	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C2.L4.D	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20



2.3.5.4 Cuadro secundario III

Sub. Cuadro III Cadena de máquinas y tomas de corriente				
Línea	Modo de instalación	Tipo	Denominación cable	Øext. Tubo (mm)
C3.L1				
C3.L1.A	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C3.L1.B	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C3.L1.C	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C3.L1.D	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C3.L1.E	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C3.L2				
C3.L2.A	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C3.L2.B	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C3.L2.C	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C3.L2.D	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C3.L2.E	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C3.L3				
C3.L3.A	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C3.L3.B	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C3.L3.C	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C3.L3.D	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C3.L3.E	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20

Línea	Modo de instalación	Tipo	Denominación cable	Øext.Tubo (mm)
C3.L4				
C3.L4.A	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C3.L4.B	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C3.L4.C	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C3.L4.D	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C3.L4.E	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C3.L5				
C3.L5.A	Cables multiconductores en tubos grapados a la pared	B2	RZ1-K-0,6/1KV 4x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C3.L5.B	Cables multiconductores en tubos grapados a la pared	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	16

2.3.5.5 Cuadro secundario IV

Sub. Cuadro IV Hornos y laminadoras de masa				
Línea	Modo de instalación	Tipo	Denominación cable	Øext.Tubo (mm)
C4.L1	Cables unipolares en tubos empotrados en suelo	B	RZ1-K-0,6/1KV 3x35+TTx16 mm ² Cu	50
C4.L2	Cables unipolares en tubos empotrados en suelo	B	RZ1-K-0,6/1KV 3x35+TTx16 mm ² Cu	50
C4.L3				
C4.L3.A	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C4.L3.B	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C4.L3.C	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C4.L4				
C4.L4.A	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C4.L4.B	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C4.L4.C	Cables multiconductores en tubos empotrados en suelo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20



2.3.5.6 Cuadro secundario V

Sub. Cuadro V Hornos y batidoras planetarias				
Línea	Modo de instalación	Tipo	Denominación cable	Øext.Tubo (mm)
C5.L1	Cables unipolares en tubos empotrados en suelo	B	RZ1-K-0,6/1KV 3x35+TTx16 mm ² Cu	50
C5.L2	Cables unipolares en tubos empotrados en suelo	B	RZ1-K-0,6/1KV 3x35+TTx16 mm ² Cu	50
C5.L3				
C5.L3.A	Cables multiconductores en tubos empotrados en pared	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C5.L3.B	Cables multiconductores en tubos empotrados en pared	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C5.L3.C	Cables multiconductores en tubos empotrados en pared	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C5.L4				
C5.L4.A	Cables multiconductores en tubos empotrados en pared	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C5.L4.B	Cables multiconductores en tubos empotrados en pared	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C5.L4.C	Cables multiconductores en tubos empotrados en pared	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20



2.3.5.7 Cuadro secundario VI

Sub. Cuadro VI Máquinas cámara de frío y tomas de corriente				
Línea	Modo de instalación	Tipo	Denominación cable	Øext.Tubo (mm)
C6.L1	Cables multiconductores sobre bandejas perforadas	E	RZ1-K-0,6/1KV 4x1,5+TTx1,5 mm² Cu	
C6.L1.R	Cables multiconductores en tubos grapados al techo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C6.L1.R	Cables multiconductores en tubos grapados al techo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C6.L1.S	Cables multiconductores en tubos grapados al techo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C6.L1.S	Cables multiconductores en tubos grapados al techo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C6.L1.T	Cables multiconductores en tubos grapados al techo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C6.L1.T	Cables multiconductores en tubos grapados al techo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C6.L2	Cables multiconductores sobre bandejas perforadas	E	RZ1-K-0,6/1KV 4x1,5+TTx1,5 mm² Cu	
C6.L2.R	Cables multiconductores en tubos grapados al techo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 4x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C6.L2.S	Cables multiconductores en tubos grapados al techo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 4x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C6.L2.T	Cables multiconductores en tubos grapados al techo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 4x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C6.L3	Cables multiconductores en tubos empotrados en pared	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm² Cu	20



Línea	Modo de instalación	Tipo	Denominación cable	Øext.Tubo (mm)
C6.L4				
C6.L4.A	Cables multiconductores en tubos empotrados en pared	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C6.L4.B	Cables multiconductores en tubos empotrados en pared	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C6.L4.C	Cables multiconductores en tubos empotrados en pared	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C6.L4.D	Cables multiconductores en tubos empotrados en pared	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C6.L5				
C6.L5.A	Cables multiconductores en tubos empotrados en pared	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C6.L5.B	Cables multiconductores en tubos empotrados en pared	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C6.L5.C	Cables multiconductores en tubos empotrados en pared	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C6.L5.D	Cables multiconductores en tubos empotrados en pared	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C6.L6				
C6.L6.A	Cables multiconductores en tubos grapados a la pared	B2	RZ1-K-0,6/1KV 4x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C6.L6.B	Cables multiconductores en tubos grapados a la pared	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	16



2.3.5.8 Cuadro secundario VII

Sub. Cuadro VII Máquinas cámara de frío				
Línea	Modo de instalación	Tipo	Denominación cable	Øext.Tubo (mm)
C7.L1	Cables multiconductores en tubos empotrados en pared	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C7.L2				
C7.L2.A	Cables multiconductores en tubos empotrados en pared	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C7.L2.B	Cables multiconductores en tubos empotrados en pared	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C7.L2.C	Cables multiconductores en tubos empotrados en pared	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C7.L2.D	Cables multiconductores en tubos empotrados en pared	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C7.L3				
C7.L3.A	Cables multiconductores en tubos empotrados en pared	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C7.L3.B	Cables multiconductores en tubos empotrados en pared	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C7.L3.C	Cables multiconductores en tubos empotrados en pared	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C7.L3.D	Cables multiconductores en tubos empotrados en pared	B2	RZ1-K-0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20



2.3.5.9 Cuadro secundario VIII

Sub. Cuadro VIII Oficinas				
Línea	Modo de instalación	Tipo	Denominación cable	Øext.Tubo (mm)
C8.L1.A	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 4x1,5+TTx1,5 mm² Cu	20
C8.L1.T	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C8.L1.T	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C8.L1.S	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C8.L1.R	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C8.L1.S	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C8.L1.S	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C8.L1.R	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C8.L1.R	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C8.L1.T	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C8.L1.T	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C8.L1.B	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 4x1,5+TTx1,5 mm² Cu	20
C8.L1.T	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C8.L1.T	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C8.L1.T	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C8.L2.R	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C8.L1.T	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C8.L2.R	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C8.L1.T	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C8.L1.T	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C8.L1.T	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C8.L1.T	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16



Línea	Modo de instalación	Tipo	Denominación cable	Øext.Tubo (mm)
C8.L2.A	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 4x1,5+TTx1,5 mm² Cu	20
C8.L2.T	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C8.L2.R	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C8.L2.T	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C8.L2.S	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C8.L2.S	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C8.L2.T	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C8.L2.R	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C8.L2.R	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C8.L2.R	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C8.L2.B	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 4x1,5+TTx1,5 mm² Cu	20
C8.L2.R	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C8.L2.R	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C8.L2.S	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C8.L2.S	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C8.L2.S	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C8.L2.S	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C8.L2.R	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C8.L2.S	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C8.L2.R	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
C8.L2.R	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16



Línea	Modo de instalación	Tipo	Denominación cable	Øext.Tubo (mm)
C8.L3				
C8.L3.A	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 4x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C8.L3.B	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 4x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C8.L4				
C8.L4.A	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 4x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20
C8.L4.B	Cables multiconductores en tubos empotrados en obra	B2	RZ1-K-0,6/1KV 4x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	20

2.3.6 Interpretación de las tablas

- **Línea** → Designación de la línea eléctrica a la que hace referencia.
- **Modo de instalación** → Tipo de canalización por la que discurren los cables, y si se trata de cables unipolares o multiconductores.
- **Tipo** → Tipo de canalización expresada según la nomenclatura que indica la norma UNE 20460-5-523.
- **Øext.Tubo** → Diámetro del tubo que alberga a los cables en su canalización en (mm).



2.4 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

2.4.1 Introducción

El cálculo de la corriente de cortocircuito en diferentes puntos de una instalación tiene por objeto determinar el poder de corte (P.d.c) de los dispositivos de protección a seleccionar. Estos puntos serán las entradas a los cuadros de distribución, ya que es aquí donde se colocarán las protecciones. El calibre (I_n) calculado para las protecciones magnetotérmicas, serán los que se utilizaran para las protecciones diferenciales. El poder de corte de las protecciones deberá ser igual o superior a la corriente de cortocircuito (I_{cc}) calculada para su valor máximo en ausencia del dispositivo de protección.

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

El cálculo de protecciones es posible, que nos obligue a cambiar alguna de las secciones de los cables debido a:

- La intensidad nominal normalizada de los interruptores.
- El tiempo máximo que el conductor aguanta la intensidad de cortocircuito es inferior que el marcado (0.1 segundos).
- La ITC-BT-25 obliga a unas determinadas secciones e intensidades de los interruptores que conllevarán al cambio para cumplir todas las condiciones.

2.4.2 Cálculo de la I_{cc} (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 se trata de IBERDROLA).

Si despreciamos la resistencia R frente a la reactancia X , se puede calcular la impedancia de la red aguas arriba del transformador (Línea MT):

$$Z_a = X_a = \frac{U^2}{S_{cc}} = \frac{13200^2}{500 \cdot 10^6} = 0,35 \text{ } j\Omega$$

Donde:

- U → Tensión en vacío del secundario del transformador en voltios (V)
- S_{cc} → Potencia de cortocircuito en (KVA)
- Z_a, X_a → Impedancia o reactancia aguas arriba en ($mj\Omega$)



Este valor está referido a MT, para pasarlo a BT, lo multiplicamos por la relación de transformación:

$$Z_a = 0,35j \cdot \left(\frac{U_{BT}}{U_{AT}} \right)^2$$

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

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

$$Z_t = U_{cc}(\%) \cdot \frac{U_{BT}^2}{S_n} j$$

$$Z_t = X_t = \left(\frac{4}{100} \right) \cdot \frac{400^2}{630 \cdot 10^3} = 10,16 m\Omega j$$

Donde:

- **U** → Tensión en vacío entre fases en voltios (V)
- **U_{cc}** → Tensión de cortocircuito (4%)
- **S_n** → Potencia aparente (630KVA)
- **Z_t, X_t** → Impedancia o reactancia al secundario en (mjΩ)

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

$$Z_d = 0,32m\Omega j + 10,16m\Omega j = 10,48m\Omega j$$

$$I_{cc} = \frac{U_s}{\sqrt{3} \cdot Z_d} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 10,48 \cdot 10^{-3}} = 22,04KA$$

Donde:

- **I_{cc}** → Corriente de cortocircuito eficaz en (KA)
- **U_s** → Tensión entre fases en vacío del secundario del transformador
- **Z_a** → Impedancia total por fase de la red aguas arriba del defecto en (mjΩ)



2.4.3 Cálculo de la intensidad de cortocircuito en el Cuadro General de Distribución (CGD)

Se parte de los datos obtenidos en el secundario del transformador en los que tenemos una impedancia $Z_d = 10,48 \text{ m}\Omega$ inductiva.

Una vez hecho esto se calculan los valores de la resistencia, la reactancia y la impedancia, desde la acometida hasta el Cuadro General de Distribución (CGD) de la empresa: 20,07 metros de acometida, formada por 3 fases de $3 \times 240 \text{ mm}^2$

$$R_L = \rho \frac{L}{S} = \frac{1}{35} \cdot \frac{20,07}{3 \times 240} = 7,96 \cdot 10^{-4} \Omega$$

- $X_{a'} = 0,32 \text{ m}\Omega$
- $X_T = 10,16 \text{ m}\Omega$
- $X_{\text{aut}} = (0,15 \text{ m}\Omega \times 2) = 0,3 \text{ m}\Omega$
- $Z_d = R_L + (X_{a'} + X_T + X_{\text{aut}}) j$
- $|Z_d| = 10,81 \text{ m}\Omega$

$$I_{cc} = \frac{U_s}{\sqrt{3} \cdot Z_d} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 10,81 \cdot 10^{-3}} = 21,36 \text{ KA}$$

2.4.4 Cálculo de la intensidad de cortocircuito en los cuadros auxiliares

2.4.4.1 Interpretación de las tablas

A continuación se explican abreviaturas de las tablas que se describen a continuación:

- **Línea** → Designación de la línea eléctrica a la que hace referencia

Calibre:

- **Ical** → Intensidad calculada que nos indica que calibre escoger en Amperios (A)
- **In** → Calibre normalizado del automatismo empleado en Amperios (A)



P.d.C (cortocircuito TRIPOLAR):

- U_n → Tensión nominal en voltios (V)
- $|Z_d|$ → Impedancia directa en ($m\Omega$)
- $I_{ccm\acute{a}x}$ → Es la corriente de cortocircuito máxima, se puede dar aguas arriba de la instalación, en (KA)
- P.d.C → Poder de Corte en (KA)

Curvas de funcionamiento (cortocircuito FASE-TIERRA):

- N° de polos → Número de fases y neutro por circuito
- L → Longitud en metros (m) desde el cuadro hasta el receptor a alimentar
- S → Sección del conductor en (mm^2) por el que pasa dicha corriente
- $|Z_d+Z_o|$ → Impedancia directa más impedancia homopolar en (Ω)
- I_{ccmin} → Es la corriente de cortocircuito mínima, se suele dar aguas abajo de la instalación, en (KA)
- t_{mccf} → Es el tiempo máximo en segundos que el conductor puede soportar esa corriente de cortocircuito final, siempre debe de ser mayor a 0,1 segundos.
- Curva → Es el tiempo de disparo del propio interruptor, existen curvas B, C y D



2.4.4.2 Cuadro General de Distribución

Cuadro General de Distribución (CGD)													
Línea	Calibre		P.d.C (CCTO TRIPOLAR)				Curva de funcionamiento (CCTO FASE-TIERRA)						
	Ical(A)	In(A)	Un(V)	Zd (mΩ)	Iccmáx(KA)	P.d.C(KA)	NºPolos	L(m)	S(mm ²)	2Zd+Zo (Ω)	Iccmin(KA)	tmciccf>0,1seg	Curva
C1.L2	81,61	100	400	11,11	20,79	25	IV	32,12	16	0,36	1,83	1,56	C
C2.L3	66,61	80	400	11,11	20,79	25	III	53,38	16	0,58	1,13	4,12	C
C3.L4	104,49	125	400	11,11	20,79	25	IV	88,07	35	0,44	1,48	11,43	C
C4.L3	147,14	160	400	11,11	20,79	36	III	27,28	50	0,12	5,35	1,79	D
C5.L4	148,09	160	400	11,11	20,79	36	IV	51,28	50	0,20	3,35	4,56	D
C6.L1	109,53	125	400	11,11	20,79	25	IV	61,98	35	0,32	2,06	5,89	C
C7.L1	72,54	80	400	11,11	20,79	25	III	81,18	16	0,88	0,75	9,36	C
C8.L1	92,16	100	400	11,11	20,79	25	IV	72,32	25	0,51	1,29	7,63	C
L5	216,51	250	400	10,96	21,07	25	III	13,38	120	0,074	8,90	3,71	C
L6													
L6.A	16,00	20	400	11,11	20,79	25	IV	45,75	2,5	3,15	0,21	2,92	C
L6.B	16,00	20	400	11,11	20,79	25	IV	45,75	2,5	3,15	0,21	2,92	C



2.4.4.3 Automáticos de cabecera de los cuadros secundarios

Automáticos de cabecera de los cuadros secundarios								
Línea	Calibre		P.d.C (CCTO TRIPOLAR)				NºPolos	Curva
	Ical(A)	In(A)	Un(V)	Zd (mΩ)	Iccmáx(KA)	P.d.C (KA)		
Sub. C1	81,61	100	400	38,33	6,03	10	IV	B
Sub. C2	66,61	80	400	61,42	3,76	6	III	B
Sub. C3	104,49	125	400	47,09	4,90	6	IV	B
Sub. C4	147,14	160	400	15,40	14,99	36	III	C
Sub. C5	148,09	160	400	22,17	10,42	36	III	C
Sub. C6	109,53	125	400	34,31	6,73	10	IV	B
Sub. C7	72,54	80	400	92,09	2,51	6	III	B
Sub. C8	92,16	100	400	53,65	4,30	6	IV	B



2.4.4.4 Cuadro secundario I

Sub. Cuadro I Alumbrado Nave industrial y exteriores													
Línea	Calibre		P.d.C (CCTO TRIPOLAR)				Curva de funcionamiento (CCTO FASE-TIERRA)						
	Ical(A)	In(A)	Un(V)	Zd (mΩ)	Iccmáx(KA)	P.d.C(KA)	NºPolos	L(m)	S(mm ²)	2Zd+Zo (Ω)	Iccmin(KA)	tmciccf>0,1seg	Curva
C1.L1	11,18	16	400	38,37	6,02	10	IV	47,85	2,5	5,68	0,12	9,53	B
C1.L2	14,64	16	400	38,37	6,02	10	IV	28,25	4	2,33	0,28	4,10	B
C1.L3	15,58	20	400	38,37	6,02	10	IV	32,75	4	3,57	0,18	9,60	B
C1.L4													
C1.L4.A	3,90	6	400	38,37	6,02	10	IV	101	1,5	11,90	0,06	15,04	B
C1.L4.B	4,33	6	400	38,37	6,02	10	IV	101	1,5	11,90	0,06	15,04	B
C1.L5													
C1.L5.A	16,00	20	400	38,41	6,01	10	IV	23,10	2,5	1,93	0,34	1,11	C
C1.L5.B	16,00	20	400	38,41	6,01	10	III	23,10	2,5	1,93	0,34	1,11	C



2.4.4.5 Cuadro secundario II

Sub. Cuadro II Cadena de máquinas

Línea	Calibre		P.d.C (CCTO TRIPOLAR)				Curva de funcionamiento (CCTO FASE-TIERRA)						
	Ical(A)	In(A)	Un(V)	Zd (mΩ)	Iccmáx(KA)	P.d.C(KA)	NºPolos	L(m)	S(mm ²)	2Zd+Zo (Ω)	Iccmin(KA)	tmciccf>0,1seg	Curva
C2.L1													
C2.L1.A	7,87	10	400	61,88	3,73	6	III	25,06	2,5	2,30	0,29	1,56	D
C2.L1.B	3,66	4	400	61,88	3,73	6	III	25,61	2,5	2,34	0,28	1,62	D
C2.L1.C	3,66	4	400	61,88	3,73	6	III	26,69	2,5	2,31	0,29	1,57	D
C2.L1.D	1,47	2	400	61,88	3,73	6	III	28,52	2,5	2,54	0,26	1,90	D
C2.L2													
C2.L2.A	7,87	10	400	61,88	3,73	6	III	19,06	2,5	1,89	0,35	1,06	D
C2.L2.B	3,66	4	400	61,88	3,73	6	III	19,61	2,5	1,93	0,34	1,10	D
C2.L2.C	3,66	4	400	61,88	3,73	6	III	20,69	2,5	2,00	0,33	1,18	D
C2.L2.D	1,47	2	400	61,88	3,73	6	III	22,52	2,5	2,13	0,31	1,34	D
C2.L3													
C2.L3.A	7,87	10	400	61,88	3,73	6	III	13,06	2,5	1,48	0,44	0,65	D
C2.L3.B	3,66	4	400	61,88	3,73	6	III	13,61	2,5	1,52	0,43	0,68	D
C2.L3.C	3,66	4	400	61,88	3,73	6	III	14,69	2,5	1,59	0,41	0,75	D
C2.L3.D	1,47	2	400	61,88	3,73	6	III	16,52	2,5	1,72	0,38	0,87	D
C2.L4													
C2.L4.A	7,87	10	400	61,88	3,73	6	III	7,16	2,5	1,08	0,61	0,34	D
C2.L4.B	3,66	4	400	61,88	3,73	6	III	7,71	2,5	1,11	0,59	0,37	D
C2.L4.C	3,66	4	400	61,88	3,73	6	III	8,79	2,5	1,19	0,55	0,42	D
C2.L4.D	1,47	2	400	61,88	3,73	6	III	10,62	2,5	1,31	0,50	0,51	D



2.4.4.6 Cuadro secundario III

Sub. Cuadro III Cadena de máquinas y tomas de corriente														
Línea	Calibre		P.d.C (CCTO TRIPOLAR)				Curva de funcionamiento (CCTO FASE-TIERRA)							
	Ical(A)	In(A)	Un(V)	Zd (mΩ)	Iccmáx(KA)	P.d.C(KA)	NºPolos	L(m)	S(mm ²)	2Zd+Zo (Ω)	Iccmin(KA)	tmciccf>0,1seg	Curva	
C3.L1														
C3.L1.A	7,87	10	400	47,16	4,90	6	III	21,15	2,5	1,89	0,35	1,05	D	
C3.L1.B	3,66	4	400	47,16	4,90	6	III	21,70	2,5	1,93	0,34	1,10	D	
C3.L1.C	3,66	4	400	47,16	4,90	6	III	22,78	2,5	2	0,33	1,18	D	
C3.L1.D	1,47	2	400	47,16	4,90	6	III	24,61	2,5	2,13	0,31	1,33	D	
C3.L1.E	1,47	2	400	47,16	4,90	6	III	26,72	2,5	2,27	0,29	1,52	D	
C3.L2														
C3.L2.A	7,87	10	400	47,16	4,90	6	III	15,25	2,5	1,49	0,44	0,65	D	
C3.L2.B	3,66	4	400	47,16	4,90	6	III	15,80	2,5	1,52	0,43	0,68	D	
C3.L2.C	3,66	4	400	47,16	4,90	6	III	16,88	2,5	1,60	0,41	0,75	D	
C3.L2.D	1,47	2	400	47,16	4,90	6	III	18,71	2,5	1,72	0,38	0,88	D	
C3.L2.E	1,47	2	400	47,16	4,90	6	III	20,82	2,5	1,87	0,35	1,03	D	
C3.L3														
C3.L3.A	7,87	10	400	47,16	4,90	6	III	9,25	2,5	1,07	0,61	0,34	D	
C3.L3.B	3,66	4	400	47,16	4,90	6	III	9,80	2,5	1,11	0,59	0,36	D	
C3.L3.C	3,66	4	400	47,16	4,90	6	III	10,88	2,5	1,19	0,56	0,41	D	
C3.L3.D	1,47	2	400	47,16	4,90	6	III	12,71	2,5	1,31	0,50	0,51	D	
C3.L3.E	1,47	2	400	47,16	4,90	6	III	14,82	2,5	1,46	0,45	0,63	D	



Instalación eléctrica en BT de una nave industrial con CT
 Iñigo Berruezo Lizarbe
 Cálculos

Línea	Calibre		P.d.C (CCTO TRIPOLAR)				Curva de funcionamiento (CCTO FASE-TIERRA)						
	Ical(A)	In(A)	Un(V)	$ Z_d $ (m Ω)	Iccmáx(KA)	P.d.C(KA)	NºPolos	L(m)	S(mm ²)	2Zd+Zo (Ω)	Iccmin(KA)	tmciccf>0,1seg	Curva
C3.L4													
C3.L4.A	7,87	10	400	47,16	4,90	6	III	15,25	2,5	1,49	0,44	0,65	D
C3.L4.B	3,66	4	400	47,16	4,90	6	III	15,80	2,5	1,52	0,43	0,68	D
C3.L4.C	3,66	4	400	47,16	4,90	6	III	16,88	2,5	1,60	0,41	0,75	D
C3.L4.D	1,47	2	400	47,16	4,90	6	III	18,71	2,5	1,72	0,38	0,88	D
C3.L4.E	1,47	2	400	47,16	4,90	6	III	20,82	2,5	1,87	0,35	1,03	D
C3.L5													
C3.L5.A	16,00	20	400	47,16	4,90	6	IV	36,48	2,5	2,94	0,22	2,55	C
C3.L5.B	16,00	20	400	47,16	4,90	6	III	36,48	2,5	2,94	0,22	2,55	C



2.4.4.7 Cuadro secundario IV

Sub. Cuadro IV Hornos y laminadoras de masa														
Línea	Calibre		P.d.C (CCTO TRIPOLAR)				Curva de funcionamiento (CCTO FASE-TIERRA)							
	Ical(A)	In(A)	Un(V)	Zd (mΩ)	Iccmáx(KA)	P.d.C(KA)	NºPolos	L(m)	S(mm ²)	2Zd+Zo (Ω)	Iccmin(KA)	tmciccf>0,1seg	Curva	
C4.L1	75,86	80	400	15,51	14,89	15	III	16,88	35	0,19	3,49	2,05	C	
C4.L2	75,86	80	400	15,51	14,89	15	III	26,08	35	0,23	2,83	3,13	C	
C4.L3														
C4.L3.A	1,96	3	400	15,62	14,79	15	III	23,19	2,5	1,69	0,39	0,84	D	
C4.L3.B	1,96	3	400	15,62	14,79	15	III	18,16	2,5	1,35	0,49	0,54	D	
C4.L3.C	1,96	3	400	15,62	14,79	15	III	13,13	2,5	1	0,66	0,30	D	
C4.L4														
C4.L4.A	1,96	3	400	15,62	14,79	15	III	28,96	2,5	2,09	0,32	1,29	D	
C4.L4.B	1,96	3	400	15,62	14,79	15	III	23,93	2,5	1,74	0,38	0,90	D	
C4.L4.C	1,96	3	400	15,62	14,79	15	III	18,90	2,5	1,40	0,47	0,58	D	



2.4.4.8 Cuadro secundario V

Sub. Cuadro V Hornos y batidoras planetarias													
Línea	Calibre		P.d.C (CCTO TRIPOLAR)				Curva de funcionamiento (CCTO FASE-TIERRA)						
	Ical(A)	In(A)	Un(V)	Zd (mΩ)	Iccmáx(KA)	P.d.C(KA)	NºPolos	L(m)	S(mm ²)	2Zd+Zo (Ω)	Iccmin(KA)	tmciccf>0,1seg	Curva
C5.L1	75,86	80	400	17,95	10,38	15	III	13,85	35	0,25	2,59	3,75	C
C5.L2	75,86	80	400	17,95	10,38	15	III	23,06	35	0,30	2,20	5,18	C
C5.L3													
C5.L3.A	6,85	10	400	22,32	10,35	15	III	11,85	2,5	1,00	0,66	0,29	D
C5.L3.B	6,85	10	400	22,32	10,35	15	III	11,85	2,5	1,00	0,66	0,29	D
C5.L3.C	6,85	10	400	22,32	10,35	15	III	15,81	2,5	1,27	0,52	0,47	D
C5.L4													
C5.L4.A	6,85	10	400	22,32	10,35	15	III	18,82	2,5	1,47	0,45	0,64	D
C5.L4.B	6,85	10	400	22,32	10,35	15	III	26,68	2,5	2,02	0,33	1,20	D
C5.L4.C	6,85	10	400	22,32	10,35	15	III	29,69	2,5	2,22	0,30	1,45	D



2.4.4.9 Cuadro secundario VI

Sub. Cuadro VI Máquinas cámara de frío y tomas de corriente

Línea	Calibre		P.d.C (CCTO TRIPOLAR)				Curva de funcionamiento (CCTO FASE-TIERRA)						
	Ical(A)	In(A)	Un(V)	Zd (mΩ)	Iccmáx(KA)	P.d.C(KA)	NºPolos	L(m)	S(mm ²)	2Zd+Zo (Ω)	Iccmin(KA)	tmciccf>0,1seg	Curva
C6.L1	4,99	6	400	34,36	6,72	10	IV	38,68	1,5	4,73	0,14	2,38	B
C6.L2	13,80	16	400	34,36	6,72	10	III	15	2,5	1,34	0,49	0,53	D
C6.L3													
C6.L3.A	7,34	10	400	34,41	6,71	10	III	14,85	2,5	1,33	0,49	0,52	D
C6.L3.B	7,34	10	400	34,41	6,71	10	III	16,05	2,5	1,41	0,47	0,59	D
C6.L3.C	7,34	10	400	34,41	6,71	10	III	17,25	2,5	1,49	0,44	0,66	D
C6.L3.D	7,34	10	400	34,41	6,71	10	III	18,45	2,5	1,58	0,42	0,73	D
C6.L4													
C6.L4.A	7,34	10	400	34,41	6,71	10	III	19,65	2,5	1,66	0,40	0,81	D
C6.L4.B	7,34	10	400	34,41	6,71	10	III	20,85	2,5	1,74	0,38	0,90	D
C6.L4.C	7,34	10	400	34,41	6,71	10	III	22,05	2,5	1,82	0,36	0,98	D
C6.L4.D	7,34	10	400	34,41	6,71	10	III	23,25	2,5	1,90	0,35	1,07	D
C6.L5													
C6.L5.A	16,00	20	400	34,41	6,71	10	IV	30,85	2,5	2,43	0,27	1,74	C
C6.L5.B	16,00	20	400	34,41	6,71	10	III	30,85	2,5	2,43	0,27	1,74	C



2.4.4.10 Cuadro secundario VII

Sub. Cuadro VII Máquinas cámara de frío													
Línea	Calibre		P.d.C (CCTO TRIPOLAR)				Curva de funcionamiento (CCTO FASE-TIERRA)						
	Ical(A)	In(A)	Un(V)	Zd (mΩ)	Iccmáx(KA)	P.d.C(KA)	NºPolos	L(m)	S(mm ²)	2Zd+Zo (Ω)	Iccmin(KA)	tmciccf>0,1seg	Curva
C7.L1	13,80	16	400	98,45	2,35	6	III	15	2,5	1,97	0,33	1,14	D
C7.L2													
C7.L2.A	7,34	10	400	92,12	2,51	6	III	14,85	2,5	1,90	0,35	1,06	D
C7.L2.B	7,34	10	400	92,12	2,51	6	III	16,05	2,5	1,98	0,33	1,15	D
C7.L2.C	7,34	10	400	92,12	2,51	6	III	17,25	2,5	2,06	0,32	1,25	D
C7.L2.D	7,34	10	400	92,12	2,51	6	III	18,45	2,5	2,15	0,31	1,35	D
C7.L3													
C7.L3.A	7,34	10	400	92,12	2,51	6	III	19,65	2,5	2,22	0,30	1,46	D
C7.L3.B	7,34	10	400	92,12	2,51	6	III	20,85	2,5	2,30	0,29	1,57	D
C7.L3.C	7,34	10	400	92,12	2,51	6	III	22,05	2,5	2,39	0,28	1,68	D
C7.L3.D	7,34	10	400	92,12	2,51	6	III	23,25	2,5	2,47	0,27	1,80	D



2.4.4.11 Cuadro secundario VIII

Sub. Cuadro VIII Oficinas														
Línea	Calibre		P.d.C (CCTO TRIPOLAR)				Curva de funcionamiento (CCTO FASE-TIERRA)							
	Ical(A)	In(A)	Un(V)	Zd (mΩ)	Iccmáx(KA)	P.d.C(KA)	NºPolos	L(m)	S(mm ²)	2Zd+Zo (Ω)	Iccmin(KA)	tmciccf>0,1seg	Curva	
C8.L1	12,65	16	400	53,68	4,30	6	IV	42,94	1,5	5,41	0,12	3,11	B	
C8.L2	15,51	16	400	53,68	4,30	6	IV	35,79	1,5	4,60	0,14	2,25	B	
C8.L3														
C8.L3.A	16,00	20	400	53,71	4,30	6	IV	37,30	2,5	3,06	0,21	2,77	C	
C8.L3.B	16,00	20	400	53,71	4,30	6	IV	37,30	2,5	3,06	0,21	2,77	C	
C8.L4														
C8.L4.A	16,00	20	400	53,71	4,30	6	IV	37,30	2,5	3,06	0,21	2,77	C	
C8.L4.B	16,00	20	400	53,71	4,30	6	IV	37,30	2,5	3,06	0,21	2,77	C	



2.5 CÁLCULO DE LOS CONDENSADORES PARA LA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

2.5.1 Batería de condensadores para la instalación

Calculo la potencia aparente de cada circuito y la total para obtener el Cos ϕ medio.

2.5.1.1 Cuadro secundario I

Sub. Cuadro I Alumbrado Nave Industrial y exteriores				
Línea	Descripción	Pot.(W)	Cos ϕ	Pot.aparente (VA)
C1.L1.A	Al.Zona I	3750	0,9	4166,67
C1.L1.B	Al.Emergencia Zona I	120	0,9	133,33
C1.L2.A	Al.Zona II	5000	0,9	5555,56
C1.L2.B	Al.Emergencia Zona II	72	0,9	80,00
C1.L3.A	Al.Zona III	5250	0,9	5833,33
C1.L3.B	Al.Emergencia Zona III	144	0,9	160,00
C1.L4.A	Alumbrado exterior	1350	0,9	1500,00
C1.L4.B	Alumbrado exterior	1500	0,9	1666,67
C1.L5.A	Tomas Monofásicas (9)	11085,13	1	11085,13
C1.L5.B	Tomas Trifásicas (3)	11085,13	1	11085,13
TOTAL		39356,26	0,95	41265,82



2.5.1.2 Cuadro secundario II

Sub. Cuadro II Máquinas en cadena				
Línea	Descripción	Pot.(W)	Cos φ	Pot.aparente (VA)
C2.L1	Cadena máquinas I			
C2.L1.A	Amasadora en espiral	3750	0,86	4360,47
C2.L1.B	Prensadora de masa	1500	0,74	2027,03
C2.L1.C	Cámara de reposo	1500	0,74	2027,03
C2.L1.D	Formadora de barras	562,5	0,69	815,22
C2.L2	Cadena máquinas II			
C2.L2.A	Amasadora en espiral	3750	0,86	4360,47
C2.L2.B	Prensadora de masa	1500	0,74	2027,03
C2.L2.C	Cámara de reposo	1500	0,74	2027,03
C2.L2.D	Formadora de barras	562,5	0,69	815,22
C2.L3	Cadena máquinas III			
C2.L3.A	Amasadora en espiral	3750	0,86	4360,47
C2.L3.B	Prensadora de masa	1500	0,74	2027,03
C2.L3.C	Cámara de reposo	1500	0,74	2027,03
C2.L3.D	Formadora de barras	562,5	0,69	815,22
C2.L4	Cadena máquinas IV			
C2.L4.A	Amasadora en espiral	3750	0,86	4360,47
C2.L4.B	Prensadora de masa	1500	0,74	2027,03
C2.L4.C	Cámara de reposo	1500	0,74	2027,03
C2.L4.D	Formadora de barras	562,5	0,69	815,22
	TOTAL	29250	0,79	36918,95



2.5.1.3 Cuadro secundario III

Sub. Cuadro III Máquinas en cadena				
Línea	Descripción	Pot.(W)	Cos ϕ	Pot.aparente (VA)
C3.L1	Cadena máquinas I			
C3.L1.A	Amasadora en espiral	3750	0,86	4360,47
C3.L1.B	Prensadora de masa	1500	0,74	2027,03
C3.L1.C	Cámara de reposo	1500	0,74	2027,03
C3.L1.D	Formadora de barras	562,5	0,69	815,22
C3.L1.E	Cortadora de pan	562,5	0,69	815,22
C3.L2	Cadena máquinas II			
C3.L2.A	Amasadora en espiral	3750	0,86	4360,47
C3.L2.B	Prensadora de masa	1500	0,74	2027,03
C3.L2.C	Cámara de reposo	1500	0,74	2027,03
C3.L2.D	Formadora de barras	562,5	0,69	815,22
C3.L2.E	Cortadora de pan	562,5	0,69	815,22
C3.L3	Cadena máquinas III			
C3.L3.A	Amasadora en espiral	3750	0,86	4360,47
C3.L3.B	Prensadora de masa	1500	0,74	2027,03
C3.L3.C	Cámara de reposo	1500	0,74	2027,03
C3.L3.D	Formadora de barras	562,5	0,69	815,22
C3.L3.E	Cortadora de pan	562,5	0,69	815,22
C3.L4	Cadena máquinas IV			
C3.L4.A	Amasadora en espiral	3750	0,86	4360,47
C3.L4.B	Prensadora de masa	1500	0,74	2027,03
C3.L4.C	Cámara de reposo	1500	0,74	2027,03
C3.L4.D	Formadora de barras	562,5	0,69	815,22
C3.L4.E	Cortadora de pan	562,5	0,69	815,22
C3.L5	Tomas de corriente			
C3.L5.A	Tomas Monofásicas (12)	11085,13	1	11085,13
C3.L5.B	Tomas Trifásicas (4)	11085,13	1	11085,13
	TOTAL	53670,26	0,86	62350,08

2.5.1.4 Cuadro secundario IV

Sub. Cuadro IV Hornos y laminadoras de masa				
Línea	Descripción	Pot.(W)	Cos ϕ	Pot.aparente (VA)
C4.L1	Horno 1	37000	0,88	42045,45
C4.L2	Horno 2	37000	0,88	42045,45
C4.L3	Laminadoras de masa			
C4.L3.A	Motor 1	750	0,69	1086,96
C4.L3.B	Motor 2	750	0,69	1086,96
C4.L3.C	Motor 3	750	0,69	1086,96
C4.L4	Laminadoras de masa			
C4.L4.A	Motor 1	750	0,69	1086,96
C4.L4.B	Motor 2	750	0,69	1086,96
C4.L4.C	Motor 3	750	0,69	1086,96
TOTAL		78500	0,87	90612,65
Factor simultaneidad (0,9)		70650	0,87	81551,38

2.5.1.5 Cuadro secundario V

Sub. Cuadro V Hornos y batidoras planetarias				
Línea	Descripción	Pot.(W)	Cos ϕ	Pot.aparente (VA)
C5.L1	Horno 1	37000	0,88	42045,45
C5.L2	Horno 2	37000	0,88	42045,45
C5.L3	Batidoras planetarias			
C5.L3.A	Motor 1	3000	0,79	3797,47
C5.L3.B	Motor 2	3000	0,79	3797,47
C5.L3.C	Motor 3	3000	0,79	3797,47
C5.L4	Batidoras planetarias			
C5.L4.A	Motor 1	3000	0,79	3797,47
C5.L4.B	Motor 2	3000	0,79	3797,47
C5.L4.C	Motor 3	3000	0,79	3797,47
TOTAL		92000	0,86	106875,72
Factor simultaneidad (0,8)		73600	0,86	85500,58

2.5.1.6 Cuadro secundario VI

Sub. Cuadro VI Alumbrado y máquinas de la cámara de frío				
Línea	Descripción	Pot.(W)	Cos ϕ	Pot.aparente (VA)
C6.L1	Alumbrado	1680	0,9	1866,67
C6.L2	Al.Emergencia	48	0,9	53,33
C6.L3	Cámara fermentación	6500	0,85	7647,06
C6.L4	Cámaras de fermentación			
C6.L4.A	Motor 1	3500	0,86	4069,77
C6.L4.B	Motor 2	3500	0,86	4069,77
C6.L4.C	Motor 3	3500	0,86	4069,77
C6.L4.D	Motor 4	3500	0,86	4069,77
C6.L5	Cámaras de fermentación			
C6.L5.A	Motor 1	3500	0,86	4069,77
C6.L5.B	Motor 2	3500	0,86	4069,77
C6.L5.C	Motor 3	3500	0,86	4069,77
C6.L5.D	Motor 4	3500	0,86	4069,77
C6.L6	Tomas de corriente			
C6.L6.A	Tomas Monofásicas (3)	11085,13	1	11085,13
C6.L6.B	Tomas Trifásicas (1)	11085,13	1	11085,13
TOTAL		58398,26	0,91	64295,46

2.5.1.7 Cuadro secundario VII

Sub. Cuadro VII Máquinas cámara de frío				
Línea	Descripción	Pot.(W)	Cos ϕ	Pot.aparente (VA)
C7.L1	Cámara fermentación	6500	0,85	7647,06
C7.L2	Cámaras de fermentación			
C7.L2.A	Motor 1	3500	0,86	4069,77
C7.L2.B	Motor 2	3500	0,86	4069,77
C7.L2.C	Motor 3	3500	0,86	4069,77
C7.L2.D	Motor 4	3500	0,86	4069,77
C7.L3	Cámaras de fermentación			
C7.L3.A	Motor 1	3500	0,86	4069,77
C7.L3.B	Motor 2	3500	0,86	4069,77
C7.L3.C	Motor 3	3500	0,86	4069,77
C7.L3.D	Motor 4	3500	0,86	4069,77
TOTAL		34500	0,86	40205,20

2.5.1.8 Cuadro secundario VIII

Sub. Cuadro VIII Oficinas				
Línea	Descripción	Pot.(W)	Cos φ	Pot.aparente (VA)
C8.L1.A	Al.Planta baja	4228	0,9	4697,78
C8.L1.B	Al.Emergencia P.baja	152	0,9	168,89
C8.L2.A	Al.Primer planta	5208	0,9	5786,67
C8.L2.B	Al.Emergencia 1ªplanta	168	0,9	186,67
C8.L3	Tomas de corriente			
C8.L3.A	Tomas monofásicas (15)	11085,13	1	11085,13
C8.L3.B	Tomas monofásicas (15)	11085,13	1	11085,13
C8.L4	Tomas de corriente			
C8.L4.A	Tomas monofásicas (15)	11085,13	1	11085,13
C8.L4.B	Tomas monofásicas (15)	11085,13	1	11085,13
TOTAL		54096,52	0,98	55180,52

SELECCIÓN BATERÍA DE CONDENSADORES					
Pot.Total (W)	S.Total (VA)	Q.Total (VAr)	Cos φ'	Q' (VAr)	Pot.a compensar (VAr)
437191,55	490951,56	223376,32	0,98	88775,53	134600,79

- La potencia total activa es de:

$$P = 437191,55W$$

- La potencia total aparente es de:

$$S = 490951,56VA$$

- Por lo tanto, la potencia total reactiva consumida será:

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{(490951,56)^2 - (437191,55)^2} = 223376,32VAr$$

Se pretende conseguir un Cos φ que se aproxime a 1, con lo que tomaremos uno aleatorio, con valor de Cos φ' = 0,98.

$$Q' = P \cdot Tg\phi' = 437191,55W \cdot Tg(11,48)' = 88775,53VAr$$

Por lo tanto la potencia a compensar sería de:

$$Q_{COMPENSAR} = Q - Q' = (223376,32 - 88775,53) = 134600,79 \text{VAr}$$

Esta potencia será la que tenga que suministrar la batería de condensadores, puesto que se ha elegido compensación automática. Se elegirá una batería de condensadores que pueda llegar a suministrar una energía reactiva mayor de 134616,57VAr. El equipo seleccionado para la corrección automática del factor de potencia es una batería de condensadores estándar ED (400V) y 50Hz, de 150KVAr con 12 escalones de 12,5KVAr de la marca CYDESA con regulador FPM, con dimensiones 1000x600x400mm, montada sobre suelo dicha batería de condensadores se colocará en el lado del cuadro general de baja tensión.

Las baterías automáticas elegidas tienen una serie de características:

- Tensión asignada: 400 V, trifásicos 50 Hz.
- Grado de protección IP30
- Auto transformador 400/230 V, integrado.
- Pérdidas: 6W/KVAr (400V)
- Normas: CEI 61921-2003/EN 61921

2.5.2 Cálculo del conductor de unión de la batería

Aplicando la fórmula de la potencia se halla la intensidad:

$$Q = \sqrt{3} \cdot V \cdot I_{CAL} \cdot \text{Sen}\varphi$$

$$I_{CAL} = \frac{Q}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \text{Sen}\varphi} = \frac{150 \text{KVAr}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{V} \cdot 1} = 216,51 \text{A}$$

Siendo:

- Sen = 1, el de la batería de condensadores
- V = 400 V
- Q = Potencia de la batería de condensadores (150 KVAr)

Una vez calculada la $I_{cal} = 216,51 \text{A}$, se determina la sección del cable que alimenta a dicha batería de condensadores.



El cable que une la batería de condensadores con el Cuadro General de Distribución (CGD), dispondrá de 3 cables unipolares de sección 120 mm^2 cada uno, ya que dicho conductor va a ir aislado en tubo en montaje superficial (tipo B) con aislamiento de (XLPE) mirando la ITC-BT19 tabla 19.2 nos da una sección admisible de:

$$I_{cal} = 216,51A < I_n = 250A < I_{adm} = 284A$$

Solución adoptada:

RZ1-K(AS) 0,6/1KV unipolares $3 \times 120 \text{ mm}^2$ Ø63mm

marca PRYSMIAN (Afumex 1000V iris Tech (AS))

2.5.3. Cálculo de la protección de la batería

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

$$I_{cal} = 216,51A$$

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

$$I_{cc} = 21,36KA$$

Se elige un interruptor magnetotérmico con poder de corte 36 KA, $I_n = 250 \text{ A}$ y curva C.

2.6 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

2.6.1 Investigación del terreno

Según se explica en la memoria, la diferencia de tensión entre masa y tierra no debe ser nunca superior a 24 voltios en lugares húmedos o de 50 voltios en lugares secos.

De los dos valores se cogerá el de 50 Voltios, ya que se trata de una nave con ambiente seco y será por esto por lo que se toman las siguientes medidas para dicho fin:

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

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



2.6.2 Resistencia de las picas

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

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

$L \rightarrow$ Longitud de la pica = 2m
 $D \rightarrow$ Diámetro de la pica = 14 mm
 $\rho \rightarrow$ Resistividad del terreno en ($\Omega \cdot m$)

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

$$R_{equivalente} = R_{pica} / N \quad N = \text{número de picas}$$

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

$$R_{equivalente} = R_{pica} / N = 75/6 = 12,5\Omega$$

2.6.3 Resistencia de tierra del conductor de cobre enterrado

El conductor irá enterrado a una profundidad mínima de 0,5 m según indica la (ITC-BT-18) del propio reglamento. Se colocará a 0,8 m. Por la tabla 5 de dicha ITC, se tiene que:

$$R_{conductor} = 2 \cdot \frac{\rho}{L} = 2 \cdot \frac{150}{229,6} = 1,31\Omega$$

$L \rightarrow$ Longitud del conductor en metros 229,6 m

2.6.4 Resistencia a tierra total de la instalación

$$R_{total} = \frac{R_{equivalente} \cdot R_{conductor}}{R_{equivalente} + R_{conductor}} = \frac{12,5 \cdot 1,31}{12,5 + 1,31} = 1,19\Omega$$

Se comprueba, sabiendo que la intensidad de defecto máxima sería 1000 mA, si la tensión es menor que la máxima permitida:

$$V = I \times R_{total} = 1 \times 1,19 = 1,19 \text{ V} < 50 \text{ V}$$

Por tanto, se toma la instalación por buena.



2.6.5 Sección del cable de tierra y conductor de protección

El conductor de tierra será de cobre de 50 mm² de sección, mientras que el conductor de protección tendrá una sección como máximo de 50 mm².

2.6.6 Punto de puesta a tierra

El dispositivo que mide la puesta a tierra se colocará sobre el conductor de puesta a tierra y en un lugar accesible, tal y como dice la ITC-BT-18. Se ha elegido para ello la zona de entrada a la nave industrial, cercano al cuadro general de distribución.

2.7 CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

2.7.1 Intensidad en alta tensión

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

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

Siendo:

- S → Potencia del transformador en (KVA), en nuestro caso de 630 KVA.
- U_p → Tensión compuesta primaria en (KV), está en MT a 13,2 KV.
- I_p → Intensidad primaria en Amperios (A).

Sustituyendo valores, obtenemos:

$$I_p = \frac{630 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 13200} = 27,56A$$

2.7.2 Intensidad en baja tensión

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

$$I_s = \frac{S - W_{Cu} - W_{Fe}}{\sqrt{3} \cdot U}$$



Siendo:

- **S** → Potencia del transformador en (KVA), en nuestro caso de 630KVA.
- **W_{Cu}** → Pérdidas en el cobre (arrollamientos) del transformador.
- **W_{Fe}** → Pérdidas en el hierro del transformador.
- **U** → Tensión compuesta en carga del secundario en (KV), de 0,42 KV.
- **I_s** → Intensidad secundaria en Amperios (A).

Si despreciamos las pérdidas del hierro y el cobre y sustituimos, obtenemos:

$$I_s = \frac{630 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} = 909,33A$$

2.7.3 Cortocircuitos

2.7.3.1 Introducción

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

2.7.3.2 Corrientes de cortocircuito

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

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

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

Siendo:

- **S_{cc}** → Potencia de cortocircuito de la red en (MVA), es de 500 MVA.
- **U** → Tensión del primario del transformador en (KV), es de 13,2 KV.
- **I_{ccp}** → Intensidad de cortocircuito primaria en (KA).



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

$$I_{ccp} = \frac{500 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 13200} = 21,87 \text{ KA}$$

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

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot \frac{U_{cc}}{100} \cdot U_s}$$

Siendo:

- **S** → Potencia del transformador en (KVA), se trata de 630 KVA.
- **U_{cc}** → Tensión porcentual de cortocircuito del transformador (4 %).
- **U_s** → Tensión secundaria en carga en voltios (V).
- **I_{ccs}** → Intensidad secundaria máxima para un cortocircuito en el lado de baja tensión en (KA).

Sustituyendo los valores correspondientes, se obtendrá:

$$I_{ccs} = \frac{630 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 0,04 \cdot 400} = 21,65 \text{ KA}$$

2.7.3.3 Conexión celdas-transformador

La intensidad nominal que ha de soportar el cable es:

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 13,2} = 27,56 \text{ A}$$

Se ha decidido colocar conductores unipolares de cobre de 50 mm² de sección con aislamiento HEPRZ1 como viene indicado en la norma NI 50.40.06 de Iberdrola.

2.7.3.4 Conexión del secundario del transformador al cuadro de BT

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

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{630 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} = 909,33 \text{ A}$$



Se ha decidido poner dos conductores unipolares en contacto mutuo por fase de cobre de 185 mm² de sección, según la ITC-BT19 (tipo F y 3XLPE). El aislamiento del conductor será de polietileno reticulado (XLPE).

$$I_n = 909,33A < (2 \times I_{adm})$$

$$I_n = 909,33A < (2 \times 464A) \Rightarrow I_n = 909,33A < 928A$$

2.7.4 Otras instalaciones del CT

2.7.4.1 Iluminación del CT

Se ha decidido colocar seis lámparas fluorescentes de la marca **PHILIPS**, modelo TCW060 2xTL5-28W HF

- Tipo de local: Centro de transformación (CT)
- Área del local: 12,08 m²
- Solución: 6 lámparas fluorescentes PHILIPS TCW060 2xTL5-28W HF
- Potencia: 168W

2.7.4.2 Luminarias de emergencia y señalización del CT

- Tipo de local: Centro de Transformación (CT)
- Área del local: 12,08 m²
- Luminancia: 5 lm/m²
- Solución: Una luminaria URIARTE EF1-E, no permanente con 1h de autonomía.
- Potencia: 1x8W

2.7.4.3 Cuadro auxiliar de baja tensión del CT

Cuadro auxiliar de baja tensión del CT									
Línea	Descripción	Pot.(W)	Pot.aparente (VA)	U(V)	Cosφ	In(A)	Fcorr	Ical(A)	Fase
CT.R	Alumbrado	112	124,44	230	0,9	0,59	1,8	0,97	R-N
CT.S	Al.emergencia	8	8,89	230	0,9	0,04	1,8	0,07	S-N
CT.T	Toma de corriente	1380	1380,00	230	1	6,00	1	6,00	T-N
	TOTAL	1500	1513,33	400	1	6,58	1,1	7,04	Trifásica

2.7.4.4 Dimensiones de los cables del cuadro auxiliar de baja tensión del Centro de Transformación

Cuadro auxiliar de baja tensión del CT										
Línea	In(A)	Ical(A)	Cosφ	Fc	Criterio térmico		S(mm ²)	L(m)	Criterio C.d.t	
					Ical'(A)	Iadm(A)			U(V)	U(%)
CT.R	0,54	0,97	0,9	1	0,97	16	1,5	4,21	0,09	0,038
CT.S	0,04	0,07	0,9	1	0,07	16	1,5	1,55	0,002	0,001
CT.T	6,00	6,00	1	1	6,00	22	2,5	0,80	0,07	0,03

Cuadro auxiliar de baja tensión del CT				
Línea	Modo de instalación	Tipo	Denominación cable	Øext. Tubo (mm)
CT.R	Cables multiconductores en tubos grapados al techo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
CT.S	Cables multiconductores en tubos grapados al techo	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	16
CT.T	Cables multiconductores en tubos grapados a la pared	B2	RZ1-K-0,6/1KV 2x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	16

2.7.5 Dimensionamiento de la ventilación del Centro de Transformación

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

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

$$P_p = W_{Cu} + W_{Fe} = 1,03KW + 6,5KW = 7,53KW$$

$$H = 1,4 \text{ m}$$

$$\Delta T = 15 \text{ °C}$$



Formula:

$$Q = \frac{P_p}{1,16 \cdot \Delta T} = \frac{7,53}{1,16 \cdot 15} = 0,43 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$V_s = 4,6 \cdot \frac{\sqrt{H}}{\Delta T} = 4,6 \cdot \frac{\sqrt{1,4}}{15} = 0,36 \text{ m/seg}$$

$$S = \frac{Q}{V_s} = \frac{0,43}{0,36} = 1,2 \text{ m}^2$$

Siendo:

- **S** → Superficie en m^2 de la rejilla.
- **Pp** → Pérdidas de potencia del propio transformador en (KW).
- **Wcu** → Pérdidas de Cobre.
- **Wfe** → Pérdidas de Hierro.
- **H** → Diferencia de altura entre la rejilla de entrada y la de salida.
- ΔT → Diferencia de temperatura entre el aire de entrada y el de salida en ($^{\circ}\text{C}$).
- **Vs** → Velocidad de salida del aire en (m/seg).
- **Q** → Caudal del aire en (m^3/seg).

Cálculos:

$$S = 1,2 \text{ m}^2 \text{ (superficie de la rejilla de ventilación del CT)}$$

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

$$\text{Sentrada} = 1,2 + (1,2 \cdot 40\%) = 1,68 \text{ m}^2$$

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

$$\text{Sentrada} = 0,92 \cdot \text{Ssalida}$$



Por tanto, la superficie mínima de la rejilla de salida es:

$$S_{salida} = 1,83 \text{ m}^2$$

El edificio dispondrá de una rejilla de ventilación para la entrada de aire situada en la parte lateral derecha inferior, junto al transformador, con superficie de $0,84 \text{ m}^2$ con dimensiones de $2 \times 0,42 \text{ m}$. Para la salida de aire se dispone de una rejilla en la parte superior lateral izquierda, $1,4 \text{ m}$ por encima de la anterior de dimensiones $2 \times 0,62 \text{ m}$, con superficie de $1,24 \text{ m}^2$, en la fachada delantera dispondremos de dos rejillas una de entrada de aire situada en la misma puerta de entrada al transformador con superficie de $0,84 \text{ m}^2$ que con dimensiones de $1,2 \times 0,7 \text{ m}$, para la rejilla de salida de aire que se encuentra situada también en la misma fachada delantera a $1,4 \text{ m}$ por encima de la anterior con una superficie de $0,60 \text{ m}^2$ con unas dimensiones de $1,2 \times 0,5 \text{ m}$.

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

2.7.6 Dimensiones del pozo apagafuegos

La cuba (foso de recogida de aceite) se integra en el propio diseño del edificio prefabricado. Con capacidad de 760 litros , está diseñada para recoger en su interior el aceite del transformador sin que éste se derrame por la base y con el fin de minimizar el daño en caso de incendio.

Sobre la cuba se dispone de una bandeja cortafuegos de acero galvanizado perforada y cubierta por grava para la absorción del fluido en caso de derrame.

2.7.7 Cálculo de la instalación de puesta a tierra del CT

2.7.7.1 Introducción

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

Datos de partida:

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



Características del Centro de Transformación:

- La caseta tiene 3,76 m de largo y 2,50 m de ancho.
- La resistividad del terreno: $\rho = 150 \Omega \cdot m$
- La resistividad del hormigón: $\rho_{HORMIGÓN} = 3000 \Omega \cdot m$

El neutro de la red de distribución en media tensión esta conectado rígidamente a tierra.

Por ello, la intensidad máxima de defecto dependerá de la resistencia de puesta a tierra de protección del centro, así como de las características de la red de media tensión.

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

2.7.7.2 Tierra de protección

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

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

Para la tierra de protección se ha adoptado la configuración 50-30/8/42 cuyos datos son los siguientes:

- $K_r = 0,089 \Omega/\Omega \cdot m$
- $K_p = 0,0145 V/\Omega \cdot m \cdot A$
- $K_c = 0,0447 V/\Omega \cdot m \cdot A$

Descripción:

Estará constituida por 4 picas en configuración rectangular de dimensiones 5x3 metros unidas por un conductor horizontal de Cobre desnudo de 50 mm^2 de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 2 metros. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,8 metros. Estas picas formarán un rectángulo de dimensiones 5x3 metros.



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

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

2.7.7.4 Tierra de servicio

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

Para la tierra de servicio se ha adoptado la configuración 8/22 cuyos datos son los siguientes:

$$\text{➤ } K_r = 0,194 \Omega/\Omega \cdot m$$

Descripción:

Estará constituida por 2 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de Cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 2 metros, la separación entre picas será de 3 metros. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,8 metros.

NOTA: Se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando se cumplan las Comprobaciones.

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

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

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



2.7.7.5 Resistencia de la tierra de Protección

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

- Resistencia del sistema de puesta a tierra:

$$R_T = K_r \cdot \rho = 0,089 \cdot 150 = 13,35\Omega$$

- Intensidad de defecto:

Dato suministrado por la propia compañía suministradora, en nuestro caso Iberdrola:

$$I_d = 400A$$

- Tensión de defecto:

$$U_d = R_T \cdot I_d = 13,35 \cdot 400 = 5340V$$

Se debe de cumplir la siguiente igualdad:

$$U_d = 5340V < 10000V$$

El aislamiento de las instalaciones de Baja Tensión del Centro de Transformación deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada (U_d), pero no deberá superar $U_{BT} = 10000V$.

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

2.7.7.6 Resistencia de la tierra de Servicio

$$R_T = K_r \cdot \rho = 0,194 \cdot 150 = 29,1\Omega < 37\Omega$$

2.7.7.7 Tensiones en el exterior de la instalación

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



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

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

$$U_{Pm\acute{a}x}(ext) = K_P \cdot \rho \cdot I_d = 0,0145 \cdot 150 \cdot 400 = 870V$$

2.7.7.8 Tensiones en el interior de la instalación

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

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

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

$$U_{Pm\acute{a}x}(acc) = K_C \cdot \rho \cdot I_d = 0,0447 \cdot 150 \cdot 400 = 2682V$$

2.7.7.9 Tensiones aplicadas

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

➤ Tensión de paso en el exterior:

$$U_{Padm} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \rho}{1000}\right) = \frac{10 \cdot 72}{0,45^1} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot 150}{1000}\right) = 3040V$$



➤ Tensión de paso en el acceso:

$$U_{Padm} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot \rho + 3 \cdot \rho_{HORMIGÓN}}{1000} \right) = \frac{10 \cdot 72}{0,45^1} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot 150 + 3 \cdot 3000}{1000} \right) = 16720V$$

Siendo:

- U_{Padm} → Tensión de paso admisible la que es capaz de soportar en (V)
- t → Tiempo de desconexión, la compañía suministradora en nuestro caso Iberdrola nos da el dato que es $t=0,45\text{seg}$.
- K, n → Constantes que están en función del tiempo de desconexión (t), se obtienen en el MIE RAT 13, si $t < 0,9\text{seg}$, la $K=72$ y la $n=1$.
- ρ → Resistividad del terreno, que en nuestro caso es ($150 \Omega\text{m}$)
- $\rho_{HORMIGÓN}$ → Resistividad del hormigón, que es ($3000 \Omega\text{m}$)

Obteniendo los siguientes resultados:

$$U_{Padm} (\text{exterior}) = 3040 V$$

$$U_{Padm} (\text{acceso}) = 16720 V$$

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

➤ En el exterior:

$$U_{Pm\acute{a}x} (\text{ext}) = K_P \cdot \rho \cdot I_d = 0,0145 \cdot 150 \cdot 400 = 870V < 3040V$$

➤ En el acceso al centro de transformación:

$$U_{Pm\acute{a}x} (\text{acc}) = K_C \cdot \rho \cdot I_d = 0,0447 \cdot 150 \cdot 400 = 2682V < 16720V$$



2.7.7.10 Tensiones transferidas al exterior

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

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

$$D_{\min} \geq \frac{\rho \cdot I_d}{2 \cdot \pi \cdot 1000} = \frac{150 \cdot 285,71}{2 \cdot \pi \cdot 1000} = 6,82m$$

2.7.7.11 Corrección y ajuste si procede

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

Pamplona, Junio 2013.

Iñigo Berruezo Lizarbe



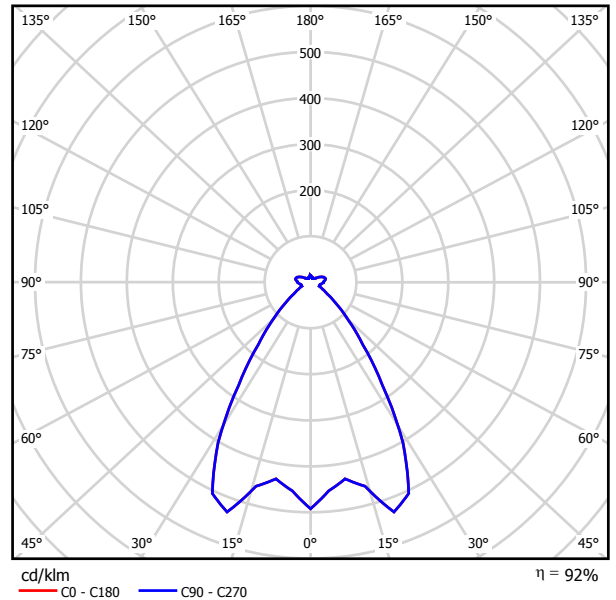
ANEXO DIALUX

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips MPK460 1xHPI-P250W-BU P-D635-NB / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



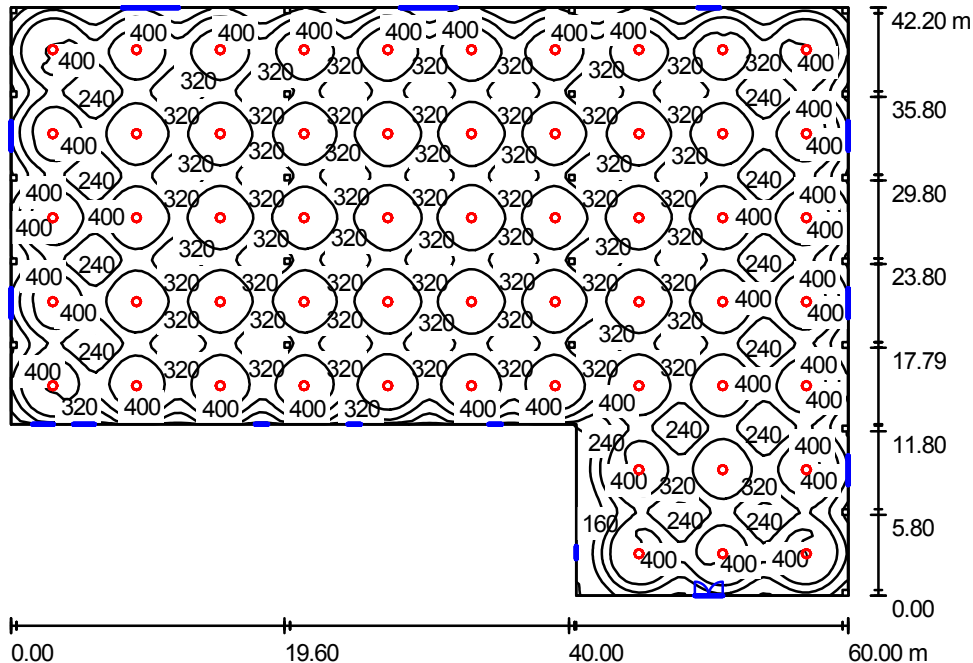
Clasificación luminarias según CIE: 85
Código CIE Flux: 76 91 95 85 91

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
h Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
h Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
h Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara				Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	15.8	16.6	16.2	17.0	17.5	15.8	16.6	16.2	17.0	17.5
	3H	16.2	17.0	16.7	17.4	18.0	16.2	17.0	16.7	17.4	18.0
	4H	16.7	17.5	17.3	18.0	18.5	16.7	17.5	17.3	18.0	18.5
	6H	17.8	18.5	18.3	19.0	19.5	17.8	18.5	18.3	19.0	19.5
	8H	18.6	19.3	19.2	19.8	20.4	18.6	19.3	19.2	19.8	20.4
4H	12H	19.8	20.4	20.4	20.9	21.5	19.8	20.4	20.4	20.9	21.5
	2H	15.8	16.5	16.3	17.0	17.5	15.8	16.5	16.3	17.0	17.5
	3H	16.5	17.1	17.0	17.6	18.2	16.5	17.1	17.0	17.6	18.2
	4H	17.3	17.8	17.9	18.4	19.0	17.3	17.8	17.9	18.4	19.0
	6H	18.7	19.2	19.4	19.8	20.5	18.7	19.2	19.4	19.8	20.5
8H	8H	19.8	20.2	20.5	20.9	21.6	19.8	20.2	20.5	20.9	21.6
	12H	21.2	21.6	21.9	22.3	23.0	21.2	21.6	21.9	22.3	23.0
	4H	17.7	18.1	18.3	18.7	19.4	17.7	18.1	18.3	18.7	19.4
	6H	19.5	19.9	20.2	20.5	21.3	19.5	19.9	20.2	20.5	21.3
	8H	20.9	21.2	21.6	21.9	22.6	20.9	21.2	21.6	21.9	22.6
12H	12H	22.6	22.9	23.3	23.5	24.3	22.6	22.9	23.3	23.5	24.3
	4H	17.8	18.2	18.5	18.9	19.6	17.8	18.2	18.5	18.9	19.6
	6H	19.8	20.2	20.5	20.8	21.6	19.8	20.2	20.5	20.8	21.6
	8H	21.3	21.6	22.0	22.3	23.1	21.3	21.6	22.0	22.3	23.1
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.3 / -0.3				+0.3 / -0.3						
S = 1.5H	+0.8 / -0.6				+0.8 / -0.6						
S = 2.0H	+1.5 / -1.0				+1.5 / -1.0						
Tabla estándar	---				---						
Sumando de corrección	---				---						
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 18000lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Nave industrial / Resumen



Altura del local: 6.700 m, Altura de montaje: 6.100 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:542

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	355	76	475	0.216
Suelo	20	347	90	419	0.259
Techo	70	111	64	185	0.578
Paredes (7)	50	134	55	218	/

Plano útil:

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

Lista de piezas - Luminarias

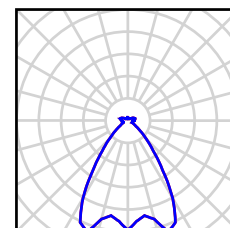
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	56	Philips MPK460 1xHPI-P250W-BU P-D635-NB (1.000)	16560	18000	274.0
Total:			927360	1008000	15344.0

Valor de eficiencia energética: $7.54 \text{ W/m}^2 = 2.13 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 2033.85 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Nave industrial / Lista de luminarias

56 Pieza Philips MPK460 1xHPI-P250W-BU P-D635-NB
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 16560 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 18000 lm
Potencia de las luminarias: 274.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 85
Código CIE Flux: 76 91 95 85 91
Lámpara: 1 x HPI-P250W-BU/743 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Nave industrial / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 927360 lm
Potencia total: 15344.0 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	280	74	355	/	/
Superficie de cálculo 5	296	77	373	/	/
Suelo	272	75	347	20	22
Techo	43	68	111	70	25
Pared 1	77	77	154	50	25
Pared 2	36	59	95	50	15
Pared 3	58	58	116	50	18
Pared 4	66	63	129	50	21
Pared 5	69	69	138	50	22
Pared 6	66	65	131	50	21
Pared 6_1	62	66	128	50	20

Simetrías en el plano útil

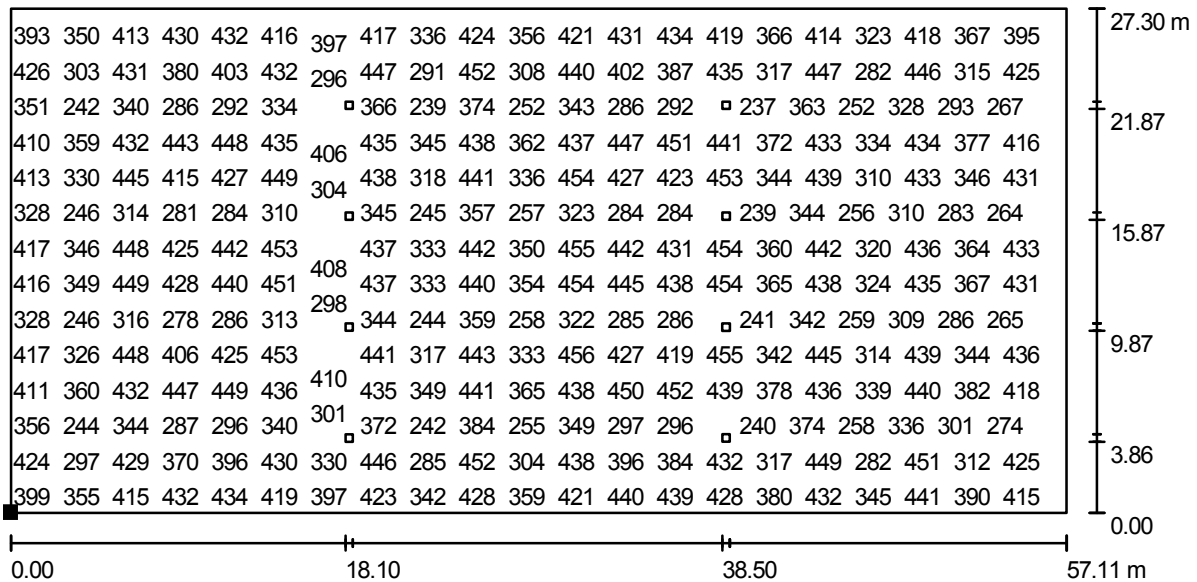
E_{\min} / E_{\max} : 0.216 (1:5)

E_{\min} / E_{\max} : 0.161 (1:6)

Valor de eficiencia energética: $7.54 \text{ W/m}^2 = 2.13 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 2033.85 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

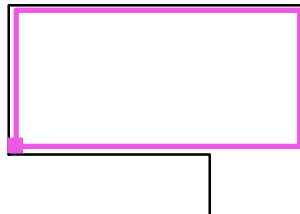
Nave industrial / Superficie de cálculo 5 / Gráfico de valores (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 409

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(74.287 m, 15.800 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]
373

E_{min} [lx]
224

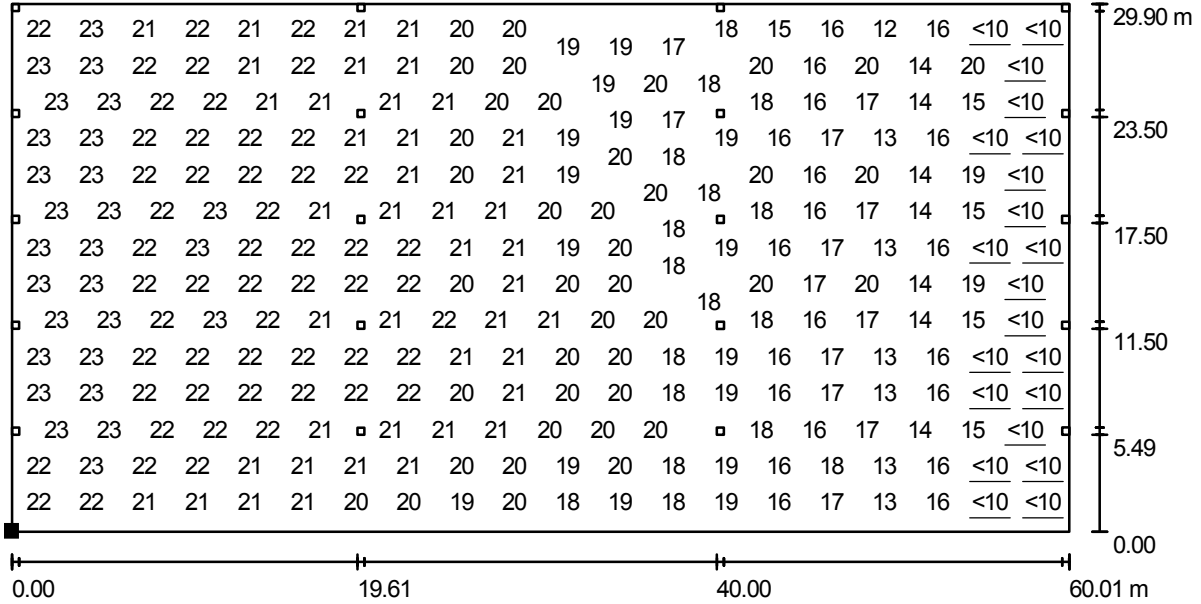
E_{max} [lx]
472

E_{min} / E_m
0.602

E_{min} / E_{max}
0.475

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

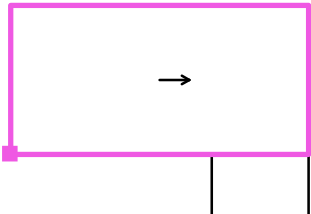
Nave industrial / Superficie de cálculo UGR 1 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 429

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(72.780 m, 14.166 m, 1.200 m)



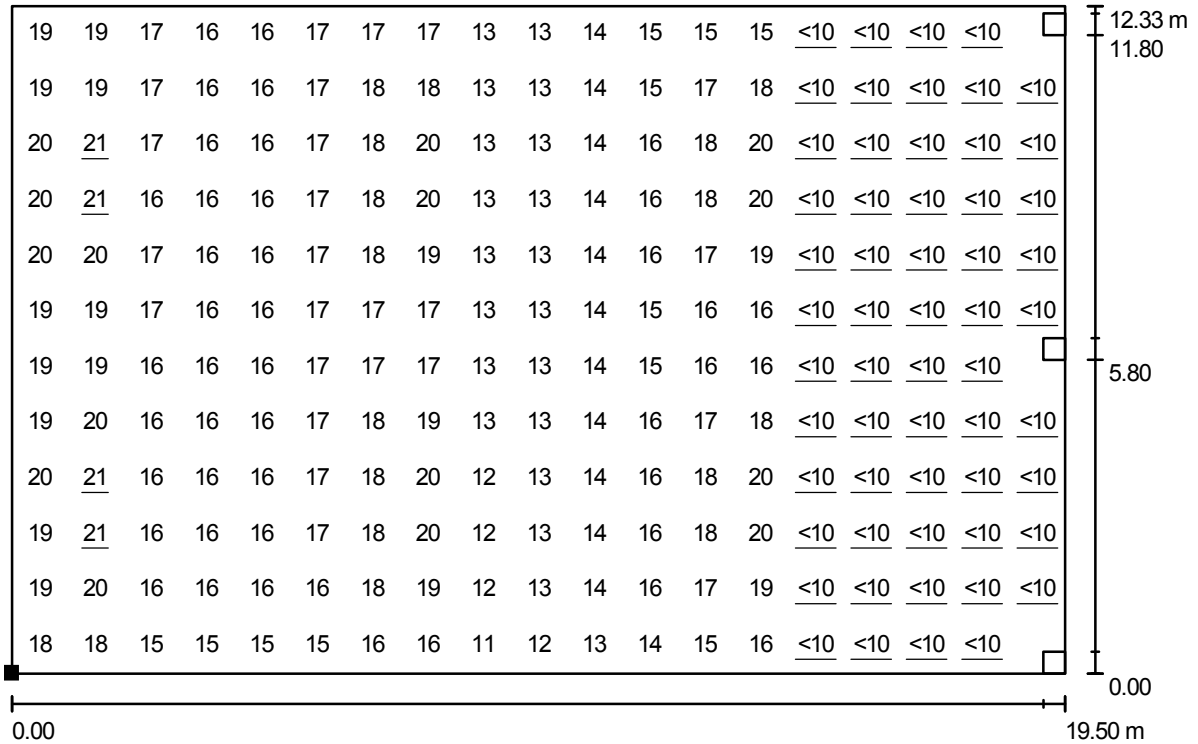
Trama: 60 x 29 Puntos

Min /

Max 24

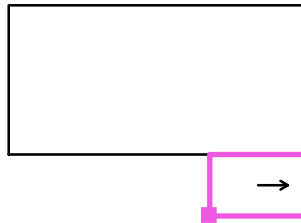
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Nave industrial / Superficie de cálculo UGR 2 / Gráfico de valores (UGR)



No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(113.286 m, 1.865 m, 1.200 m)



Trama: 19 x 12 Puntos

Min
/

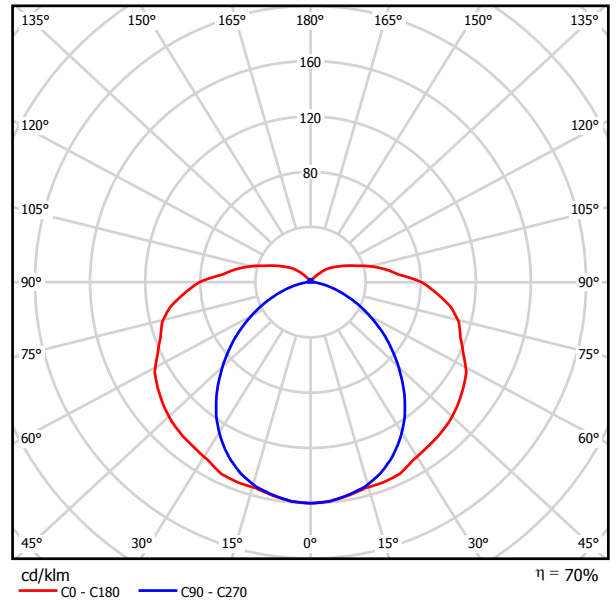
Max
21

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips TCW060 2xTL5-28W HF / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



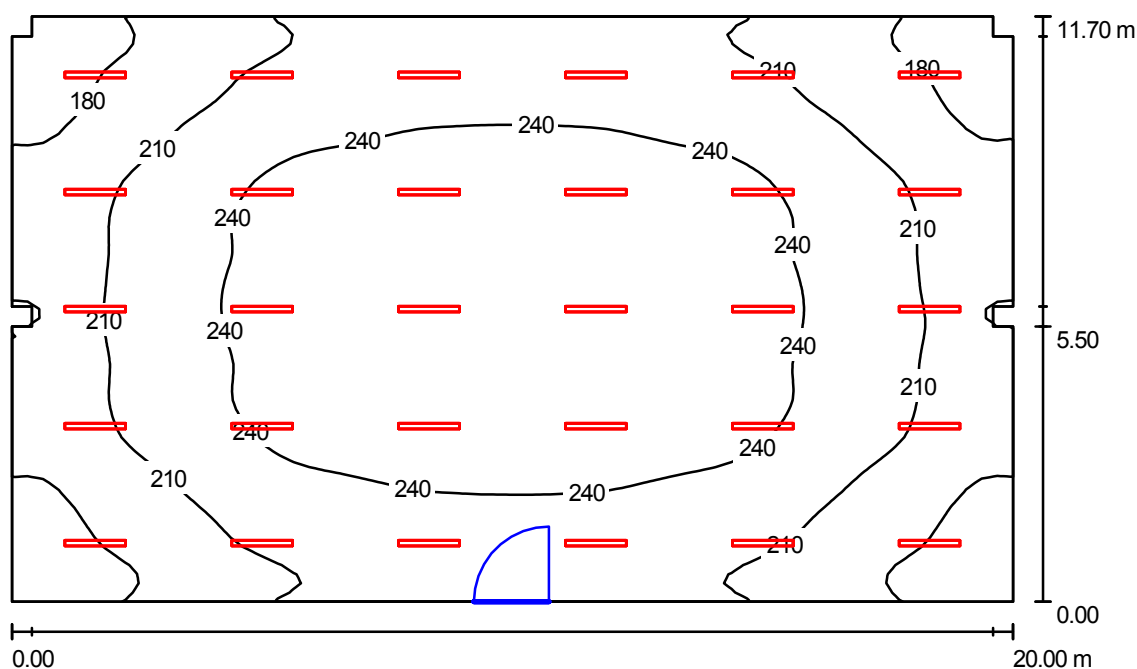
Clasificación luminarias según CIE: 87
Código CIE Flux: 36 64 85 87 70

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
h Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
h Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
h Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	18.6	20.0	19.1	20.4	20.9	15.7	17.0	16.1	17.4	17.9
	3H	21.1	22.3	21.6	22.8	23.4	16.7	17.9	17.2	18.4	18.9
	4H	22.5	23.6	23.0	24.1	24.7	17.0	18.1	17.5	18.6	19.2
	6H	23.8	24.9	24.3	25.4	26.0	17.2	18.3	17.7	18.8	19.4
	8H	24.4	25.4	25.0	26.0	26.6	17.2	18.3	17.8	18.8	19.4
12H	25.0	26.0	25.6	26.5	27.2	17.3	18.3	17.8	18.8	19.4	
4H	2H	19.2	20.4	19.7	20.9	21.4	17.1	18.3	17.6	18.8	19.3
	3H	22.0	23.0	22.5	23.5	24.1	18.5	19.5	19.1	20.0	20.7
	4H	23.5	24.4	24.1	24.9	25.6	19.0	19.9	19.6	20.5	21.1
	6H	25.0	25.8	25.6	26.4	27.1	19.4	20.2	20.0	20.8	21.4
	8H	25.8	26.5	26.4	27.1	27.8	19.4	20.2	20.1	20.8	21.5
12H	26.5	27.2	27.1	27.8	28.5	19.5	20.2	20.1	20.8	21.5	
8H	4H	23.8	24.5	24.4	25.1	25.8	20.3	21.0	20.9	21.6	22.3
	6H	25.6	26.2	26.2	26.9	27.6	21.0	21.6	21.6	22.3	23.0
	8H	26.5	27.1	27.2	27.7	28.5	21.3	21.8	21.9	22.5	23.2
	12H	27.5	27.9	28.1	28.6	29.4	21.4	21.9	22.1	22.6	23.3
	12H	4H	23.8	24.5	24.4	25.1	25.8	20.6	21.3	21.2	21.9
6H	25.7	26.2	26.3	26.9	27.6	21.6	22.1	22.2	22.8	23.5	
8H	26.7	27.2	27.4	27.9	28.6	22.0	22.5	22.7	23.1	23.9	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1					
S = 1.5H	+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.3					
S = 2.0H	+0.3 / -0.4					+0.4 / -0.6					
Tabla estándar	BK11					BK13					
Sumando de corrección	9.9					4.1					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5250lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Cámara de frío / Resumen



Altura del local: 6.700 m, Altura de montaje: 6.700 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:151

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	224	157	267	0.700
Suelo	20	208	147	247	0.708
Techo	70	119	64	434	0.540
Paredes (16)	50	184	81	466	/

Plano útil:

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

Lista de piezas - Luminarias

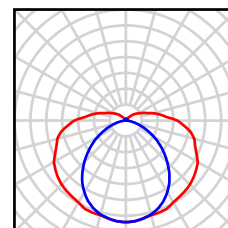
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	30	Philips TCW060 2xTL5-28W HF (1.000)	3675	5250	62.0
			Total: 110250	Total: 157500	1860.0

Valor de eficiencia energética: $7.97 \text{ W/m}^2 = 3.56 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 233.36 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Cámara de frío / Lista de luminarias

30 Pieza Philips TCW060 2xTL5-28W HF
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3675 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5250 lm
Potencia de las luminarias: 62.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 87
Código CIE Flux: 36 64 85 87 70
Lámpara: 2 x TL5-28W/840 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Cámara de frío / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 110250 lm
Potencia total: 1860.0 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	137	86	224	/	/
Suelo	124	84	208	20	13
Techo	45	74	119	70	26
Pared 1	40	73	113	50	18
Pared 2	102	70	172	50	27
Pared 3	42	74	116	50	18
Pared 4	80	72	151	50	24
Pared 5	134	72	206	50	33
Pared 6	80	72	152	50	24
Pared 7	42	74	115	50	18
Pared 8	102	70	172	50	27
Pared 9	40	73	113	50	18
Pared 10	82	69	151	50	24
Pared 11	74	69	143	50	23
Pared 12	70	77	147	50	23
Pared 13	136	71	207	50	33
Pared 14	70	77	147	50	23
Pared 15	74	71	145	50	23
Pared 16	82	69	151	50	24

Simetrías en el plano útil

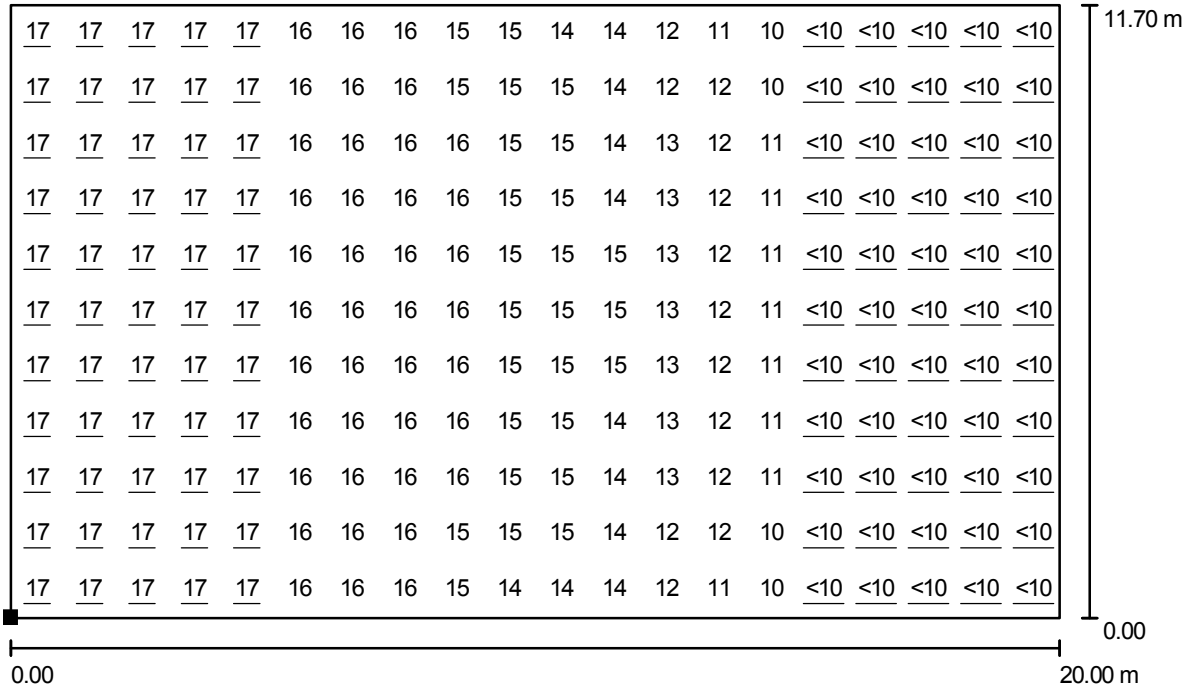
E_{\min} / E_{\max} : 0.700 (1:1)

E_{\min} / E_{\max} : 0.587 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $7.97 \text{ W/m}^2 = 3.56 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 233.36 m^2)

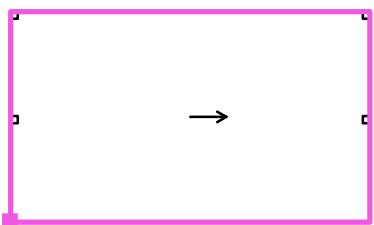
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Cámara de frío / Superficie de cálculo UGR 1 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 144

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(112.782 m, 44.166 m, 1.200 m)



Trama: 20 x 11 Puntos

Min
/

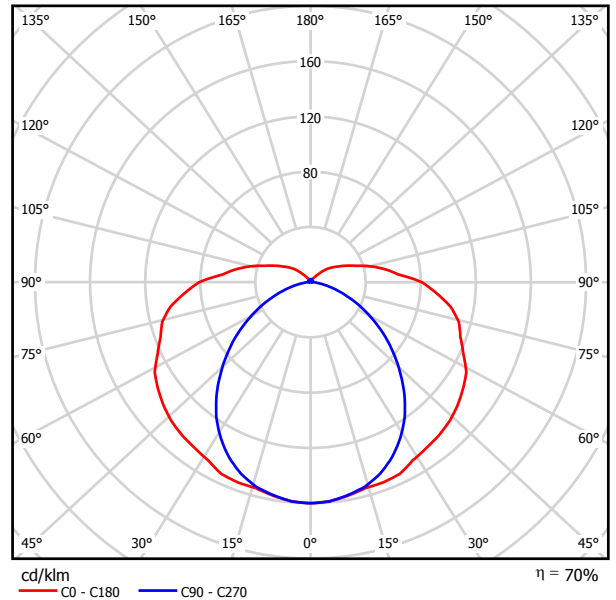
Max
17

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips TCW060 2xTL5-28W HF / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



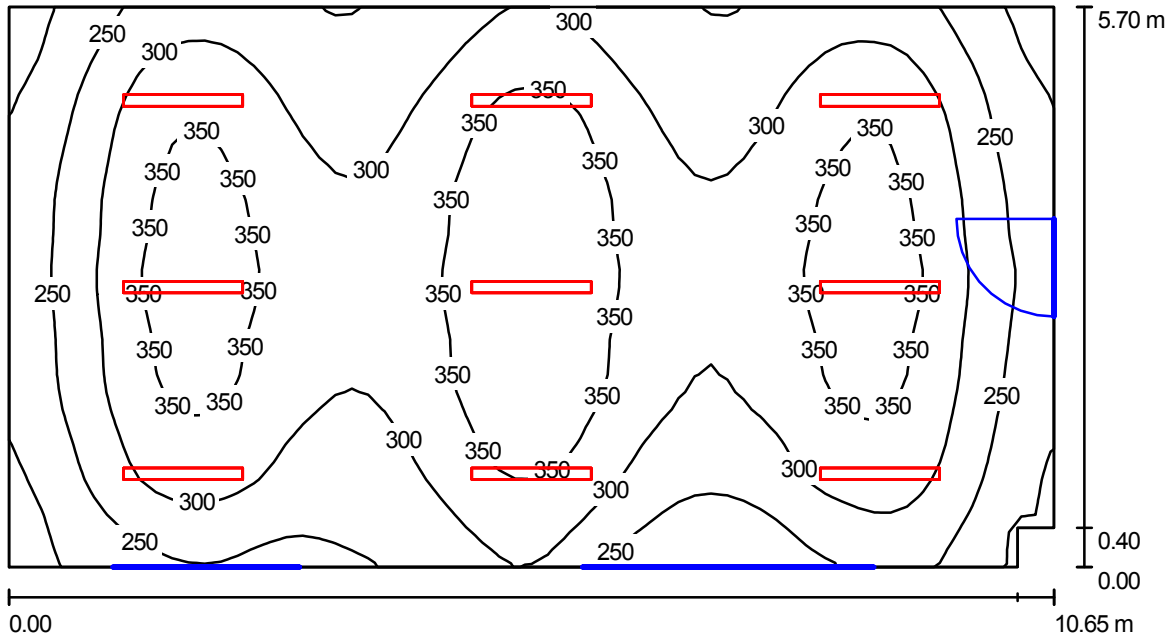
Clasificación luminarias según CIE: 87
Código CIE Flux: 36 64 85 87 70

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
h Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
h Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
h Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	18.6	20.0	19.1	20.4	20.9	15.7	17.0	16.1	17.4	17.9
	3H	21.1	22.3	21.6	22.8	23.4	16.7	17.9	17.2	18.4	18.9
	4H	22.5	23.6	23.0	24.1	24.7	17.0	18.1	17.5	18.6	19.2
	6H	23.8	24.9	24.3	25.4	26.0	17.2	18.3	17.7	18.8	19.4
	8H	24.4	25.4	25.0	26.0	26.6	17.2	18.3	17.8	18.8	19.4
12H	25.0	26.0	25.6	26.5	27.2	17.3	18.3	17.8	18.8	19.4	
4H	2H	19.2	20.4	19.7	20.9	21.4	17.1	18.3	17.6	18.8	19.3
	3H	22.0	23.0	22.5	23.5	24.1	18.5	19.5	19.1	20.0	20.7
	4H	23.5	24.4	24.1	24.9	25.6	19.0	19.9	19.6	20.5	21.1
	6H	25.0	25.8	25.6	26.4	27.1	19.4	20.2	20.0	20.8	21.4
	8H	25.8	26.5	26.4	27.1	27.8	19.4	20.2	20.1	20.8	21.5
12H	26.5	27.2	27.1	27.8	28.5	19.5	20.2	20.1	20.8	21.5	
8H	4H	23.8	24.5	24.4	25.1	25.8	20.3	21.0	20.9	21.6	22.3
	6H	25.6	26.2	26.2	26.9	27.6	21.0	21.6	21.6	22.3	23.0
	8H	26.5	27.1	27.2	27.7	28.5	21.3	21.8	21.9	22.5	23.2
	12H	27.5	27.9	28.1	28.6	29.4	21.4	21.9	22.1	22.6	23.3
12H	4H	23.8	24.5	24.4	25.1	25.8	20.6	21.3	21.2	21.9	22.6
	6H	25.7	26.2	26.3	26.9	27.6	21.6	22.1	22.2	22.8	23.5
	8H	26.7	27.2	27.4	27.9	28.6	22.0	22.5	22.7	23.1	23.9
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1					
S = 1.5H	+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.3					
S = 2.0H	+0.3 / -0.4					+0.4 / -0.6					
Tabla estándar	BK11					BK13					
Sumando de corrección	9.9					4.1					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5250lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacén / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:77

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	303	178	397	0.587
Suelo	20	258	173	314	0.668
Techo	70	132	73	457	0.556
Paredes (6)	50	221	119	564	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

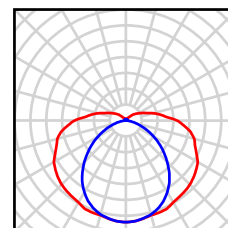
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	9	Philips TCW060 2xTL5-28W HF (1.000)	3675	5250	62.0
			Total: 33075	Total: 47250	558.0

Valor de eficiencia energética: $9.21 \text{ W/m}^2 = 3.04 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 60.56 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacén / Lista de luminarias

9 Pieza Philips TCW060 2xTL5-28W HF
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3675 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5250 lm
Potencia de las luminarias: 62.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 87
Código CIE Flux: 36 64 85 87 70
Lámpara: 2 x TL5-28W/840 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacén / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 33075 lm
Potencia total: 558.0 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	203	99	303	/	/
Suelo	162	96	258	20	16
Techo	50	82	132	70	29
Pared 1	171	82	254	50	40
Pared 2	89	89	178	50	28
Pared 3	70	77	147	50	23
Pared 4	88	81	170	50	27
Pared 5	167	81	247	50	39
Pared 6	89	83	171	50	27

Simetrías en el plano útil

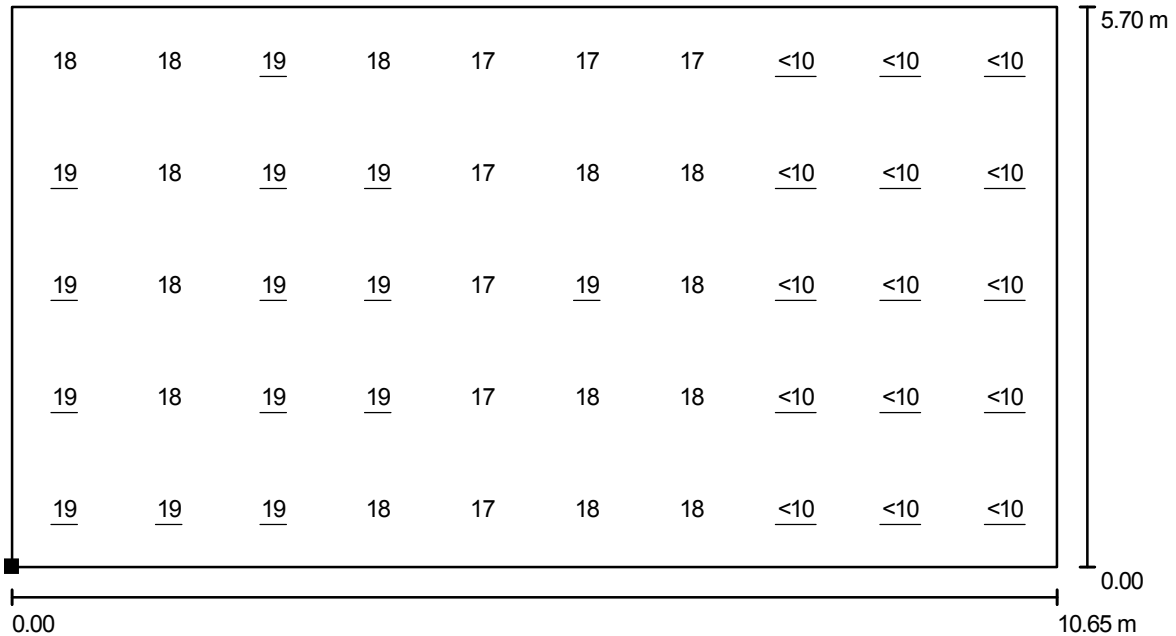
E_{\min} / E_{\max} : 0.587 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.447 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $9.21 \text{ W/m}^2 = 3.04 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 60.56 m^2)

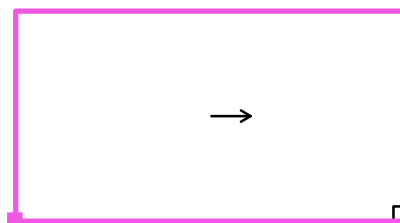
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacén / Superficie de cálculo UGR 3 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 77

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(162.637 m, -35.295 m, 1.200 m)



Trama: 10 x 5 Puntos

Min
/

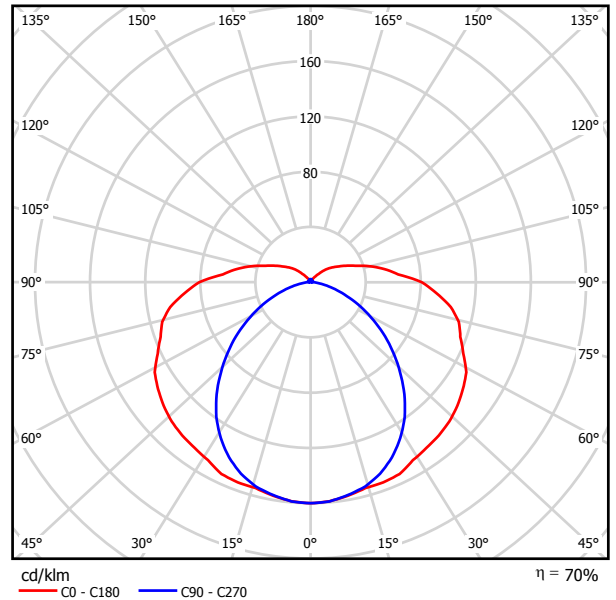
Max
19

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips TCW060 2xTL5-28W HF / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



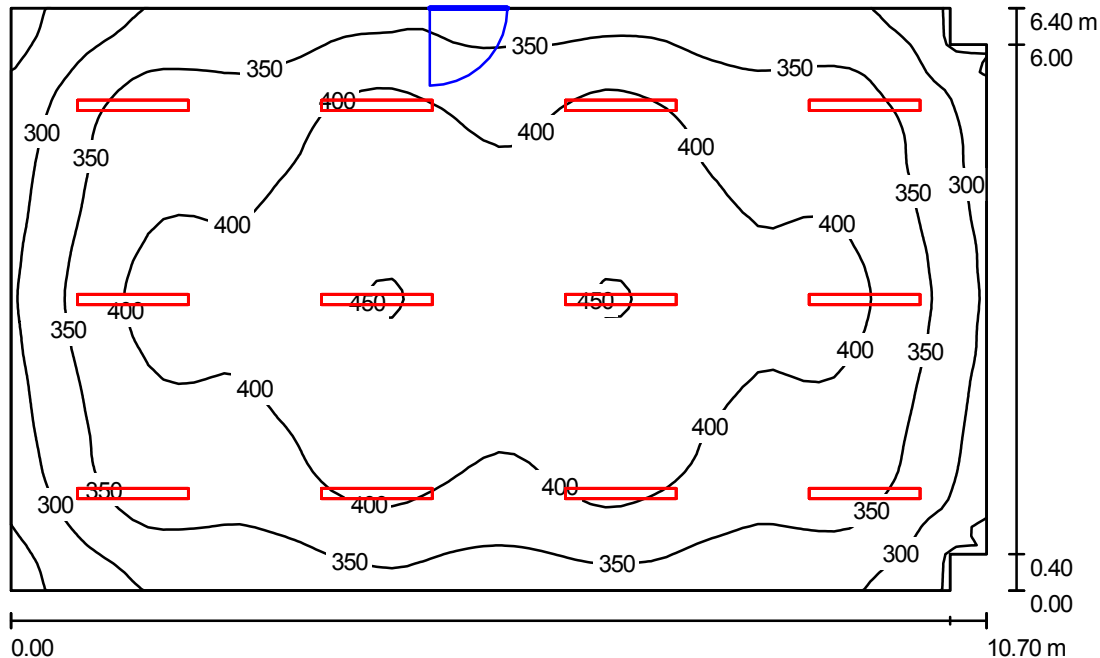
Clasificación luminarias según CIE: 87
Código CIE Flux: 36 64 85 87 70

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
n Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
n Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
n Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	18.6	20.0	19.1	20.4	20.9	15.7	17.0	16.1	17.4	17.9
	3H	21.1	22.3	21.6	22.8	23.4	16.7	17.9	17.2	18.4	18.9
	4H	22.5	23.6	23.0	24.1	24.7	17.0	18.1	17.5	18.6	19.2
	6H	23.8	24.9	24.3	25.4	26.0	17.2	18.3	17.7	18.8	19.4
	8H	24.4	25.4	25.0	26.0	26.6	17.2	18.3	17.8	18.8	19.4
12H	25.0	26.0	25.6	26.5	27.2	17.3	18.3	17.8	18.8	19.4	
4H	2H	19.2	20.4	19.7	20.9	21.4	17.1	18.3	17.6	18.8	19.3
	3H	22.0	23.0	22.5	23.5	24.1	18.5	19.5	19.1	20.0	20.7
	4H	23.5	24.4	24.1	24.9	25.6	19.0	19.9	19.6	20.5	21.1
	6H	25.0	25.8	25.6	26.4	27.1	19.4	20.2	20.0	20.8	21.4
	8H	25.8	26.5	26.4	27.1	27.8	19.4	20.2	20.1	20.8	21.5
12H	26.5	27.2	27.1	27.8	28.5	19.5	20.2	20.1	20.8	21.5	
8H	4H	23.8	24.5	24.4	25.1	25.8	20.3	21.0	20.9	21.6	22.3
	6H	25.6	26.2	26.2	26.9	27.6	21.0	21.6	21.6	22.3	23.0
	8H	26.5	27.1	27.2	27.7	28.5	21.3	21.8	21.9	22.5	23.2
	12H	27.5	27.9	28.1	28.6	29.4	21.4	21.9	22.1	22.6	23.3
12H	4H	23.8	24.5	24.4	25.1	25.8	20.6	21.3	21.2	21.9	22.6
	6H	25.7	26.2	26.3	26.9	27.6	21.6	22.1	22.2	22.8	23.5
	8H	26.7	27.2	27.4	27.9	28.6	22.0	22.5	22.7	23.1	23.9
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1				
S = 1.5H		+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.3				
S = 2.0H		+0.3 / -0.4					+0.4 / -0.6				
Tabla estándar		BK11					BK13				
Sumando de corrección		9.9					4.1				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5250lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Vestuario M / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:83

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	375	233	454	0.620
Suelo	20	326	222	386	0.682
Techo	70	164	96	471	0.585
Paredes (8)	50	276	149	527	/

Plano útil:

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

Lista de piezas - Luminarias

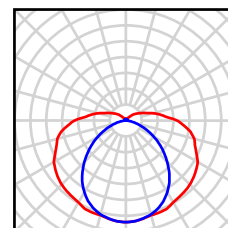
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	12	Philips TCW060 2xTL5-28W HF (1.000)	3675	5250	62.0
			Total: 44100	Total: 63000	744.0

Valor de eficiencia energética: $10.92 \text{ W/m}^2 = 2.91 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 68.16 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Vestuario M / Lista de luminarias

12 Pieza Philips TCW060 2xTL5-28W HF
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3675 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5250 lm
Potencia de las luminarias: 62.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 87
Código CIE Flux: 36 64 85 87 70
Lámpara: 2 x TL5-28W/840 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Vestuario M / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 44100 lm
Potencia total: 744.0 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	248	127	375	/	/
Suelo	200	125	326	20	21
Techo	59	105	164	70	37
Pared 1	205	103	308	50	49
Pared 2	111	116	227	50	36
Pared 3	117	99	216	50	34
Pared 4	124	104	228	50	36
Pared 5	117	99	216	50	34
Pared 6	111	116	227	50	36
Pared 7	206	103	308	50	49
Pared 8	121	107	228	50	36

Simetrías en el plano útil

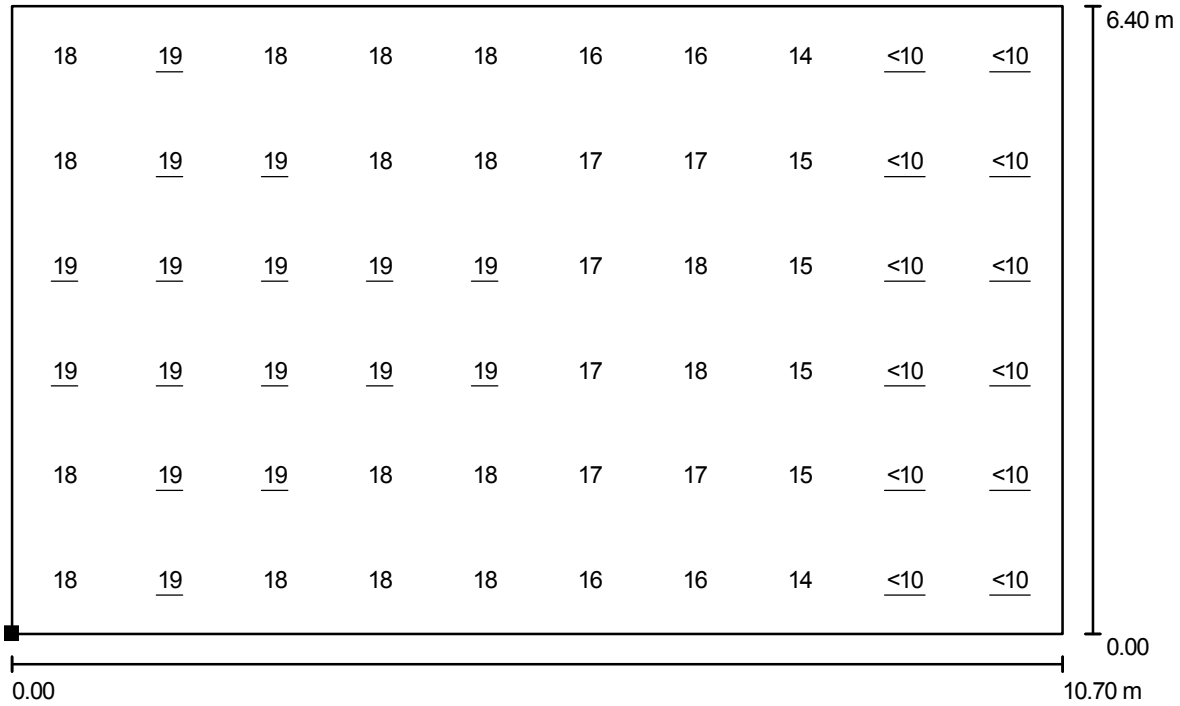
E_{\min} / E_{\max} : 0.620 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.512 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $10.92 \text{ W/m}^2 = 2.91 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 68.16 m^2)

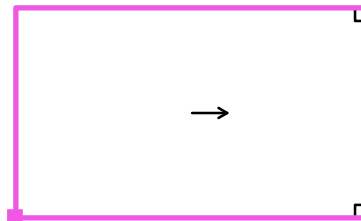
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Vestuario M / Superficie de cálculo UGR 1 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 77

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(162.587 m, -29.495 m, 1.200 m)



Trama: 10 x 6 Puntos

Min
/

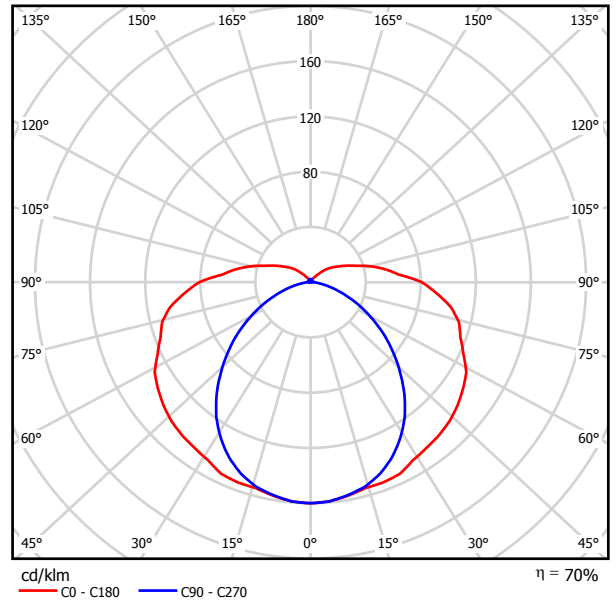
Max
19

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips TCW060 2xTL5-28W HF / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



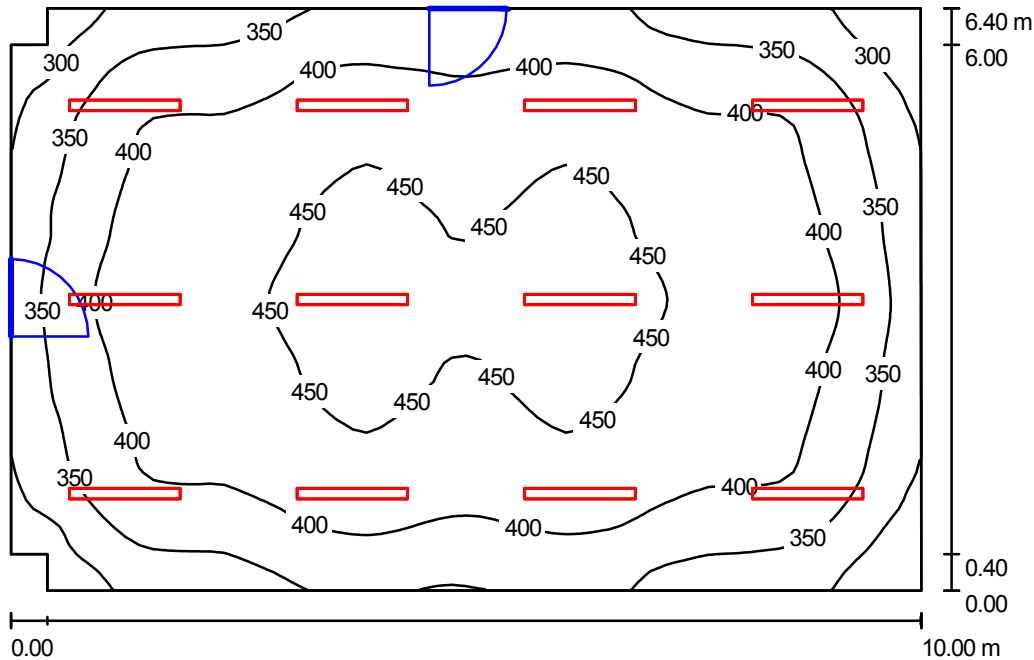
Clasificación luminarias según CIE: 87
Código CIE Flux: 36 64 85 87 70

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
n Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
n Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
n 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	20.0	19.1	20.4	20.9	15.7	17.0	16.1	17.4	17.9
	3H	21.1	22.3	21.6	22.8	23.4	16.7	17.9	17.2	18.4	18.9
	4H	22.5	23.6	23.0	24.1	24.7	17.0	18.1	17.5	18.6	19.2
	6H	23.8	24.9	24.3	25.4	26.0	17.2	18.3	17.7	18.8	19.4
	8H	24.4	25.4	25.0	26.0	26.6	17.2	18.3	17.8	18.8	19.4
12H	25.0	26.0	25.6	26.5	27.2	17.3	18.3	17.8	18.8	19.4	
4H	2H	19.2	20.4	19.7	20.9	21.4	17.1	18.3	17.6	18.8	19.3
	3H	22.0	23.0	22.5	23.5	24.1	18.5	19.5	19.1	20.0	20.7
	4H	23.5	24.4	24.1	24.9	25.6	19.0	19.9	19.6	20.5	21.1
	6H	25.0	25.8	25.6	26.4	27.1	19.4	20.2	20.0	20.8	21.4
	8H	25.8	26.5	26.4	27.1	27.8	19.4	20.2	20.1	20.8	21.5
12H	26.5	27.2	27.1	27.8	28.5	19.5	20.2	20.1	20.8	21.5	
8H	4H	23.8	24.5	24.4	25.1	25.8	20.3	21.0	20.9	21.6	22.3
	6H	25.6	26.2	26.2	26.9	27.6	21.0	21.6	21.6	22.3	23.0
	8H	26.5	27.1	27.2	27.7	28.5	21.3	21.8	21.9	22.5	23.2
	12H	27.5	27.9	28.1	28.6	29.4	21.4	21.9	22.1	22.6	23.3
12H	4H	23.8	24.5	24.4	25.1	25.8	20.6	21.3	21.2	21.9	22.6
	6H	25.7	26.2	26.3	26.9	27.6	21.6	22.1	22.2	22.8	23.5
	8H	26.7	27.2	27.4	27.9	28.6	22.0	22.5	22.7	23.1	23.9
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1				
S = 1.5H		+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.3				
S = 2.0H		+0.3 / -0.4					+0.4 / -0.6				
Tabla estándar		BK11					BK13				
Sumando de corrección		9.9					4.1				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5250lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Vestuario F / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:83

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	399	252	479	0.631
Suelo	20	344	242	406	0.703
Techo	70	176	102	478	0.578
Paredes (8)	50	295	156	542	/

Plano útil:

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

Lista de piezas - Luminarias

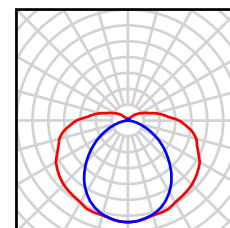
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	12	Philips TCW060 2xTL5-28W HF (1.000)	3675	5250	62.0
			Total: 44100	Total: 63000	744.0

Valor de eficiencia energética: 11.69 W/m² = 2.93 W/m²/100 lx (Base: 63.66 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Vestuario F / Lista de luminarias

12 Pieza Philips TCW060 2xTL5-28W HF
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3675 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5250 lm
Potencia de las luminarias: 62.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 87
Código CIE Flux: 36 64 85 87 70
Lámpara: 2 x TL5-28W/840 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Vestuario F / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 44100 lm
Potencia total: 744.0 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	262	136	399	/	/
Suelo	211	133	344	20	22
Techo	64	112	176	70	39
Pared 1	131	107	239	50	38
Pared 2	116	124	240	50	38
Pared 3	217	111	327	50	52
Pared 4	131	122	253	50	40
Pared 5	218	110	328	50	52
Pared 6	116	124	240	50	38
Pared 7	131	107	239	50	38
Pared 8	135	112	247	50	39

Simetrías en el plano útil

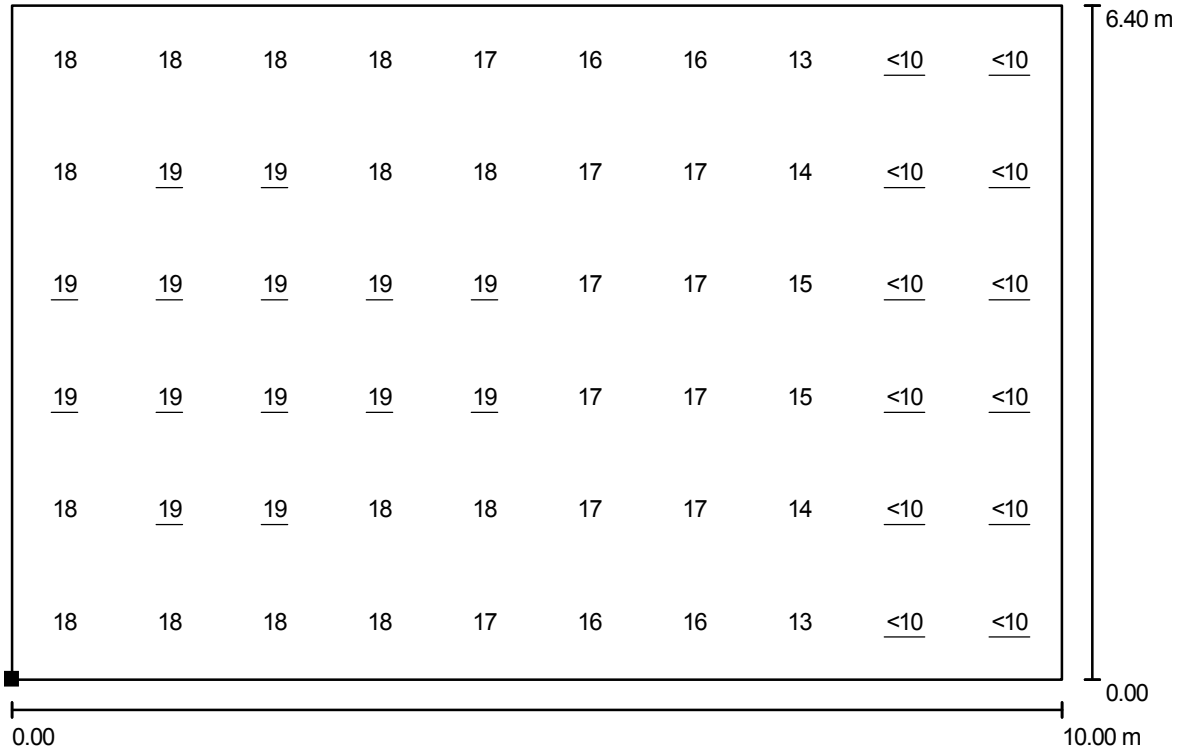
E_{\min} / E_m : 0.631 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.525 (1:2)

Valor de eficiencia energética: 11.69 W/m² = 2.93 W/m²/100 lx (Base: 63.66 m²)

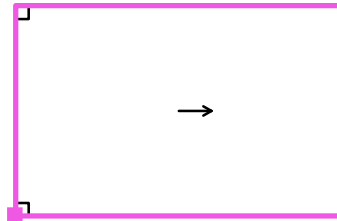
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Vestuario F / Superficie de cálculo UGR 1 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 72

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(152.487 m, -29.495 m, 1.200 m)



Trama: 10 x 6 Puntos

Min
/

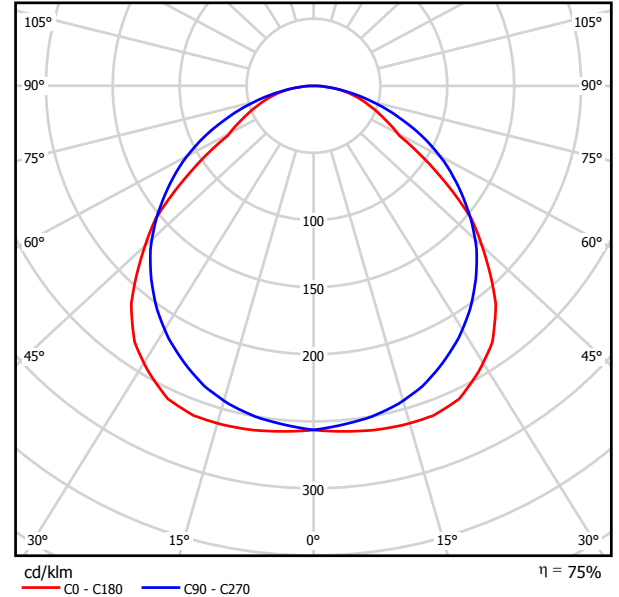
Max
19

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips TMX204 2xTL5-14W HFP +GMX555 MB / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



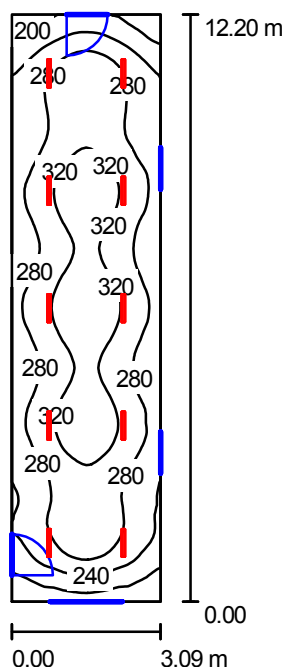
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 49 82 96 100 75

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
h Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
h Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
h Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	19.1	20.4	19.4	20.7	20.9	20.6	21.8	20.8	22.1	22.3
	3H	20.0	21.2	20.3	21.4	21.7	22.1	23.3	22.4	23.5	23.8
	4H	20.5	21.6	20.8	21.8	22.1	22.7	23.8	23.0	24.0	24.3
	6H	20.9	21.9	21.2	22.2	22.5	23.0	24.0	23.4	24.3	24.6
	8H	21.0	22.0	21.4	22.3	22.7	23.1	24.1	23.5	24.4	24.7
4H	12H	21.2	22.1	21.5	22.4	22.8	23.1	24.1	23.5	24.4	24.7
	2H	19.8	20.9	20.2	21.2	21.5	21.0	22.1	21.3	22.4	22.7
	3H	20.9	21.8	21.2	22.1	22.5	22.7	23.6	23.1	24.0	24.3
	4H	21.4	22.3	21.8	22.6	23.0	23.4	24.3	23.8	24.6	25.0
	6H	22.0	22.7	22.4	23.1	23.5	23.9	24.7	24.4	25.0	25.4
8H	8H	22.2	22.9	22.6	23.3	23.7	24.1	24.7	24.5	25.1	25.6
	12H	22.4	23.0	22.8	23.4	23.8	24.2	24.8	24.6	25.2	25.6
	4H	21.8	22.4	22.2	22.8	23.2	23.5	24.2	24.0	24.6	25.0
	6H	22.5	23.0	22.9	23.4	23.9	24.2	24.7	24.6	25.1	25.6
	8H	22.8	23.3	23.3	23.7	24.2	24.4	24.9	24.9	25.3	25.8
12H	12H	23.1	23.5	23.5	23.9	24.4	24.6	25.0	25.1	25.4	25.9
	4H	21.8	22.4	22.2	22.8	23.2	23.5	24.1	24.0	24.5	25.0
	6H	22.5	23.0	23.0	23.5	23.9	24.2	24.7	24.7	25.1	25.6
8H	22.9	23.3	23.4	23.8	24.3	24.5	24.9	25.0	25.3	25.8	
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	+0.6 / -0.8					+0.5 / -0.7					
S = 2.0H	+1.0 / -1.3					+0.6 / -1.1					
Tabla estándar	BK05					BK05					
Sumando de corrección	4.3					6.0					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2500lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:157

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	282	165	353	0.583
Suelo	20	232	157	272	0.677
Techo	70	67	48	78	0.724
Paredes (4)	50	156	60	311	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	22	24	
Trama:	128 x 32 Puntos	Pared inferior	21	23	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de piezas - Luminarias

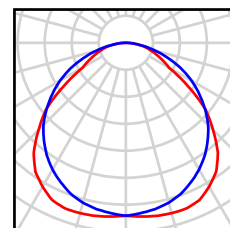
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	10	Philips TMX204 2xTL5-14W HFP +GMX555 MB (1.000)	1875	2500	33.0
			Total: 18750	Total: 25000	330.0

Valor de eficiencia energética: $8.75 \text{ W/m}^2 = 3.10 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 37.70 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo / Lista de luminarias

10 Pieza Philips TMX204 2xTL5-14W HFP +GMX555 MB
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 1875 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 2500 lm
Potencia de las luminarias: 33.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 49 82 96 100 75
Lámpara: 2 x TL5-14W/840 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 18750 lm
Potencia total: 330.0 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	216	66	282	/	/
Suelo	165	67	232	20	15
Techo	0.06	67	67	70	15
Pared 1	82	60	142	50	23
Pared 2	98	61	159	50	25
Pared 3	84	60	144	50	23
Pared 4	99	62	160	50	26

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.583 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.467 (1:2)

UGR

Pared izq

Pared inferior

(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

22

21

Tran

24

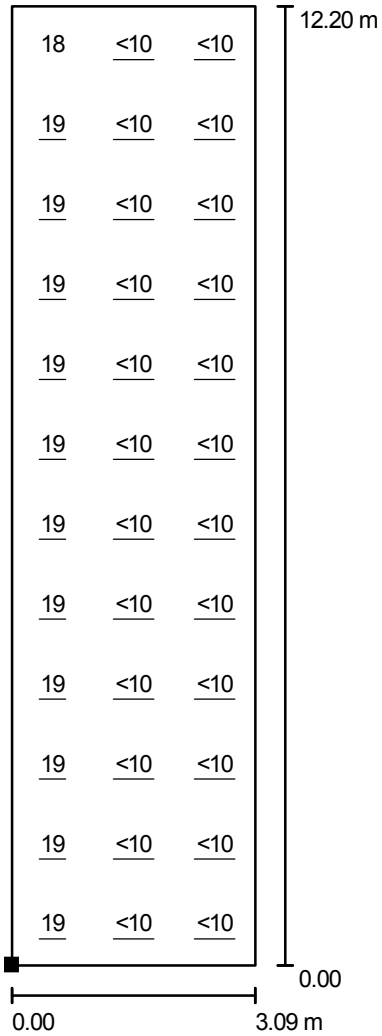
23

al eje de luminaria

Valor de eficiencia energética: $8.75 \text{ W/m}^2 = 3.10 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 37.70 m^2)

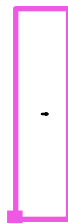
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo / Superficie de cálculo UGR 1 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 96

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(149.297 m, -35.295 m, 1.200 m)



Trama: 3 x 12 Puntos

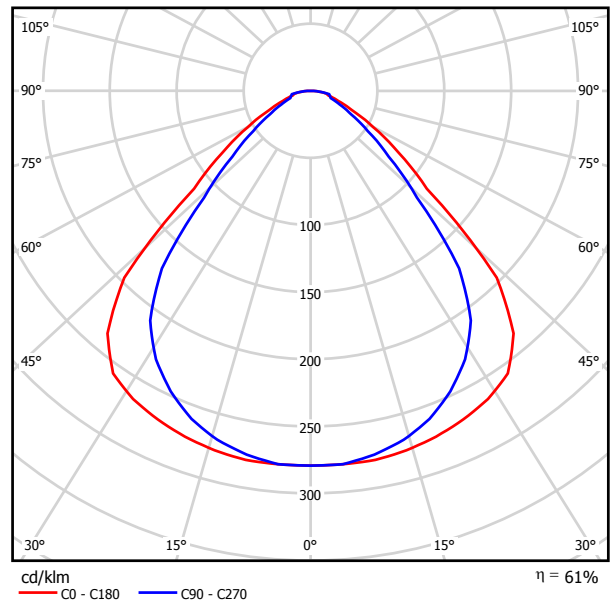
Min
/

Max
19

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips TBS260 4xTL5-14W HFP P / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



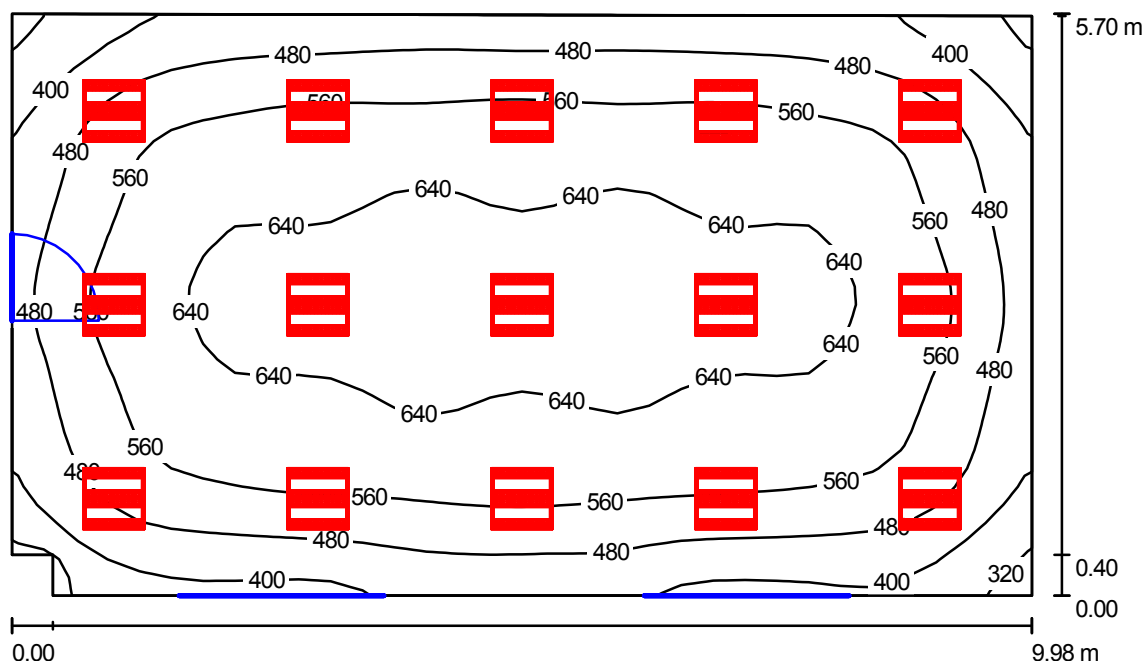
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 64 90 98 100 61

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
η Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
η Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
η 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	15.3	16.4	15.6	16.6	16.8	13.4	14.5	13.7	14.7	15.0
	3H	15.8	16.7	16.1	17.0	17.2	14.0	14.9	14.3	15.2	15.4
	4H	15.9	16.9	16.3	17.1	17.4	14.3	15.2	14.6	15.5	15.7
	6H	16.1	17.0	16.5	17.3	17.6	14.7	15.5	15.0	15.8	16.1
	8H	16.2	17.0	16.6	17.3	17.6	14.9	15.7	15.2	16.0	16.3
4H	12H	16.3	17.1	16.6	17.4	17.7	15.0	15.8	15.4	16.1	16.4
	2H	15.4	16.3	15.7	16.6	16.9	13.8	14.8	14.2	15.0	15.3
	3H	16.0	16.8	16.4	17.1	17.5	14.7	15.5	15.1	15.8	16.1
	4H	16.4	17.1	16.8	17.4	17.8	15.2	15.9	15.6	16.3	16.6
	6H	16.7	17.3	17.1	17.7	18.1	15.8	16.4	16.2	16.7	17.1
8H	8H	16.9	17.4	17.3	17.8	18.2	16.0	16.6	16.5	17.0	17.4
	12H	17.0	17.5	17.4	17.9	18.3	16.2	16.7	16.6	17.1	17.5
	4H	16.6	17.2	17.0	17.6	18.0	15.6	16.1	16.0	16.5	16.9
	6H	17.1	17.6	17.6	18.0	18.4	16.3	16.7	16.7	17.1	17.6
	8H	17.3	17.7	17.8	18.2	18.6	16.6	17.0	17.1	17.4	17.9
12H	12H	17.5	17.8	18.0	18.3	18.8	16.8	17.2	17.3	17.6	18.1
	4H	16.6	17.1	17.1	17.5	18.0	15.6	16.1	16.0	16.5	16.9
	6H	17.2	17.6	17.6	18.0	18.5	16.4	16.7	16.8	17.2	17.7
	8H	17.4	17.8	17.9	18.2	18.7	16.7	17.0	17.2	17.5	18.0
	Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias										
S = 1.0H	+0.5 / -0.7					+0.4 / -0.6					
S = 1.5H	+1.3 / -1.4					+0.8 / -1.1					
S = 2.0H	+2.6 / -2.0					+1.5 / -1.6					
Tabla estándar	BK03					BK04					
Sumando de corrección	-2.4					-3.1					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5000lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Despacho / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.054 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:74

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	551	294	685	0.534
Suelo	20	491	290	619	0.591
Techo	70	108	91	131	0.845
Paredes (6)	50	247	110	428	/

Plano útil:

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

Lista de piezas - Luminarias

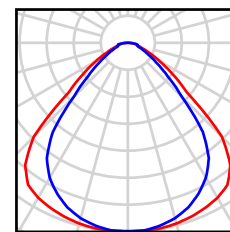
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	15	Philips TBS260 4xTL5-14W HFP P (1.000)	3050	5000	63.0
			Total: 45750	Total: 75000	945.0

Valor de eficiencia energética: 16.69 W/m² = 3.03 W/m²/100 lx (Base: 56.63 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Despacho / Lista de luminarias

15 Pieza Philips TBS260 4xTL5-14W HFP P
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3050 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5000 lm
Potencia de las luminarias: 63.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 64 90 98 100 61
Lámpara: 4 x TL5-14W/840 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Despacho / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 45750 lm
Potencia total: 945.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	457	94	551	/	/
Suelo	392	99	491	20	31
Techo	0.00	108	108	70	24
Pared 1	104	99	203	50	32
Pared 2	112	100	212	50	34
Pared 3	158	96	254	50	40
Pared 4	135	97	232	50	37
Pared 5	162	98	260	50	41
Pared 6	135	95	229	50	37

Simetrías en el plano útil

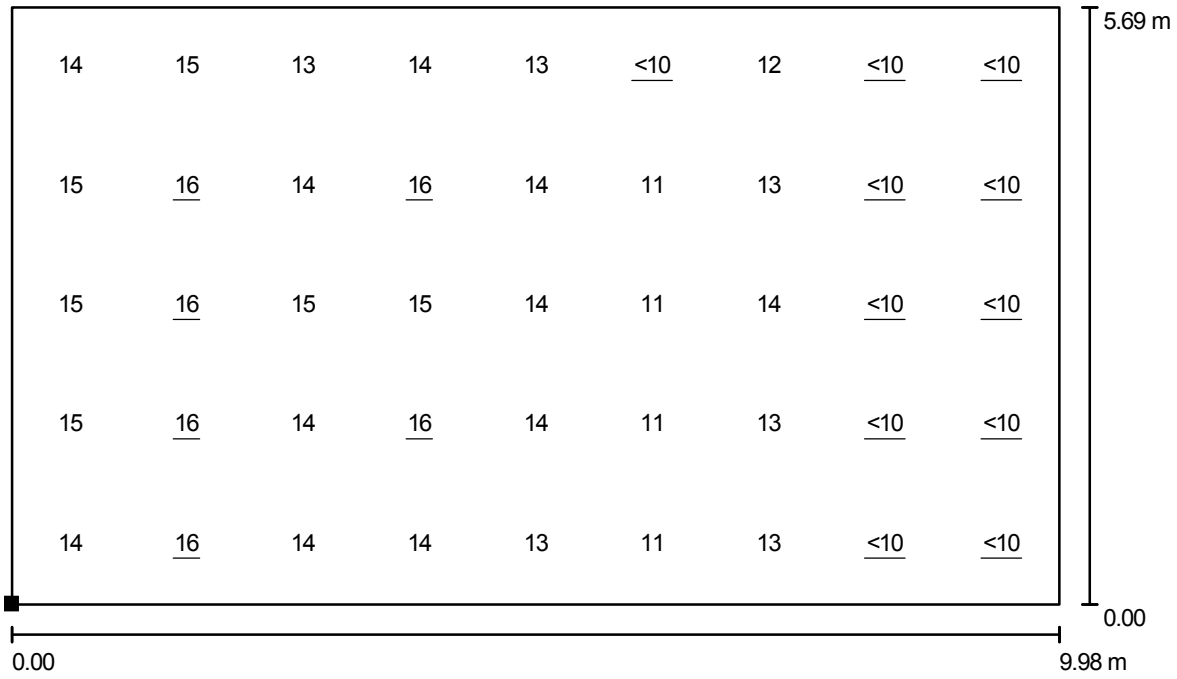
E_{\min} / E_{\max} : 0.534 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.429 (1:2)

Valor de eficiencia energética: 16.69 W/m² = 3.03 W/m²/100 lx (Base: 56.63 m²)

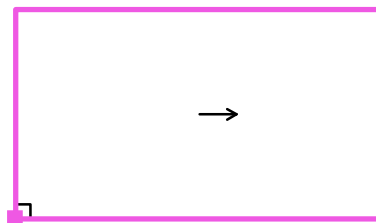
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Despacho / Superficie de cálculo UGR 2 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 72

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(152.486 m, -35.295 m, 1.200 m)



Trama: 9 x 5 Puntos

Min
/

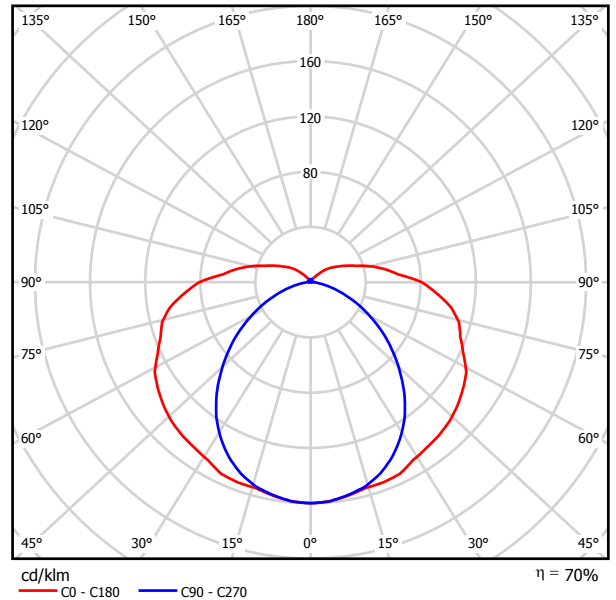
Max
16

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips TCW060 2xTL5-28W HF / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



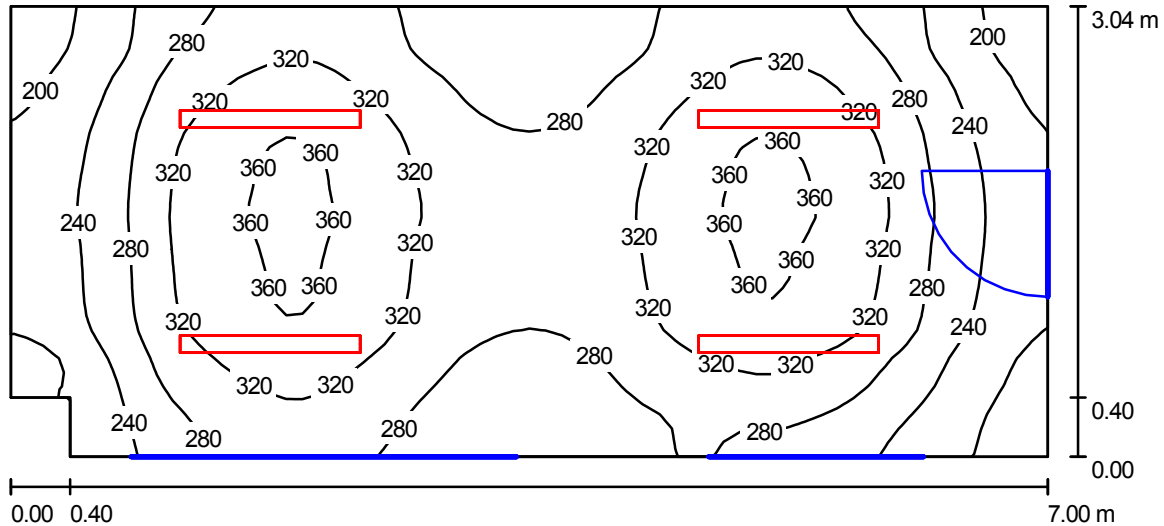
Clasificación luminarias según CIE: 87
Código CIE Flux: 36 64 85 87 70

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
h Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
h Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
h Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	18.6	20.0	19.1	20.4	20.9	15.7	17.0	16.1	17.4	17.9
	3H	21.1	22.3	21.6	22.8	23.4	16.7	17.9	17.2	18.4	18.9
	4H	22.5	23.6	23.0	24.1	24.7	17.0	18.1	17.5	18.6	19.2
	6H	23.8	24.9	24.3	25.4	26.0	17.2	18.3	17.7	18.8	19.4
	8H	24.4	25.4	25.0	26.0	26.6	17.2	18.3	17.8	18.8	19.4
4H	2H	19.2	20.4	19.7	20.9	21.4	17.1	18.3	17.6	18.8	19.3
	3H	22.0	23.0	22.5	23.5	24.1	18.5	19.5	19.1	20.0	20.7
	4H	23.5	24.4	24.1	24.9	25.6	19.0	19.9	19.6	20.5	21.1
	6H	25.0	25.8	25.6	26.4	27.1	19.4	20.2	20.0	20.8	21.4
	8H	25.8	26.5	26.4	27.1	27.8	19.4	20.2	20.1	20.8	21.5
8H	4H	23.8	24.5	24.4	25.1	25.8	20.3	21.0	20.9	21.6	22.3
	6H	25.6	26.2	26.2	26.9	27.6	21.0	21.6	21.6	22.3	23.0
	8H	26.5	27.1	27.2	27.7	28.5	21.3	21.8	21.9	22.5	23.2
	12H	27.5	27.9	28.1	28.6	29.4	21.4	21.9	22.1	22.6	23.3
	12H	4H	23.8	24.5	24.4	25.1	25.8	20.6	21.3	21.2	21.9
6H		25.7	26.2	26.3	26.9	27.6	21.6	22.1	22.2	22.8	23.5
8H		26.7	27.2	27.4	27.9	28.6	22.0	22.5	22.7	23.1	23.9
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1					
S = 1.5H	+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.3					
S = 2.0H	+0.3 / -0.4					+0.4 / -0.6					
Tabla estándar	BK11					BK13					
Sumando de corrección	9.9					4.1					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5250lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Baño M / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:51

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	289	176	373	0.610
Suelo	20	227	164	262	0.724
Techo	70	156	79	484	0.504
Paredes (6)	50	216	97	722	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

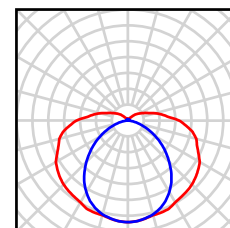
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	Philips TCW060 2xTL5-28W HF (1.000)	3675	5250	62.0
			Total: 14700	Total: 21000	248.0

Valor de eficiencia energética: $11.74 \text{ W/m}^2 = 4.06 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 21.13 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Baño M / Lista de luminarias

4 Pieza Philips TCW060 2xTL5-28W HF
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3675 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5250 lm
Potencia de las luminarias: 62.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 87
Código CIE Flux: 36 64 85 87 70
Lámpara: 2 x TL5-28W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Baño M / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 14700 lm
Potencia total: 248.0 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	180	109	289	/	/
Suelo	129	98	227	20	14
Techo	59	97	156	70	35
Pared 1	49	81	130	50	21
Pared 2	90	94	184	50	29
Pared 3	155	91	246	50	39
Pared 4	72	88	160	50	25
Pared 5	154	87	240	50	38
Pared 6	75	87	161	50	26

Simetrías en el plano útil

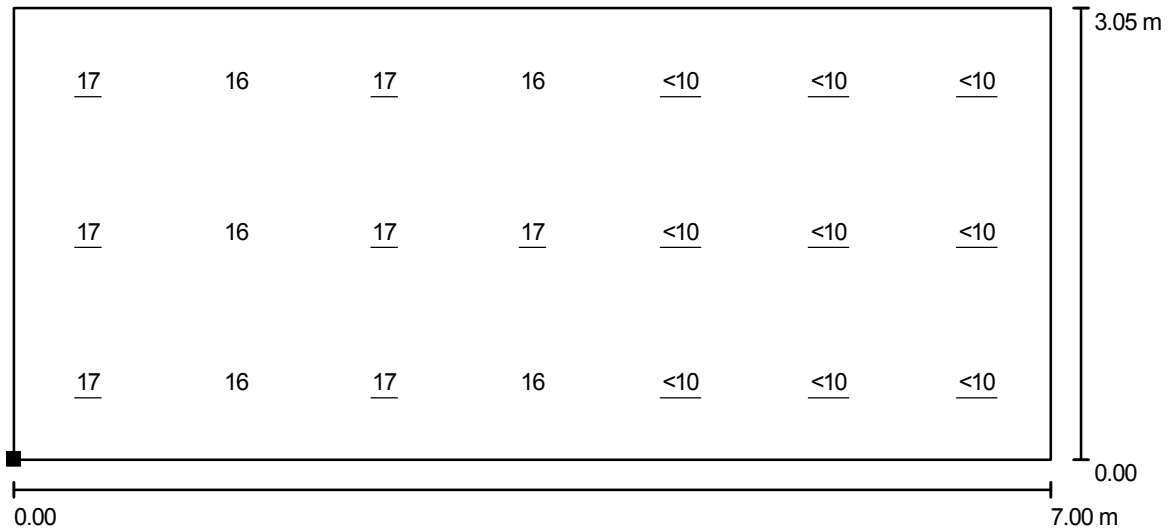
E_{\min} / E_{\max} : 0.610 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.473 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $11.74 \text{ W/m}^2 = 4.06 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 21.13 m^2)

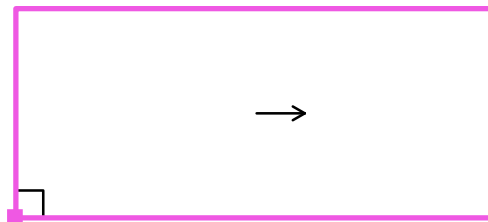
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Baño M / Superficie de cálculo UGR 4 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 51

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(132.887 m, -35.295 m, 1.200 m)



Trama: 7 x 3 Puntos

Min
/

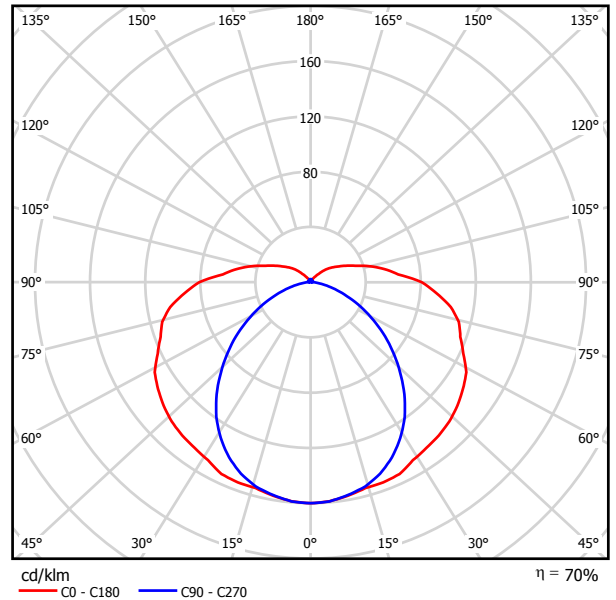
Max
17

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips TCW060 2xTL5-28W HF / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



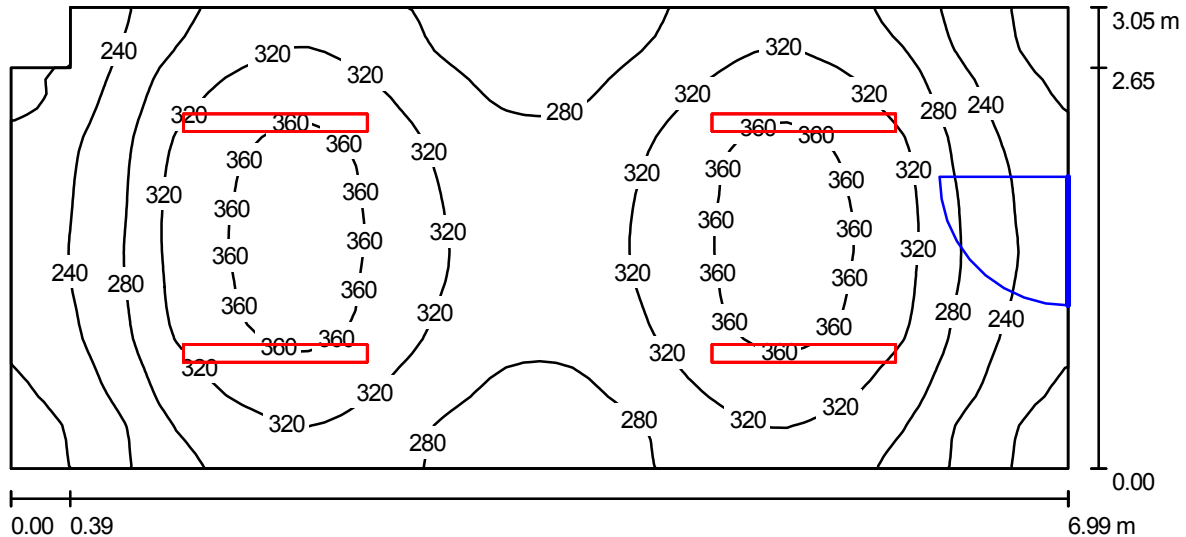
Clasificación luminarias según CIE: 87
Código CIE Flux: 36 64 85 87 70

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
h Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
h Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
h Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	18.6	20.0	19.1	20.4	20.9	15.7	17.0	16.1	17.4	17.9
	3H	21.1	22.3	21.6	22.8	23.4	16.7	17.9	17.2	18.4	18.9
	4H	22.5	23.6	23.0	24.1	24.7	17.0	18.1	17.5	18.6	19.2
	6H	23.8	24.9	24.3	25.4	26.0	17.2	18.3	17.7	18.8	19.4
	8H	24.4	25.4	25.0	26.0	26.6	17.2	18.3	17.8	18.8	19.4
12H	25.0	26.0	25.6	26.5	27.2	17.3	18.3	17.8	18.8	19.4	
4H	2H	19.2	20.4	19.7	20.9	21.4	17.1	18.3	17.6	18.8	19.3
	3H	22.0	23.0	22.5	23.5	24.1	18.5	19.5	19.1	20.0	20.7
	4H	23.5	24.4	24.1	24.9	25.6	19.0	19.9	19.6	20.5	21.1
	6H	25.0	25.8	25.6	26.4	27.1	19.4	20.2	20.0	20.8	21.4
	8H	25.8	26.5	26.4	27.1	27.8	19.4	20.2	20.1	20.8	21.5
12H	26.5	27.2	27.1	27.8	28.5	19.5	20.2	20.1	20.8	21.5	
8H	4H	23.8	24.5	24.4	25.1	25.8	20.3	21.0	20.9	21.6	22.3
	6H	25.6	26.2	26.2	26.9	27.6	21.0	21.6	21.6	22.3	23.0
	8H	26.5	27.1	27.2	27.7	28.5	21.3	21.8	21.9	22.5	23.2
	12H	27.5	27.9	28.1	28.6	29.4	21.4	21.9	22.1	22.6	23.3
12H	4H	23.8	24.5	24.4	25.1	25.8	20.6	21.3	21.2	21.9	22.6
	6H	25.7	26.2	26.3	26.9	27.6	21.6	22.1	22.2	22.8	23.5
	8H	26.7	27.2	27.4	27.9	28.6	22.0	22.5	22.7	23.1	23.9
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1					
S = 1.5H	+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.3					
S = 2.0H	+0.3 / -0.4					+0.4 / -0.6					
Tabla estándar	BK11					BK13					
Sumando de corrección	9.9					4.1					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5250lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Baño F / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:50

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	298	184	380	0.615
Suelo	20	235	169	272	0.719
Techo	70	163	81	490	0.494
Paredes (6)	50	224	98	723	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

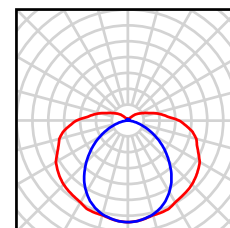
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	Philips TCW060 2xTL5-28W HF (1.000)	3675	5250	62.0
			Total: 14700	Total: 21000	248.0

Valor de eficiencia energética: $11.71 \text{ W/m}^2 = 3.93 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 21.17 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Baño F / Lista de luminarias

4 Pieza Philips TCW060 2xTL5-28W HF
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3675 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5250 lm
Potencia de las luminarias: 62.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 87
Código CIE Flux: 36 64 85 87 70
Lámpara: 2 x TL5-28W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Baño F / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 14700 lm
Potencia total: 248.0 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	180	119	298	/	/
Suelo	129	106	235	20	15
Techo	59	104	163	70	36
Pared 1	153	95	249	50	40
Pared 2	72	95	167	50	27
Pared 3	159	96	255	50	41
Pared 4	89	99	188	50	30
Pared 5	49	84	133	50	21
Pared 6	75	93	167	50	27

Simetrías en el plano útil

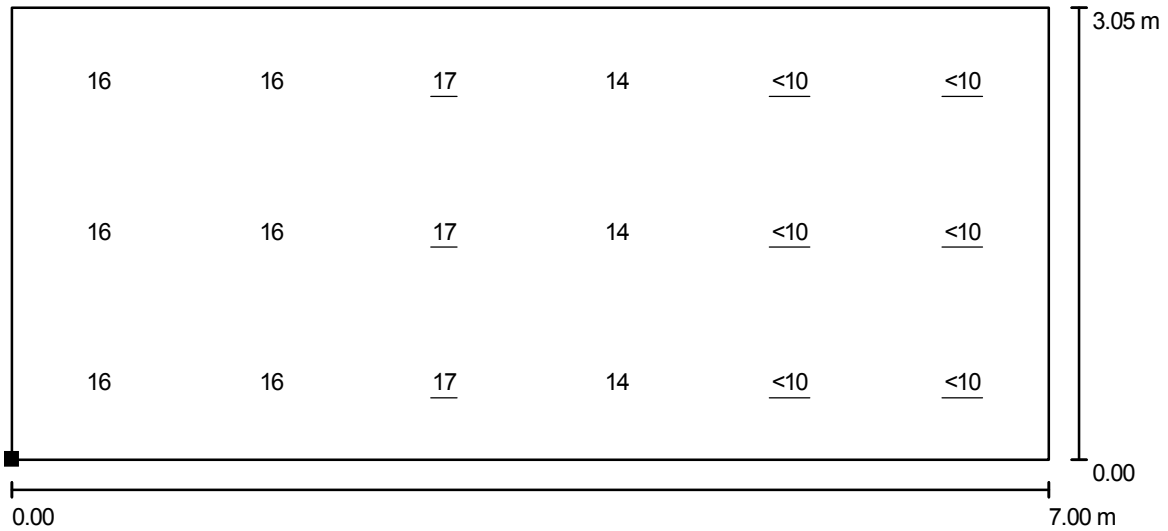
E_{\min} / E_{\max} : 0.615 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.483 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $11.71 \text{ W/m}^2 = 3.93 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 21.17 m^2)

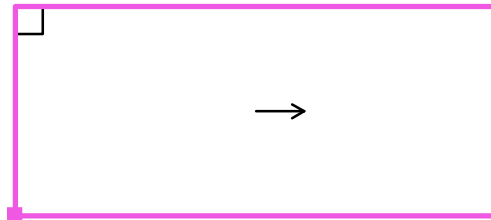
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Baño F / Superficie de cálculo UGR 3 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 51

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(132.888 m, -32.145 m, 1.200 m)



Trama: 6 x 3 Puntos

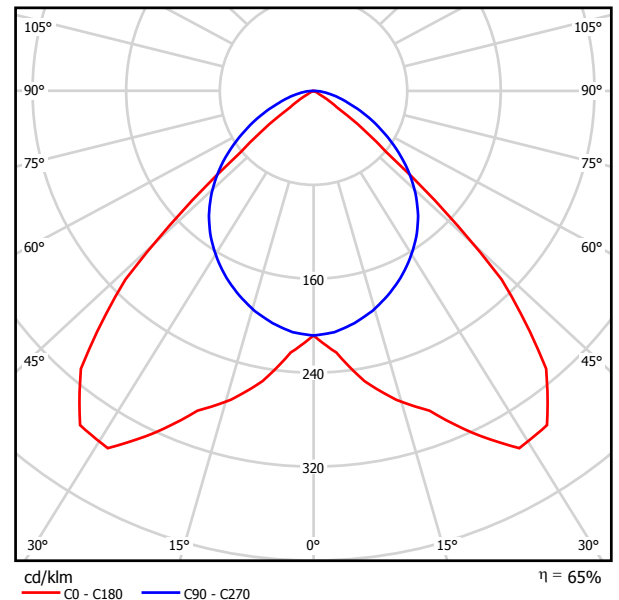
Min
/

Max
17

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF C3 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



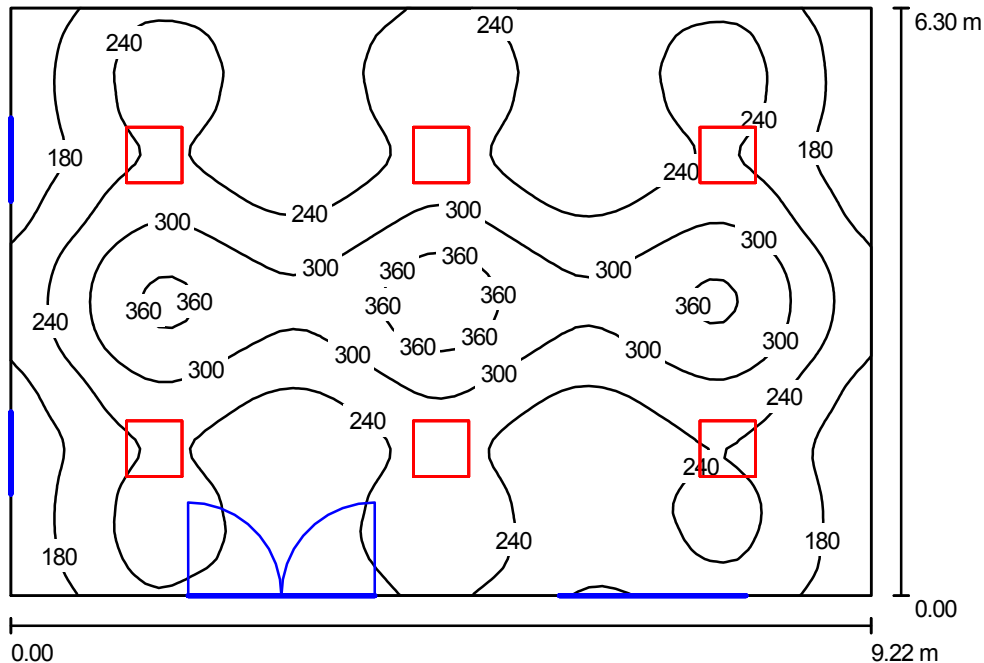
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 60 93 99 100 65

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	15.2	16.3	15.5	16.5	16.7	17.8	17.0	18.0	18.3
	3H	15.0	16.0	15.4	16.3	16.6	17.3	18.3	17.6	18.6
	4H	15.0	15.9	15.3	16.2	16.5	17.5	18.4	17.8	18.7
	6H	14.9	15.8	15.2	16.1	16.4	17.6	18.5	18.0	18.8
	8H	14.9	15.7	15.2	16.0	16.3	17.7	18.5	18.0	18.8
4H	12H	14.8	15.6	15.2	15.9	16.3	17.7	18.5	18.0	18.8
	2H	15.4	16.4	15.8	16.6	16.9	16.7	17.7	17.1	17.9
	3H	15.4	16.1	15.7	16.5	16.8	17.4	18.2	17.8	18.5
	4H	15.3	16.0	15.7	16.3	16.7	17.7	18.4	18.1	18.7
	6H	15.3	15.8	15.7	16.2	16.6	17.9	18.5	18.3	18.9
8H	12H	15.2	15.7	15.6	16.1	16.6	18.0	18.5	18.4	18.9
	12H	15.2	15.7	15.6	16.1	16.5	18.0	18.5	18.5	18.9
	4H	15.3	15.9	15.8	16.3	16.7	17.7	18.2	18.1	18.6
	6H	15.3	15.7	15.8	16.2	16.6	17.9	18.3	18.4	18.8
	8H	15.3	15.7	15.7	16.1	16.6	18.0	18.4	18.5	18.8
12H	12H	15.2	15.6	15.7	16.0	16.5	18.1	18.4	18.6	18.9
	4H	15.3	15.8	15.8	16.2	16.7	17.6	18.1	18.1	18.5
	6H	15.3	15.7	15.8	16.1	16.6	17.9	18.3	18.3	18.7
	8H	15.3	15.6	15.8	16.1	16.6	18.0	18.3	18.5	18.8
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	-4.0					-1.4				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5000lm Flujo luminoso total										

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Hall / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.051 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	/	246	131	396	0.531
Suelo	20	215	131	330	0.610
Techo	70	45	34	53	0.761
Paredes (4)	50	99	36	188	/

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-

15
15

Tran

18
18

al eje de luminaria

Lista de piezas - Luminarias

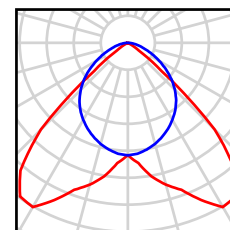
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF C3 (1.000)	3250	5000	63.0
			Total: 19500	Total: 30000	378.0

Valor de eficiencia energética: $6.51 \text{ W/m}^2 = 2.64 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 58.10 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Hall / Lista de luminarias

6 Pieza Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF C3
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3250 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5000 lm
Potencia de las luminarias: 63.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 60 93 99 100 65
Lámpara: 4 x TL5-14W/840 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Hall / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 19500 lm
Potencia total: 378.0 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	208	38	246	/	/
Suelo	171	44	215	20	14
Techo	0.01	45	45	70	10
Pared 1	53	41	94	50	15
Pared 2	61	40	101	50	16
Pared 3	60	41	101	50	16
Pared 4	59	41	100	50	16

Simetrías en el plano útil

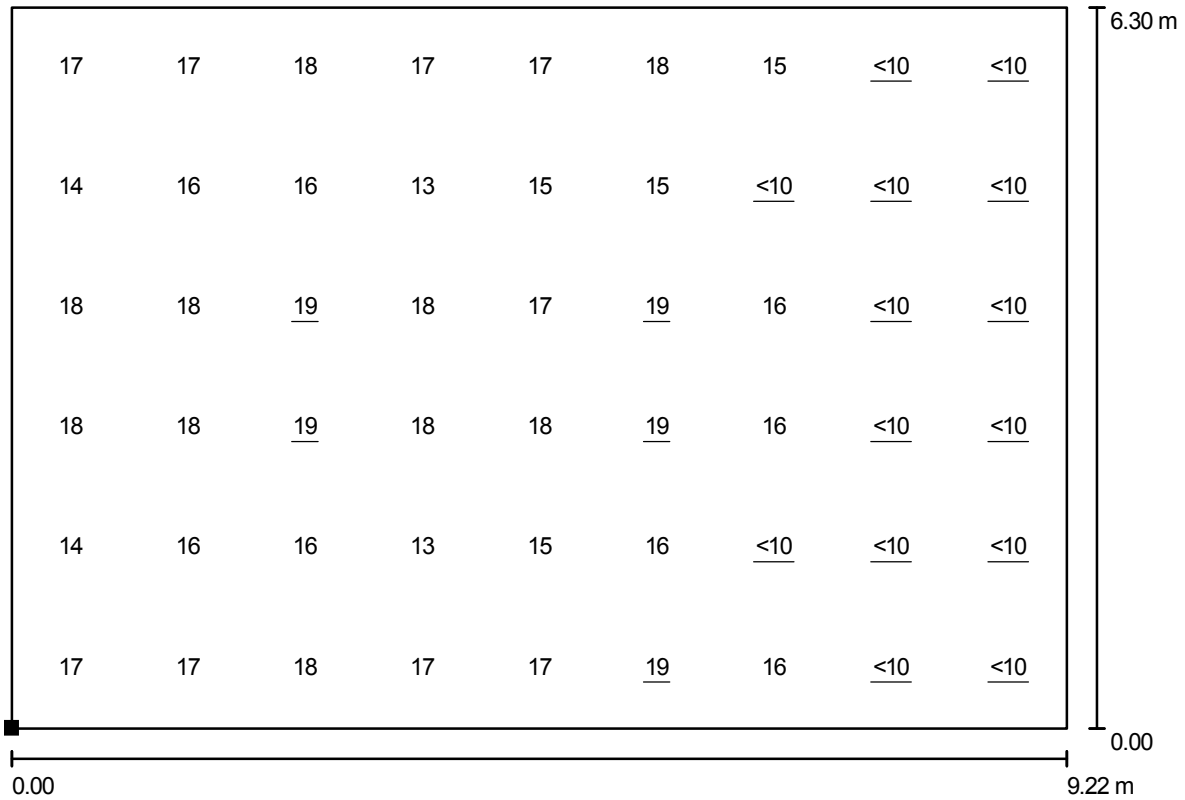
E_{\min} / E_m : 0.531 (1:2)	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
E_{\min} / E_{\max} : 0.330 (1:3)	Pared izq	15	18	
	Pared inferior	15	18	

(CIE, SHR = 0.25.)

Valor de eficiencia energética: $6.51 \text{ W/m}^2 = 2.64 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 58.10 m^2)

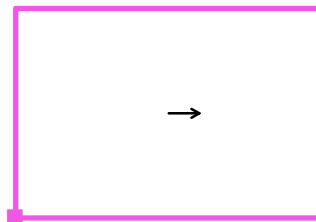
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Hall / Superficie de cálculo UGR 1 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 66

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(139.986 m, -35.295 m, 1.200 m)



Trama: 9 x 6 Puntos

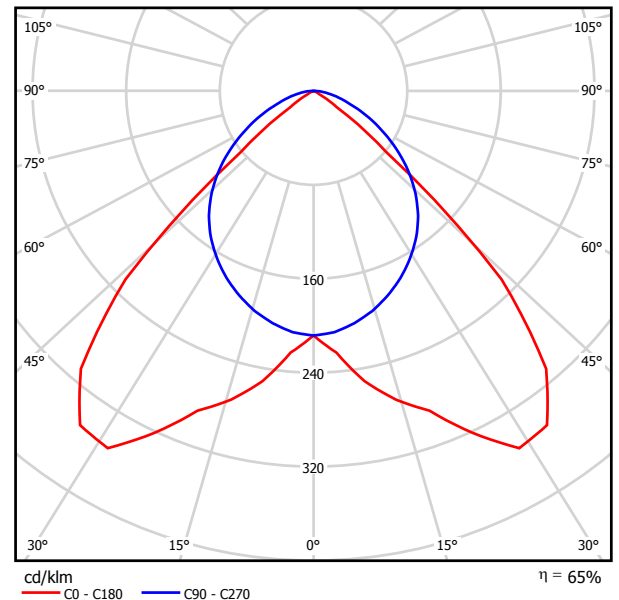
Min
/

Max
19

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF C3 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



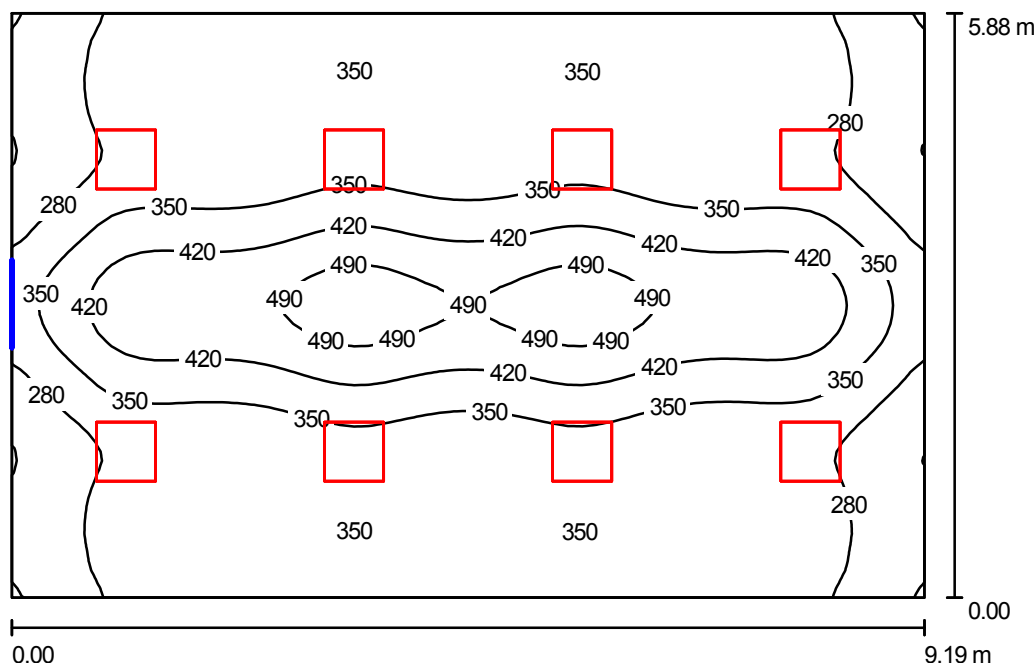
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 60 93 99 100 65

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR										
η Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
η Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
η 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	15.2	16.3	15.5	16.5	16.7	17.8	17.0	18.0	18.3
	3H	15.0	16.0	15.4	16.3	16.6	17.3	18.3	17.6	18.6
	4H	15.0	15.9	15.3	16.2	16.5	17.5	18.4	17.8	18.7
	6H	14.9	15.8	15.2	16.1	16.4	17.6	18.5	18.0	18.8
	8H	14.9	15.7	15.2	16.0	16.3	17.7	18.5	18.0	18.8
4H	12H	14.8	15.6	15.2	15.9	16.3	17.7	18.5	18.0	18.8
	2H	15.4	16.4	15.8	16.6	16.9	16.7	17.7	17.1	17.9
	3H	15.4	16.1	15.7	16.5	16.8	17.4	18.2	17.8	18.5
	4H	15.3	16.0	15.7	16.3	16.7	17.7	18.4	18.1	18.7
	6H	15.3	15.8	15.7	16.2	16.6	17.9	18.5	18.3	18.9
8H	12H	15.2	15.7	15.6	16.1	16.6	18.0	18.5	18.4	18.9
	12H	15.2	15.7	15.6	16.1	16.5	18.0	18.5	18.5	18.9
	4H	15.3	15.9	15.8	16.3	16.7	17.7	18.2	18.1	18.6
	6H	15.3	15.7	15.8	16.2	16.6	17.9	18.3	18.4	18.8
	8H	15.3	15.7	15.7	16.1	16.6	18.0	18.4	18.5	18.8
12H	12H	15.2	15.6	15.7	16.0	16.5	18.1	18.4	18.6	18.9
	4H	15.3	15.8	15.8	16.2	16.7	17.6	18.1	18.1	18.5
	6H	15.3	15.7	15.8	16.1	16.6	17.9	18.3	18.3	18.7
	8H	15.3	15.6	15.8	16.1	16.6	18.0	18.3	18.5	18.8
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	-4.0					-1.4				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5000lm Flujo luminoso total										

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Recepción / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.051 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	/	344	206	526	0.600
Suelo	20	299	184	435	0.615
Techo	70	66	51	83	0.782
Paredes (4)	50	148	55	253	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m	Pared izq	15	17	
Trama: 64 x 64 Puntos	Pared inferior	15	18	
Zona marginal: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de piezas - Luminarias

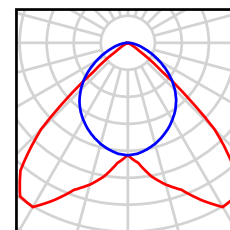
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF C3 (1.000)	3250	5000	63.0
			Total: 26000	Total: 40000	504.0

Valor de eficiencia energética: $9.33 \text{ W/m}^2 = 2.71 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 54.04 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Recepción / Lista de luminarias

8 Pieza Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF C3
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3250 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5000 lm
Potencia de las luminarias: 63.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 60 93 99 100 65
Lámpara: 4 x TL5-14W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Recepción / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 26000 lm
Potencia total: 504.0 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	286	58	344	/	/
Suelo	236	63	299	20	19
Techo	0.01	66	66	70	15
Pared 1	90	59	149	50	24
Pared 2	86	60	146	50	23
Pared 3	93	59	152	50	24
Pared 4	86	59	146	50	23

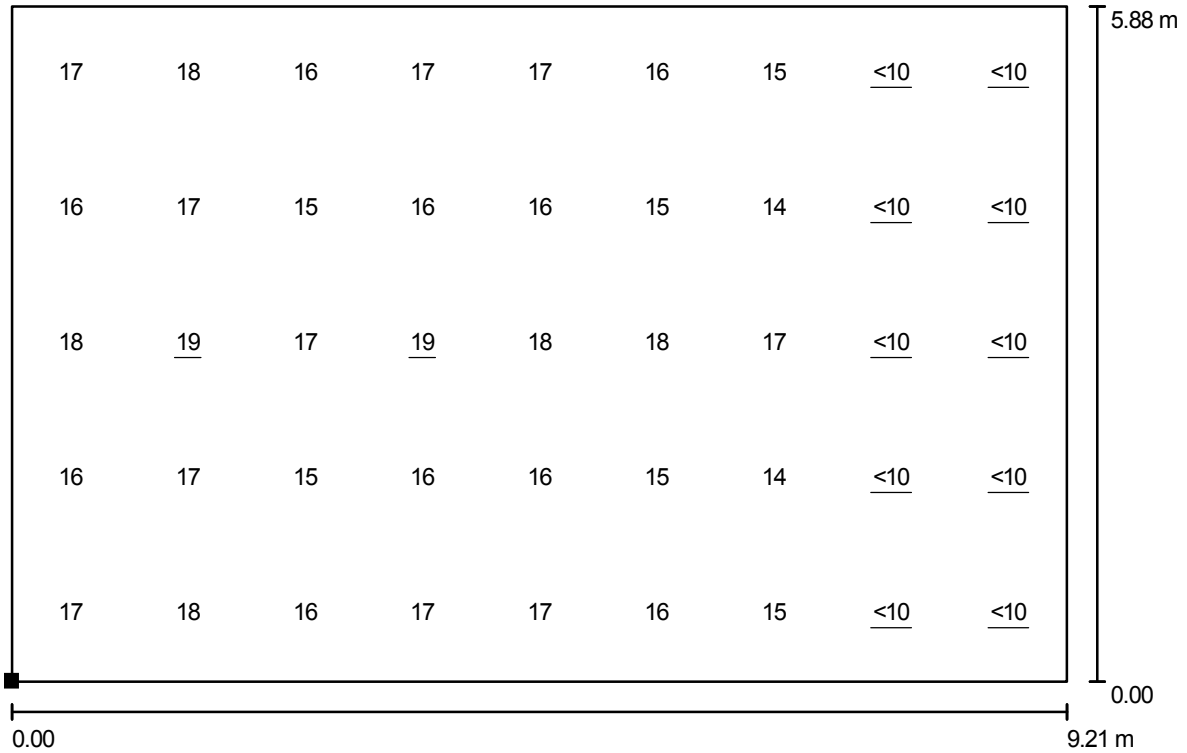
Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.600 (1:2)	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
E_{\min} / E_{\max} : 0.393 (1:3)	Pared izq	15	17	
	Pared inferior	15	18	
	(CIE, SHR = 0.25.)			

Valor de eficiencia energética: $9.33 \text{ W/m}^2 = 2.71 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 54.04 m^2)

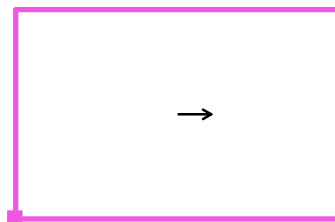
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Recepción / Superficie de cálculo UGR 1 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 66

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(139.987 m, -28.995 m, 1.200 m)



Trama: 9 x 5 Puntos

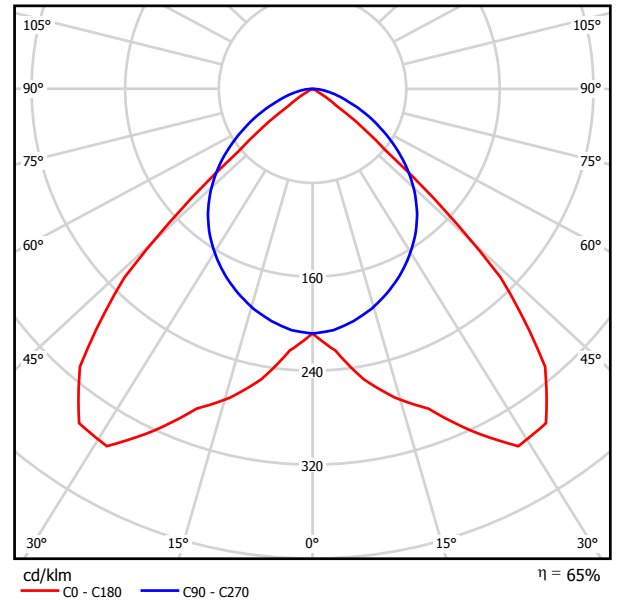
Min
/

Max
19

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF C3 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



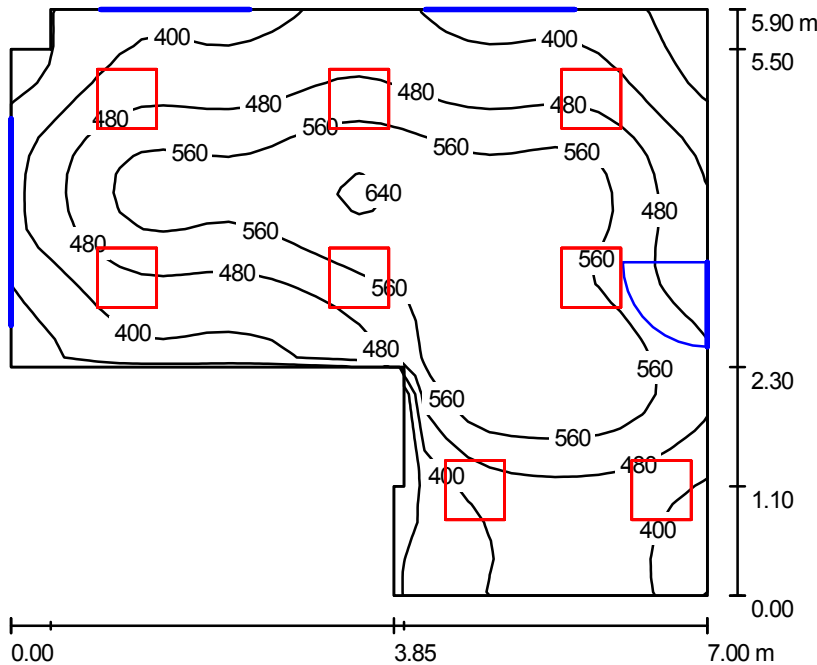
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 60 93 99 100 65

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	15.2	16.3	15.5	16.5	16.7	17.8	17.0	18.0	18.3
	3H	15.0	16.0	15.4	16.3	16.6	17.3	18.3	17.6	18.6
	4H	15.0	15.9	15.3	16.2	16.5	17.5	18.4	17.8	18.7
	6H	14.9	15.8	15.2	16.1	16.4	17.6	18.5	18.0	18.8
	8H	14.9	15.7	15.2	16.0	16.3	17.7	18.5	18.0	18.8
4H	12H	14.8	15.6	15.2	15.9	16.3	17.7	18.5	18.0	18.8
	2H	15.4	16.4	15.8	16.6	16.9	16.7	17.7	17.1	17.9
	3H	15.4	16.1	15.7	16.5	16.8	17.4	18.2	17.8	18.5
	4H	15.3	16.0	15.7	16.3	16.7	17.7	18.4	18.1	18.7
	6H	15.3	15.8	15.7	16.2	16.6	17.9	18.5	18.3	18.9
8H	8H	15.2	15.8	15.6	16.1	16.6	18.0	18.5	18.4	18.9
	12H	15.2	15.7	15.6	16.1	16.5	18.0	18.5	18.5	18.9
	4H	15.3	15.9	15.8	16.3	16.7	17.7	18.2	18.1	18.6
	6H	15.3	15.7	15.8	16.2	16.6	17.9	18.3	18.4	18.8
	8H	15.3	15.7	15.7	16.1	16.6	18.0	18.4	18.5	18.8
12H	12H	15.2	15.6	15.7	16.0	16.5	18.1	18.4	18.6	18.9
	4H	15.3	15.8	15.8	16.2	16.7	17.6	18.1	18.1	18.5
	6H	15.3	15.7	15.8	16.1	16.6	17.9	18.3	18.3	18.7
	8H	15.3	15.6	15.8	16.1	16.6	18.0	18.3	18.5	18.8
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	-4.0					-1.4				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5000lm Flujo luminoso total										

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona común / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.051 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	/	481	270	652	0.561
Suelo	20	405	249	533	0.616
Techo	70	101	76	260	0.749
Paredes (10)	50	230	81	1331	/

Plano útil:

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

Lista de piezas - Luminarias

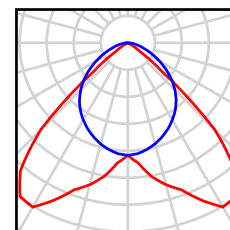
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF C3 (1.000)	3250	5000	63.0
			Total: 26000	Total: 40000	504.0

Valor de eficiencia energética: 15.67 W/m² = 3.26 W/m²/100 lx (Base: 32.16 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona común / Lista de luminarias

8 Pieza Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF C3
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3250 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5000 lm
Potencia de las luminarias: 63.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 60 93 99 100 65
Lámpara: 4 x TL5-14W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona común / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 26000 lm
Potencia total: 504.0 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	384	97	481	/	/
Suelo	304	100	405	20	26
Techo	0.01	101	101	70	23
Pared 1	80	93	173	50	28
Pared 2	111	84	195	50	31
Pared 3	143	90	233	50	37
Pared 4	151	102	253	50	40
Pared 5	20	112	132	50	21
Pared 6	129	96	225	50	36
Pared 7	130	100	230	50	37
Pared 8	157	93	250	50	40
Pared 9	137	93	230	50	37
Pared 10	123	92	215	50	34

Simetrías en el plano útil

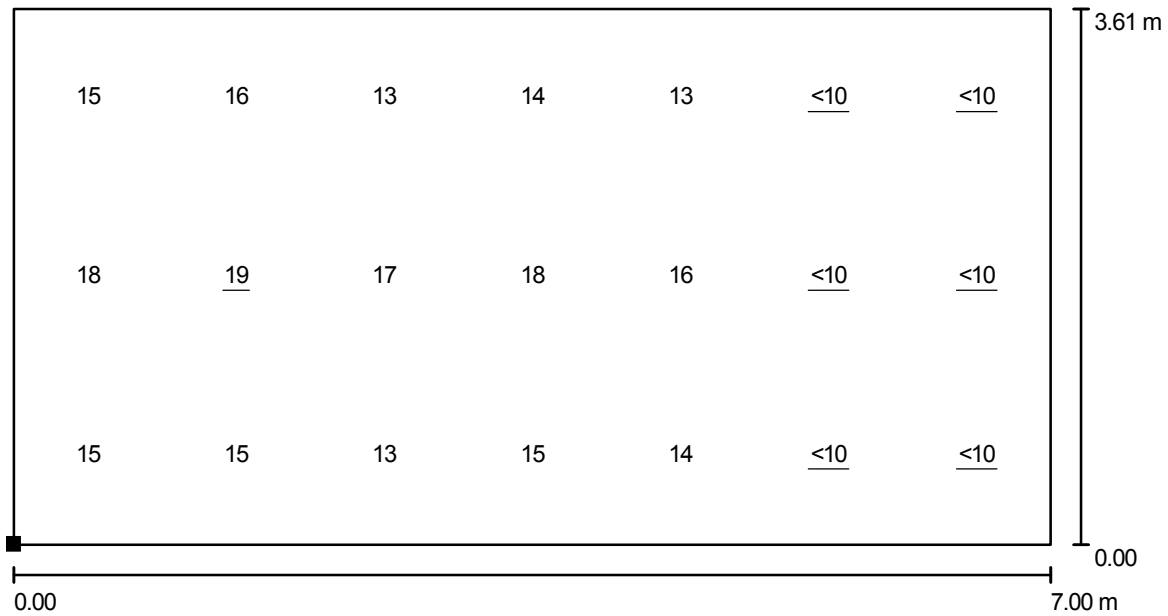
E_{\min} / E_{\max} : 0.561 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.414 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $15.67 \text{ W/m}^2 = 3.26 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 32.16 m^2)

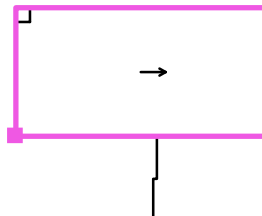
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona común / Superficie de cálculo UGR 1 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 51

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(132.887 m, -26.700 m, 1.200 m)



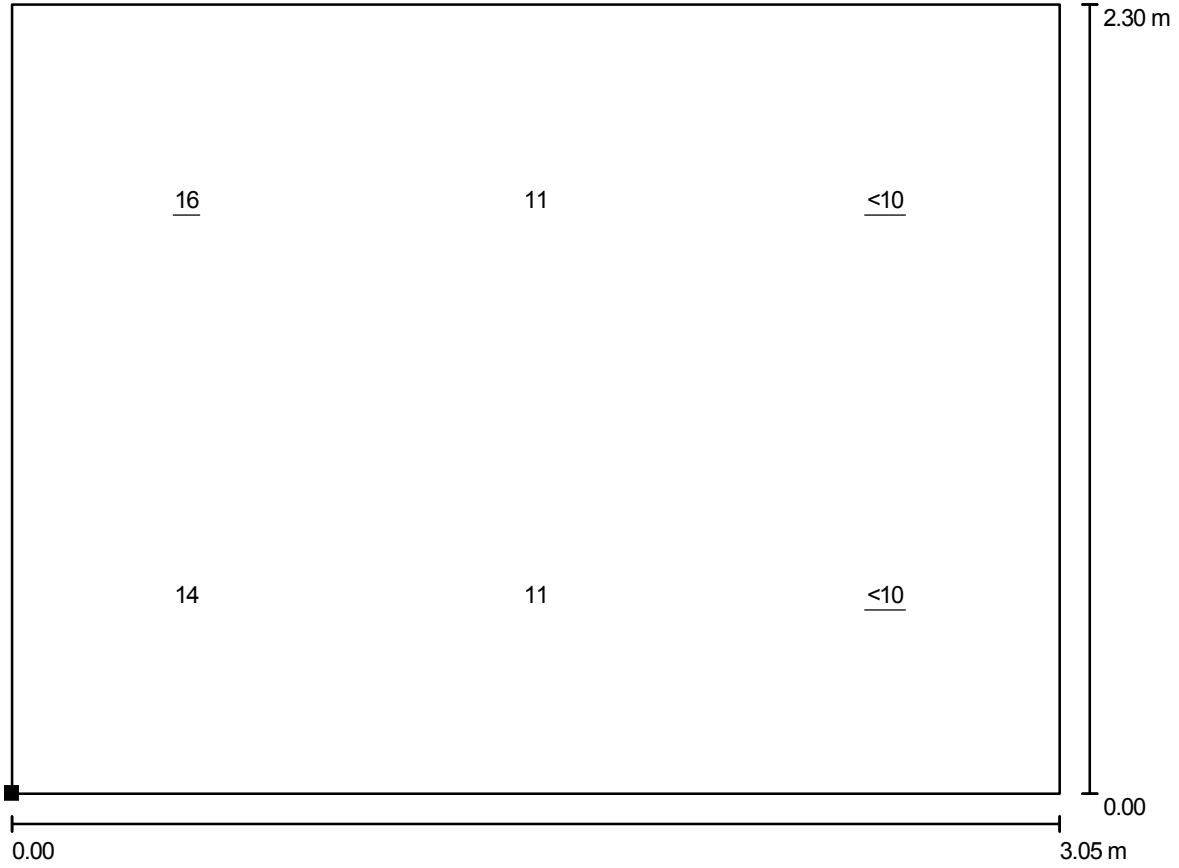
Trama: 7 x 3 Puntos

Min
/

Max
19

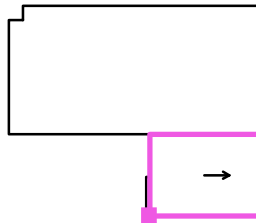
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona común / Superficie de cálculo UGR 2 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 22

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(136.837 m, -28.995 m, 1.200 m)



Trama: 3 x 2 Puntos

Min
/

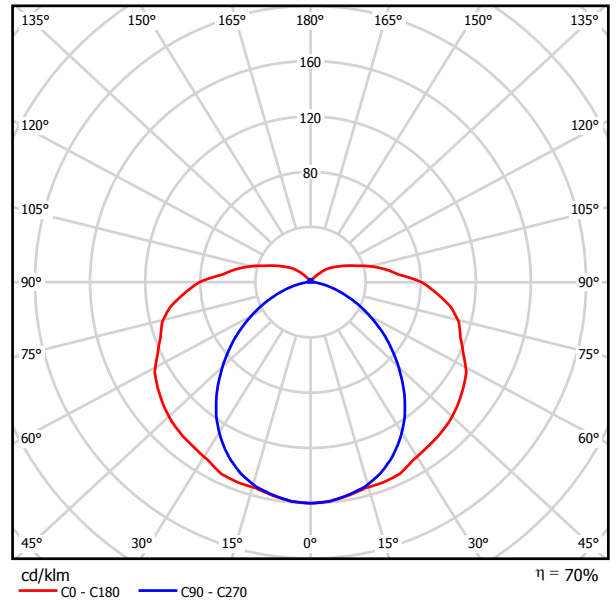
Max
16

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips TCW060 2xTL5-28W HF / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



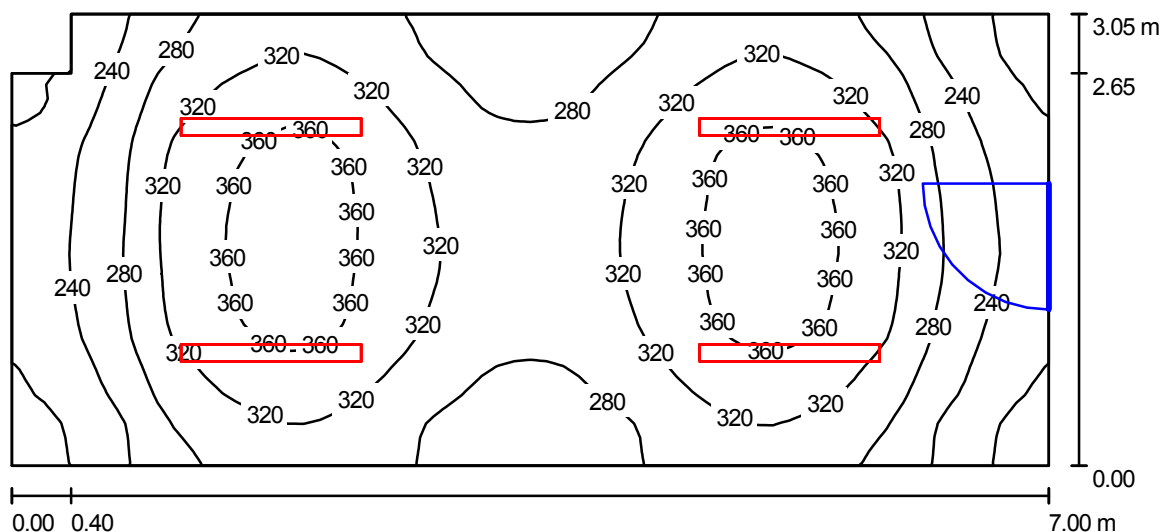
Clasificación luminarias según CIE: 87
Código CIE Flux: 36 64 85 87 70

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
h Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
h Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
h Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	18.6	20.0	19.1	20.4	20.9	15.7	17.0	16.1	17.4	17.9
	3H	21.1	22.3	21.6	22.8	23.4	16.7	17.9	17.2	18.4	18.9
	4H	22.5	23.6	23.0	24.1	24.7	17.0	18.1	17.5	18.6	19.2
	6H	23.8	24.9	24.3	25.4	26.0	17.2	18.3	17.7	18.8	19.4
	12H	25.0	26.0	25.6	26.5	27.2	17.3	18.3	17.8	18.8	19.4
4H	2H	19.2	20.4	19.7	20.9	21.4	17.1	18.3	17.6	18.8	19.3
	3H	22.0	23.0	22.5	23.5	24.1	18.5	19.5	19.1	20.0	20.7
	4H	23.5	24.4	24.1	24.9	25.6	19.0	19.9	19.6	20.5	21.1
	6H	25.0	25.8	25.6	26.4	27.1	19.4	20.2	20.0	20.8	21.4
	12H	26.5	27.2	27.1	27.8	28.5	19.5	20.2	20.1	20.8	21.5
8H	4H	23.8	24.5	24.4	25.1	25.8	20.3	21.0	20.9	21.6	22.3
	6H	25.6	26.2	26.2	26.9	27.6	21.0	21.6	21.6	22.3	23.0
	8H	26.5	27.1	27.2	27.7	28.5	21.3	21.8	21.9	22.5	23.2
	12H	27.5	27.9	28.1	28.6	29.4	21.4	21.9	22.1	22.6	23.3
	12H	4H	23.8	24.5	24.4	25.1	25.8	20.6	21.3	21.2	21.9
6H		25.7	26.2	26.3	26.9	27.6	21.6	22.1	22.2	22.8	23.5
8H		26.7	27.2	27.4	27.9	28.6	22.0	22.5	22.7	23.1	23.9
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1					
S = 1.5H	+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.3					
S = 2.0H	+0.3 / -0.4					+0.4 / -0.6					
Tabla estándar	BK11					BK13					
Sumando de corrección	9.9					4.1					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5250lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Baño F / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:51

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	298	183	380	0.615
Suelo	20	234	168	270	0.720
Techo	70	163	83	490	0.513
Paredes (6)	50	224	98	723	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

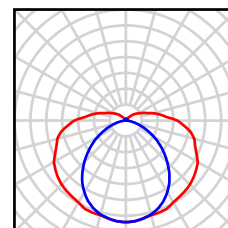
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	Philips TCW060 2xTL5-28W HF (1.000)	3675	5250	62.0
			Total: 14700	Total: 21000	248.0

Valor de eficiencia energética: $11.70 \text{ W/m}^2 = 3.93 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 21.19 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Baño F / Lista de luminarias

4 Pieza Philips TCW060 2xTL5-28W HF
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3675 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5250 lm
Potencia de las luminarias: 62.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 87
Código CIE Flux: 36 64 85 87 70
Lámpara: 2 x TL5-28W/840 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Baño F / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 14700 lm
Potencia total: 248.0 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	180	119	298	/	/
Suelo	129	105	234	20	15
Techo	59	104	163	70	36
Pared 1	153	95	248	50	40
Pared 2	73	94	167	50	27
Pared 3	159	96	255	50	41
Pared 4	90	99	189	50	30
Pared 5	49	84	133	50	21
Pared 6	75	93	167	50	27

Simetrías en el plano útil

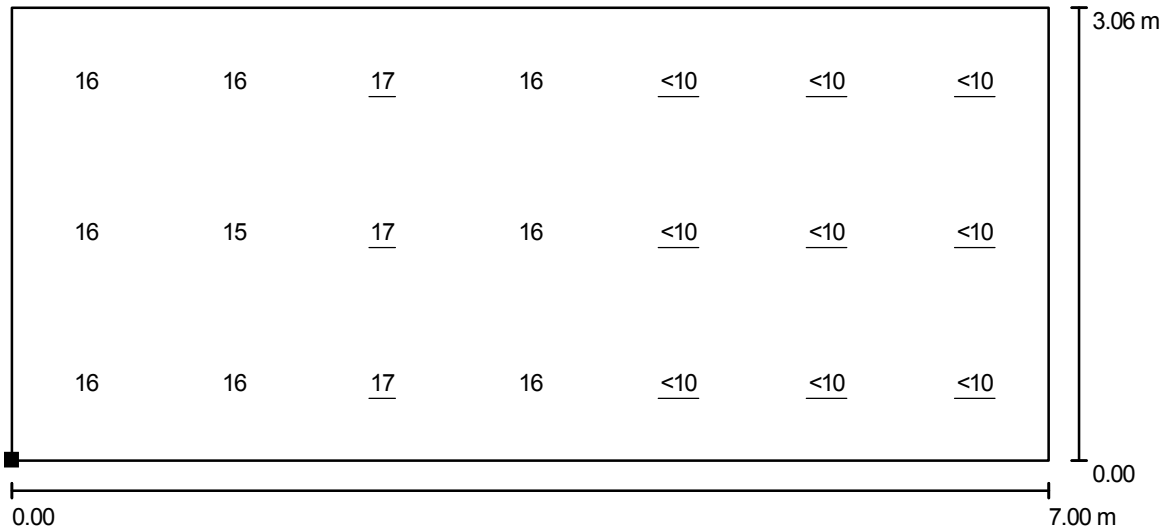
E_{\min} / E_{\max} : 0.615 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.483 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $11.70 \text{ W/m}^2 = 3.93 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 21.19 m^2)

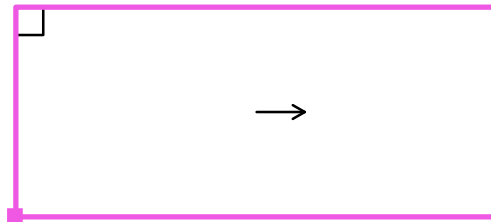
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Baño F / Superficie de cálculo UGR 1 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 51

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(59.140 m, 34.801 m, 1.200 m)



Trama: 7 x 3 Puntos

Min
/

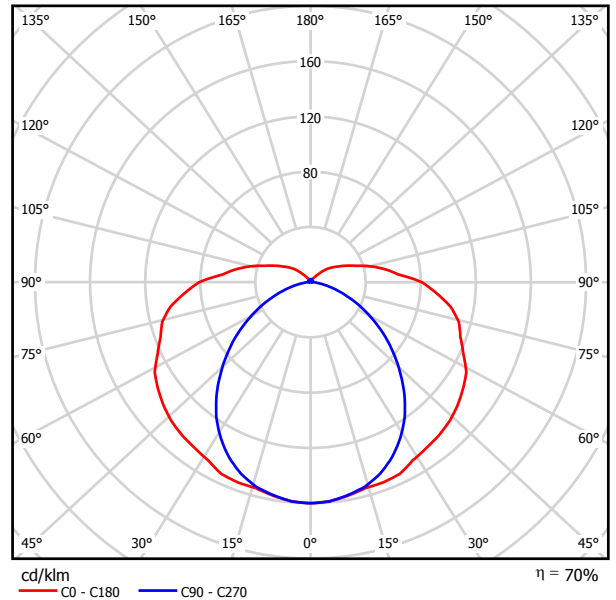
Max
17

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips TCW060 2xTL5-28W HF / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



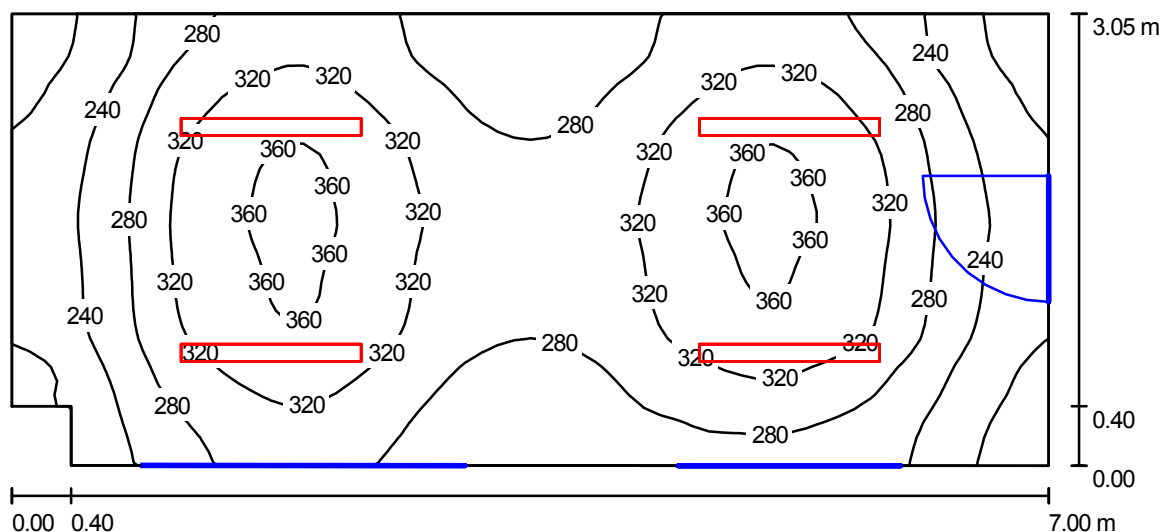
Clasificación luminarias según CIE: 87
Código CIE Flux: 36 64 85 87 70

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
n Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
n Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
n 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	20.0	19.1	20.4	20.9	15.7	17.0	16.1	17.4	17.9
	3H	21.1	22.3	21.6	22.8	23.4	16.7	17.9	17.2	18.4	18.9
	4H	22.5	23.6	23.0	24.1	24.7	17.0	18.1	17.5	18.6	19.2
	6H	23.8	24.9	24.3	25.4	26.0	17.2	18.3	17.7	18.8	19.4
	8H	24.4	25.4	25.0	26.0	26.6	17.2	18.3	17.8	18.8	19.4
12H	25.0	26.0	25.6	26.5	27.2	17.3	18.3	17.8	18.8	19.4	
4H	2H	19.2	20.4	19.7	20.9	21.4	17.1	18.3	17.6	18.8	19.3
	3H	22.0	23.0	22.5	23.5	24.1	18.5	19.5	19.1	20.0	20.7
	4H	23.5	24.4	24.1	24.9	25.6	19.0	19.9	19.6	20.5	21.1
	6H	25.0	25.8	25.6	26.4	27.1	19.4	20.2	20.0	20.8	21.4
	8H	25.8	26.5	26.4	27.1	27.8	19.4	20.2	20.1	20.8	21.5
12H	26.5	27.2	27.1	27.8	28.5	19.5	20.2	20.1	20.8	21.5	
8H	4H	23.8	24.5	24.4	25.1	25.8	20.3	21.0	20.9	21.6	22.3
	6H	25.6	26.2	26.2	26.9	27.6	21.0	21.6	21.6	22.3	23.0
	8H	26.5	27.1	27.2	27.7	28.5	21.3	21.8	21.9	22.5	23.2
	12H	27.5	27.9	28.1	28.6	29.4	21.4	21.9	22.1	22.6	23.3
12H	4H	23.8	24.5	24.4	25.1	25.8	20.6	21.3	21.2	21.9	22.6
	6H	25.7	26.2	26.3	26.9	27.6	21.6	22.1	22.2	22.8	23.5
	8H	26.7	27.2	27.4	27.9	28.6	22.0	22.5	22.7	23.1	23.9
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1				
S = 1.5H		+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.3				
S = 2.0H		+0.3 / -0.4					+0.4 / -0.6				
Tabla estándar		BK11					BK13				
Sumando de corrección		9.9					4.1				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5250lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Baño M / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:51

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	289	179	373	0.619
Suelo	20	227	164	262	0.722
Techo	70	156	78	483	0.496
Paredes (6)	50	218	96	722	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

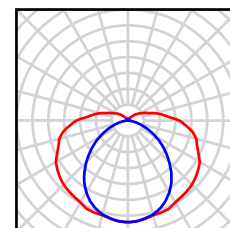
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	Philips TCW060 2xTL5-28W HF (1.000)	3675	5250	62.0
			Total: 14700	Total: 21000	248.0

Valor de eficiencia energética: $11.70 \text{ W/m}^2 = 4.05 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 21.20 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Baño M / Lista de luminarias

4 Pieza Philips TCW060 2xTL5-28W HF
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3675 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5250 lm
Potencia de las luminarias: 62.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 87
Código CIE Flux: 36 64 85 87 70
Lámpara: 2 x TL5-28W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Baño M / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 14700 lm
Potencia total: 248.0 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	179	110	289	/	/
Suelo	129	98	227	20	14
Techo	59	97	156	70	35
Pared 1	49	81	130	50	21
Pared 2	90	94	184	50	29
Pared 3	155	95	250	50	40
Pared 4	72	88	161	50	26
Pared 5	153	87	241	50	38
Pared 6	75	87	161	50	26

Simetrías en el plano útil

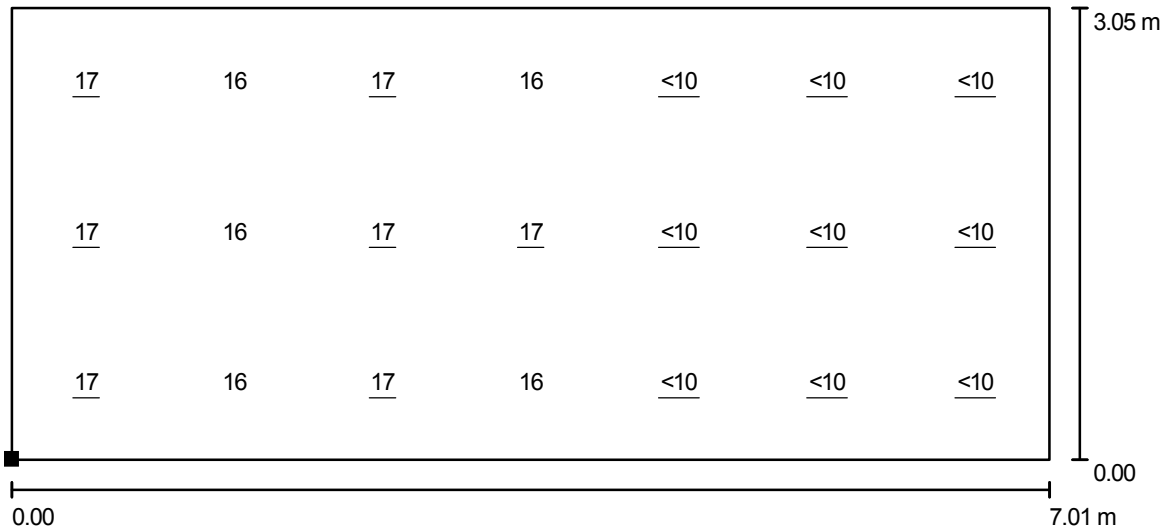
E_{\min} / E_{\max} : 0.619 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.480 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $11.70 \text{ W/m}^2 = 4.05 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 21.20 m^2)

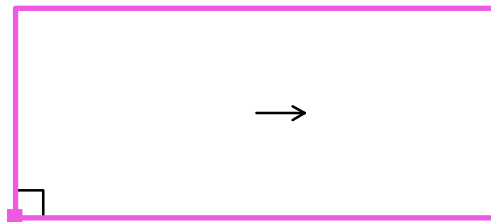
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Baño M / Superficie de cálculo UGR 1 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 51

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(59.135 m, 31.651 m, 1.200 m)



Trama: 7 x 3 Puntos

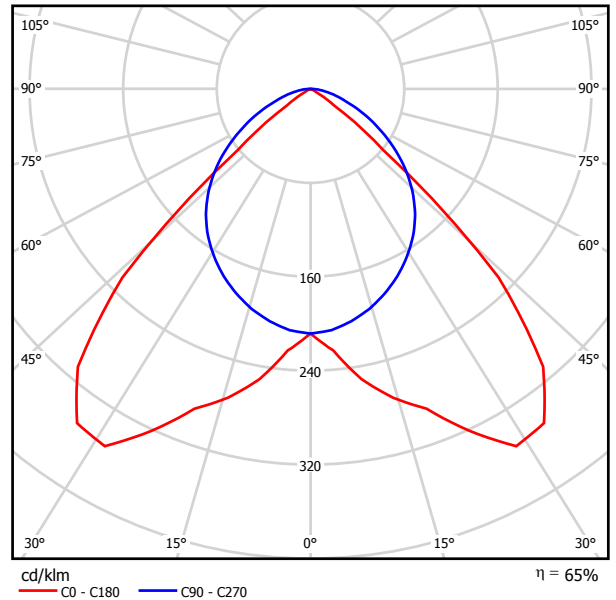
Min
/

Max
17

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF C3 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



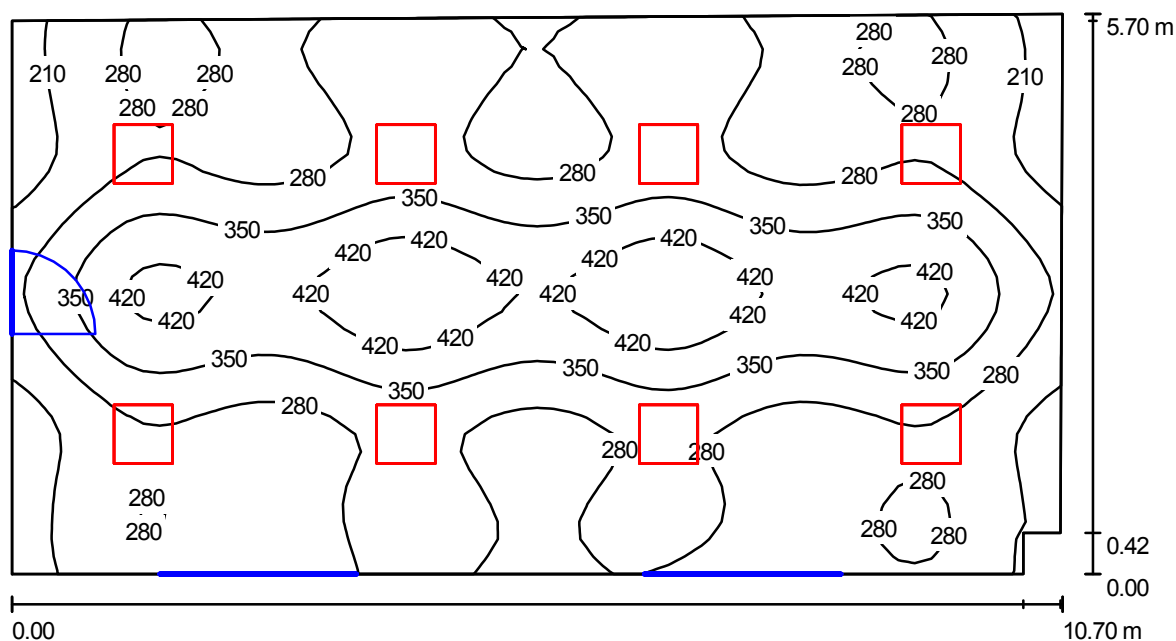
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 60 93 99 100 65

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	15.2	16.3	15.5	16.5	16.7	17.8	17.0	18.0	18.3
	3H	15.0	16.0	15.4	16.3	16.6	17.3	18.3	17.6	18.6
	4H	15.0	15.9	15.3	16.2	16.5	17.5	18.4	17.8	18.7
	6H	14.9	15.8	15.2	16.1	16.4	17.6	18.5	18.0	18.8
	8H	14.9	15.7	15.2	16.0	16.3	17.7	18.5	18.0	18.8
4H	12H	14.8	15.6	15.2	15.9	16.3	17.7	18.5	18.0	18.8
	2H	15.4	16.4	15.8	16.6	16.9	16.7	17.7	17.1	17.9
	3H	15.4	16.1	15.7	16.5	16.8	17.4	18.2	17.8	18.5
	4H	15.3	16.0	15.7	16.3	16.7	17.7	18.4	18.1	18.7
	6H	15.3	15.8	15.7	16.2	16.6	17.9	18.5	18.3	18.9
8H	8H	15.2	15.8	15.6	16.1	16.6	18.0	18.5	18.4	18.9
	12H	15.2	15.7	15.6	16.1	16.5	18.0	18.5	18.5	18.9
	4H	15.3	15.9	15.8	16.3	16.7	17.7	18.2	18.1	18.6
	6H	15.3	15.7	15.8	16.2	16.6	17.9	18.3	18.4	18.8
	8H	15.3	15.7	15.7	16.1	16.6	18.0	18.4	18.5	18.8
12H	12H	15.2	15.6	15.7	16.0	16.5	18.1	18.4	18.6	18.9
	4H	15.3	15.8	15.8	16.2	16.7	17.6	18.1	18.1	18.5
	6H	15.3	15.7	15.8	16.1	16.6	17.9	18.3	18.3	18.7
	8H	15.3	15.6	15.8	16.1	16.6	18.0	18.3	18.5	18.8
	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	-4.0					-1.4				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5000lm Flujo luminoso total										

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala de descanso / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.051 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:77

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	305	168	483	0.550
Suelo	20	267	156	384	0.582
Techo	70	56	44	65	0.782
Paredes (6)	50	130	42	246	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

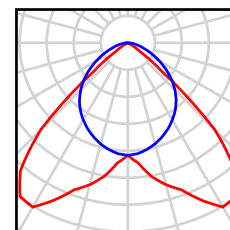
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF C3 (1.000)	3250	5000	63.0
			Total: 26000	Total: 40000	504.0

Valor de eficiencia energética: $8.34 \text{ W/m}^2 = 2.73 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 60.40 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala de descanso / Lista de luminarias

8 Pieza Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF C3
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3250 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5000 lm
Potencia de las luminarias: 63.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 60 93 99 100 65
Lámpara: 4 x TL5-14W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala de descanso / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 26000 lm
Potencia total: 504.0 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	257	48	305	/	/
Suelo	214	53	267	20	17
Techo	0.01	56	56	70	13
Pared 1	76	51	127	50	20
Pared 2	58	52	110	50	17
Pared 3	56	55	111	50	18
Pared 4	82	52	134	50	21
Pared 5	81	53	134	50	21
Pared 6	76	50	127	50	20

Simetrías en el plano útil

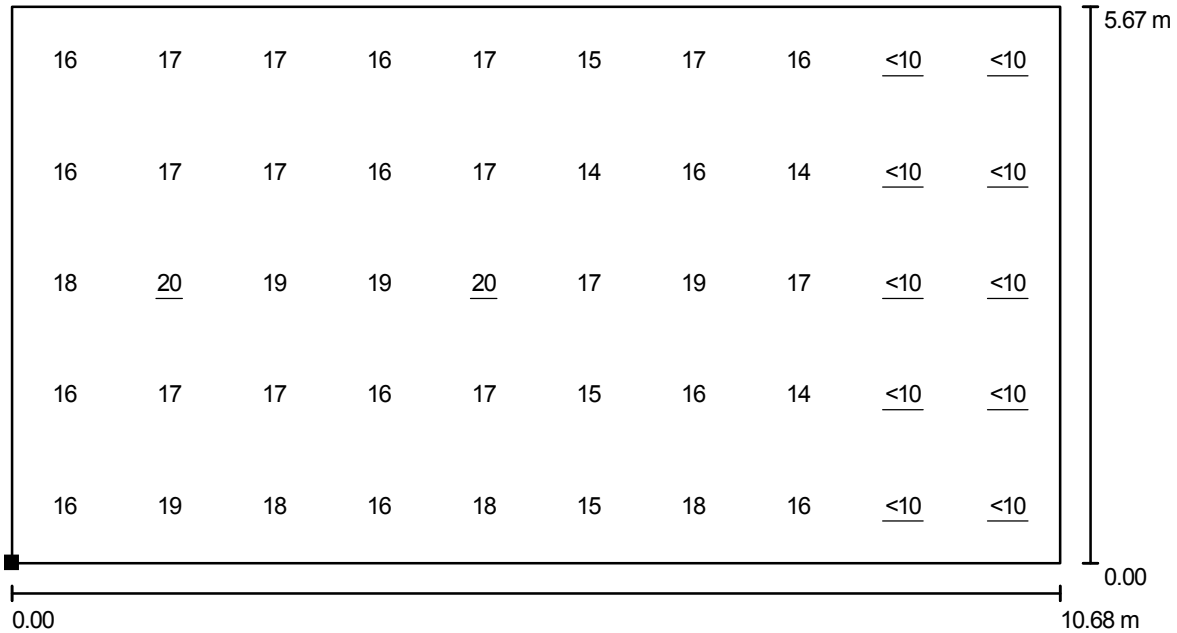
E_{\min} / E_{\max} : 0.550 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.348 (1:3)

Valor de eficiencia energética: $8.34 \text{ W/m}^2 = 2.73 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 60.40 m^2)

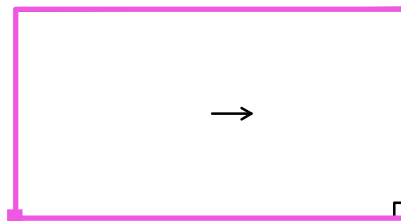
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala de descanso / Superficie de cálculo UGR 1 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 77

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(88.840 m, 31.651 m, 1.200 m)



Trama: 10 x 5 Puntos

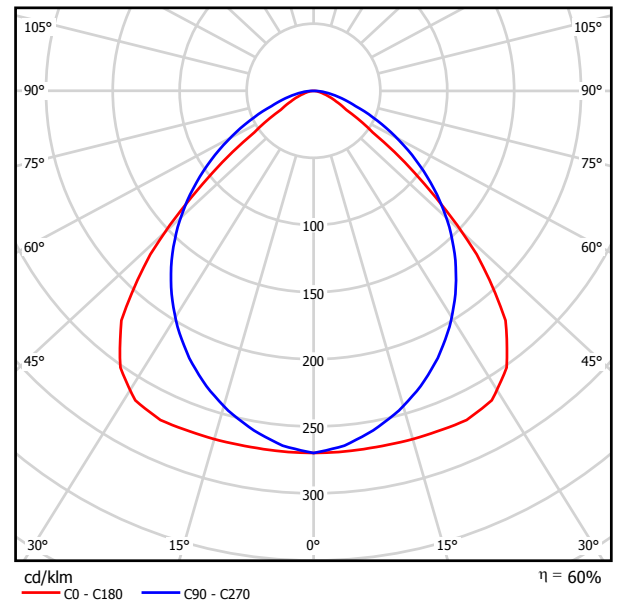
Min
/

Max
20

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF M2 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



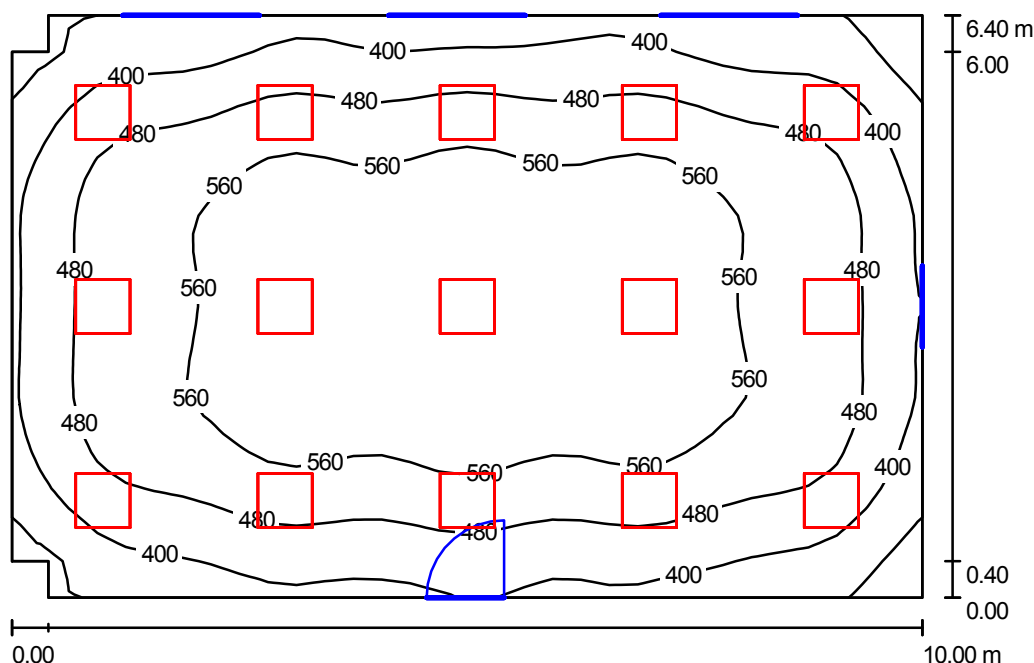
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 61 92 99 100 60

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	14.5	15.6	14.8	15.8	16.1	16.0	17.1	16.3	17.4	17.6
	3H	14.6	15.6	14.9	15.8	16.1	16.7	17.7	17.0	18.0	18.2
	4H	14.6	15.5	14.9	15.8	16.1	17.0	17.9	17.3	18.2	18.4
	6H	14.5	15.4	14.9	15.7	16.0	17.1	18.0	17.5	18.3	18.6
	8H	14.5	15.4	14.9	15.7	16.0	17.2	18.0	17.5	18.3	18.6
4H	12H	14.5	15.3	14.9	15.6	15.9	17.2	18.0	17.6	18.3	18.6
	2H	14.8	15.8	15.1	16.0	16.3	16.1	17.1	16.5	17.4	17.6
	3H	15.0	15.8	15.3	16.1	16.4	16.9	17.7	17.3	18.0	18.4
	4H	15.0	15.7	15.4	16.1	16.4	17.3	17.9	17.6	18.3	18.6
	6H	15.0	15.6	15.5	16.0	16.4	17.5	18.1	17.9	18.5	18.9
8H	8H	15.0	15.6	15.5	16.0	16.4	17.6	18.1	18.0	18.5	18.9
	12H	15.0	15.5	15.5	15.9	16.3	17.7	18.1	18.1	18.6	19.0
	4H	15.1	15.6	15.5	16.0	16.4	17.2	17.8	17.6	18.2	18.6
	6H	15.1	15.6	15.6	16.0	16.5	17.5	18.0	18.0	18.4	18.8
	8H	15.1	15.5	15.6	16.0	16.5	17.6	18.0	18.1	18.5	19.0
12H	15.1	15.5	15.6	15.9	16.4	17.7	18.1	18.2	18.5	19.0	
	4H	15.1	15.6	15.5	16.0	16.4	17.2	17.7	17.6	18.1	18.5
	6H	15.1	15.5	15.6	16.0	16.4	17.5	17.9	18.0	18.3	18.8
8H	15.2	15.5	15.6	16.0	16.5	17.6	18.0	18.1	18.4	18.9	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+1.1 / -1.8					+0.3 / -0.4					
S = 1.5H	+2.2 / -3.9					+0.8 / -1.2					
S = 2.0H	+3.7 / -4.8					+1.2 / -2.0					
Tabla estándar	BK01					BK03					
Sumando de corrección	-4.7					-1.7					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5000lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala de reuniones 1 / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.051 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:83

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	497	259	621	0.522
Suelo	20	446	260	579	0.582
Techo	70	95	77	120	0.808
Paredes (8)	50	212	81	337	/

Plano útil:

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

Lista de piezas - Luminarias

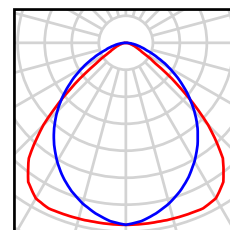
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	15	Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF M2 (1.000)	3000	5000	63.0
			Total: 45000	Total: 75000	945.0

Valor de eficiencia energética: $14.84 \text{ W/m}^2 = 2.99 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 63.68 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala de reuniones 1 / Lista de luminarias

15 Pieza Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF M2
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3000 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5000 lm
Potencia de las luminarias: 63.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 61 92 99 100 60
Lámpara: 4 x TL5-14W/840 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala de reuniones 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 45000 lm
Potencia total: 945.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	416	80	497	/	/
Superficie de cálculo 1	445	79	525	/	/
Suelo	360	86	446	20	28
Techo	0.02	95	95	70	21
Pared 1	94	87	181	50	29
Pared 2	95	86	181	50	29
Pared 3	129	83	212	50	34
Pared 4	134	83	217	50	35
Pared 5	124	84	208	50	33
Pared 6	95	84	179	50	29
Pared 7	94	89	183	50	29
Pared 8	144	81	225	50	36

Simetrías en el plano útil

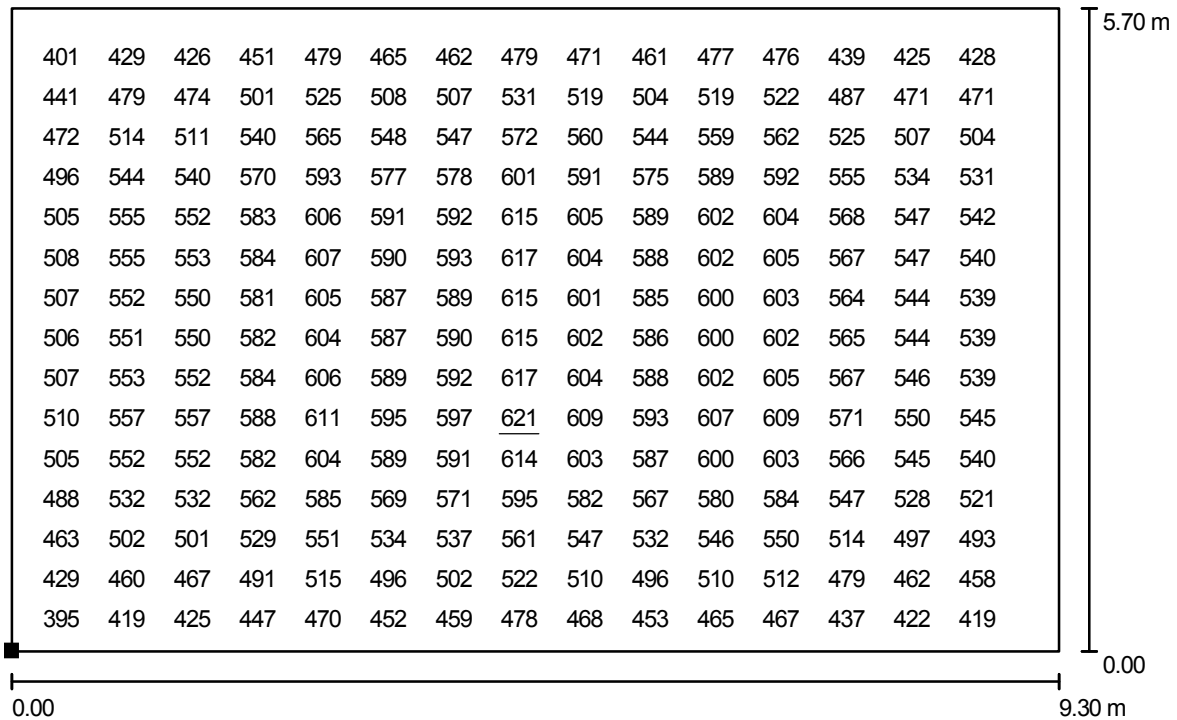
E_{\min} / E_m : 0.522 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.418 (1:2)

Valor de eficiencia energética: 14.84 W/m² = 2.99 W/m²/100 lx (Base: 63.68 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

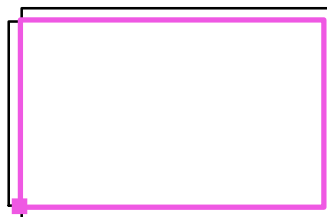
Sala de reuniones 1 / Superficie de cálculo 1 / Gráfico de valores (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 67

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(79.100 m, 37.800 m, 0.850 m)



Trama: 32 x 32 Puntos

E_m [lx]
525

E_{min} [lx]
316

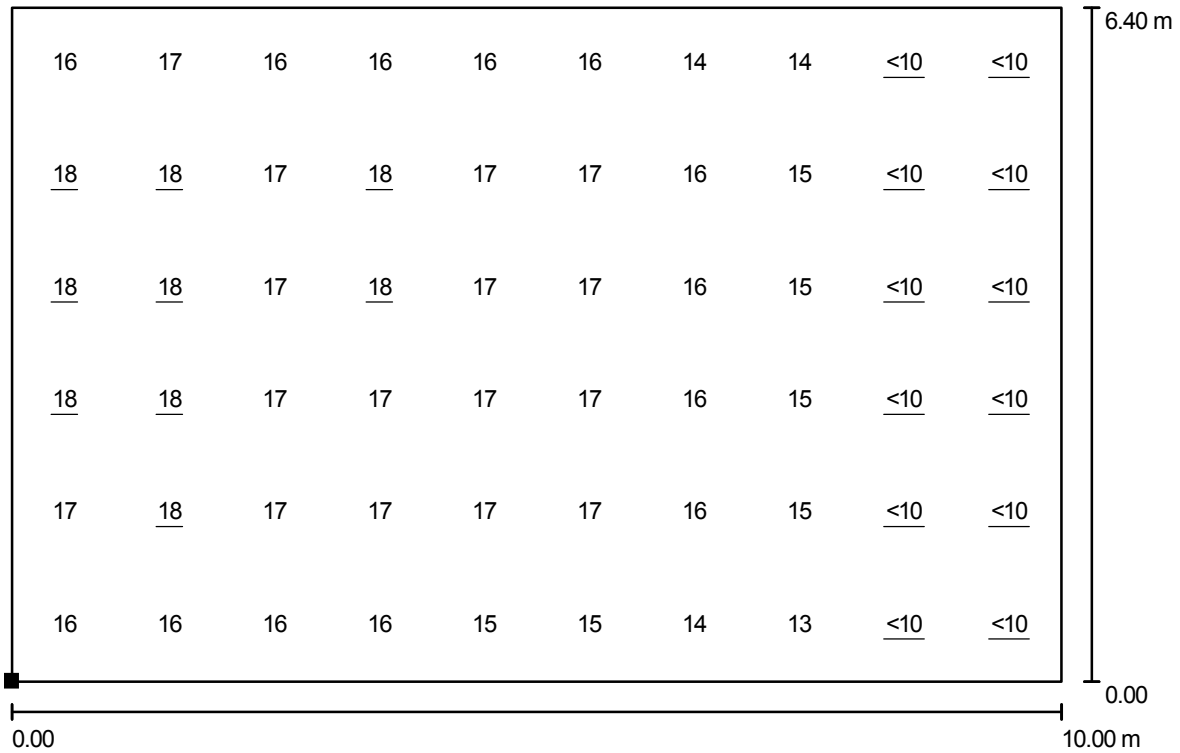
E_{max} [lx]
621

E_{min} / E_m
0.603

E_{min} / E_{max}
0.509

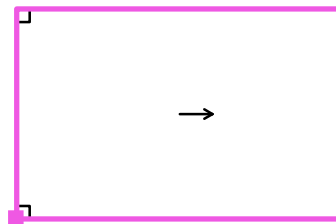
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala de reuniones 1 / Superficie de cálculo UGR 1 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 72

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(78.740 m, 37.448 m, 1.200 m)



Trama: 10 x 6 Puntos

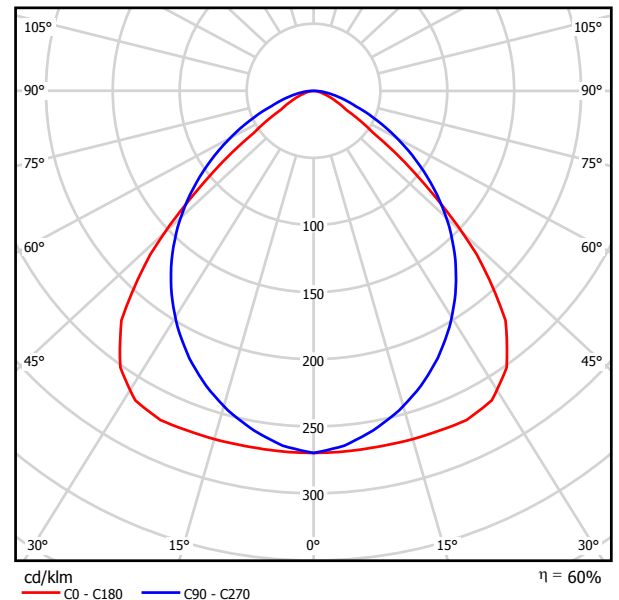
Min
/

Max
18

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF M2 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



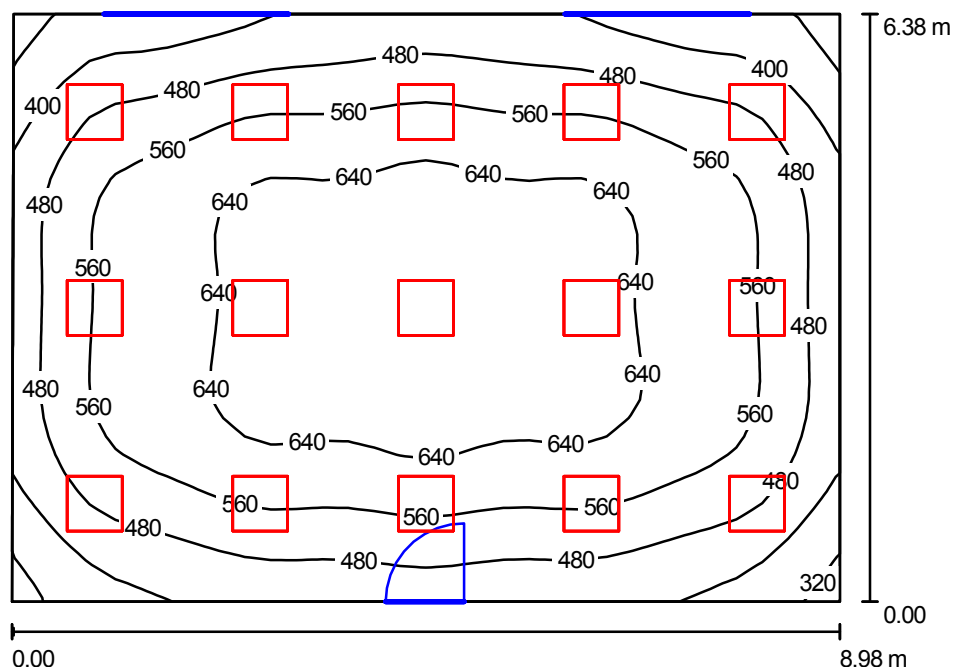
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 61 92 99 100 60

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	14.5	15.6	14.8	15.8	16.1	16.0	17.1	16.3	17.4	17.6
	3H	14.6	15.6	14.9	15.8	16.1	16.7	17.7	17.0	18.0	18.2
	4H	14.6	15.5	14.9	15.8	16.1	17.0	17.9	17.3	18.2	18.4
	6H	14.5	15.4	14.9	15.7	16.0	17.1	18.0	17.5	18.3	18.6
	8H	14.5	15.4	14.9	15.7	16.0	17.2	18.0	17.5	18.3	18.6
4H	12H	14.5	15.3	14.9	15.6	15.9	17.2	18.0	17.6	18.3	18.6
	2H	14.8	15.8	15.1	16.0	16.3	16.1	17.1	16.5	17.4	17.6
	3H	15.0	15.8	15.3	16.1	16.4	16.9	17.7	17.3	18.0	18.4
	4H	15.0	15.7	15.4	16.1	16.4	17.3	17.9	17.6	18.3	18.6
	6H	15.0	15.6	15.5	16.0	16.4	17.5	18.1	17.9	18.5	18.9
8H	8H	15.0	15.6	15.5	16.0	16.4	17.6	18.1	18.0	18.5	18.9
	12H	15.0	15.5	15.5	15.9	16.3	17.7	18.1	18.1	18.6	19.0
	4H	15.1	15.6	15.5	16.0	16.4	17.2	17.8	17.6	18.2	18.6
	6H	15.1	15.6	15.6	16.0	16.5	17.5	18.0	18.0	18.4	18.8
	8H	15.1	15.5	15.6	16.0	16.5	17.6	18.0	18.1	18.5	19.0
12H	12H	15.1	15.5	15.6	15.9	16.4	17.7	18.1	18.2	18.5	19.0
	4H	15.1	15.6	15.5	16.0	16.4	17.2	17.7	17.6	18.1	18.5
	6H	15.1	15.5	15.6	16.0	16.4	17.5	17.9	18.0	18.3	18.8
8H	15.2	15.5	15.6	16.0	16.5	17.6	18.0	18.1	18.4	18.9	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+1.1 / -1.8					+0.3 / -0.4					
S = 1.5H	+2.2 / -3.9					+0.8 / -1.2					
S = 2.0H	+3.7 / -4.8					+1.2 / -2.0					
Tabla estándar	BK01					BK03					
Sumando de corrección	-4.7					-1.7					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5000lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Despacho / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.051 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	/	547	285	684	0.521
Suelo	20	488	286	638	0.586
Techo	70	105	85	133	0.807
Paredes (4)	50	238	95	407	/

Plano útil:

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

Lista de piezas - Luminarias

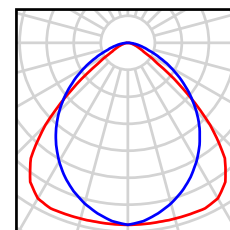
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	15	Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF M2 (1.000)	3000	5000	63.0
			Total: 45000	Total: 75000	945.0

Valor de eficiencia energética: $16.51 \text{ W/m}^2 = 3.02 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 57.24 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Despacho / Lista de luminarias

15 Pieza Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF M2
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3000 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5000 lm
Potencia de las luminarias: 63.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 61 92 99 100 60
Lámpara: 4 x TL5-14W/840 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Despacho / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 45000 lm
Potencia total: 945.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	456	91	547	/	/
Suelo	391	96	488	20	31
Techo	0.02	105	105	70	23
Pared 1	139	94	234	50	37
Pared 2	154	92	247	50	39
Pared 3	132	95	227	50	36
Pared 4	155	98	253	50	40

Simetrías en el plano útil

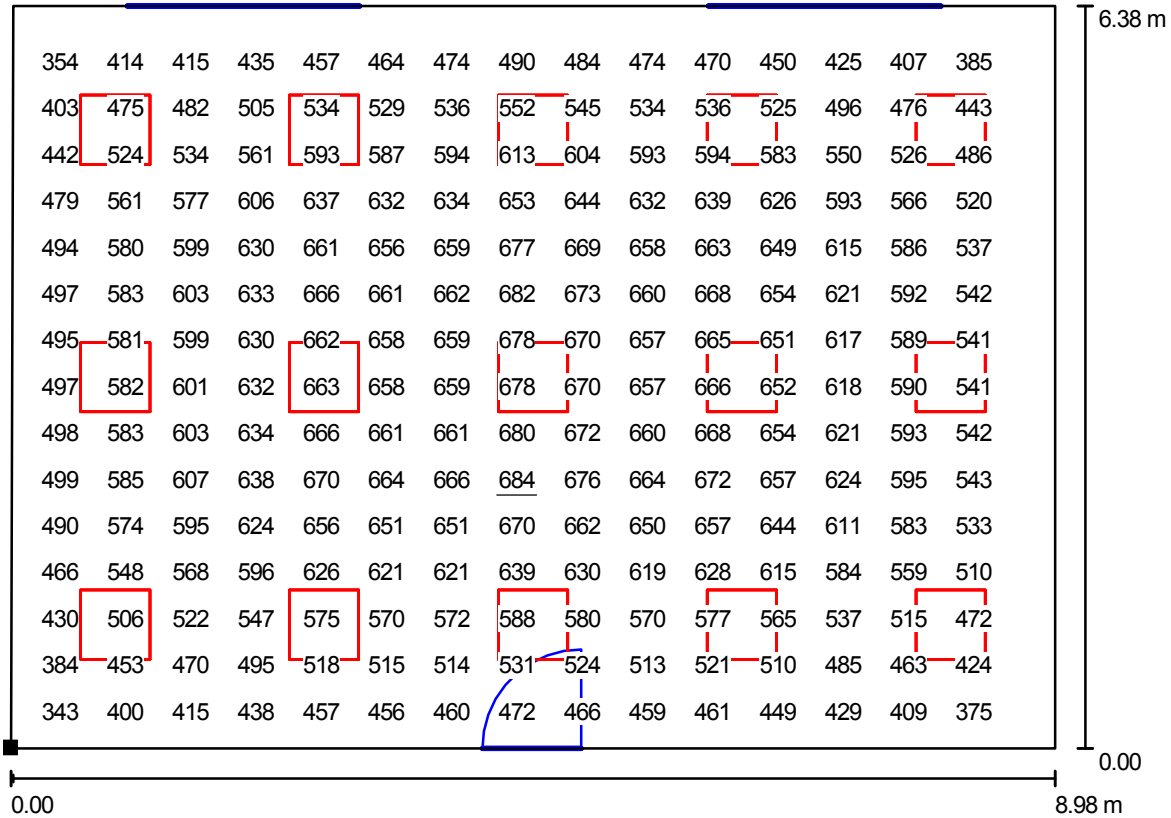
E_{\min} / E_{\max} : 0.521 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.416 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $16.51 \text{ W/m}^2 = 3.02 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 57.24 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Despacho / Plano útil / Gráfico de valores (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 65

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(69.640 m, 37.451 m, 0.850 m)



Trama: 32 x 32 Puntos

E_m [lx]
547

E_{min} [lx]
285

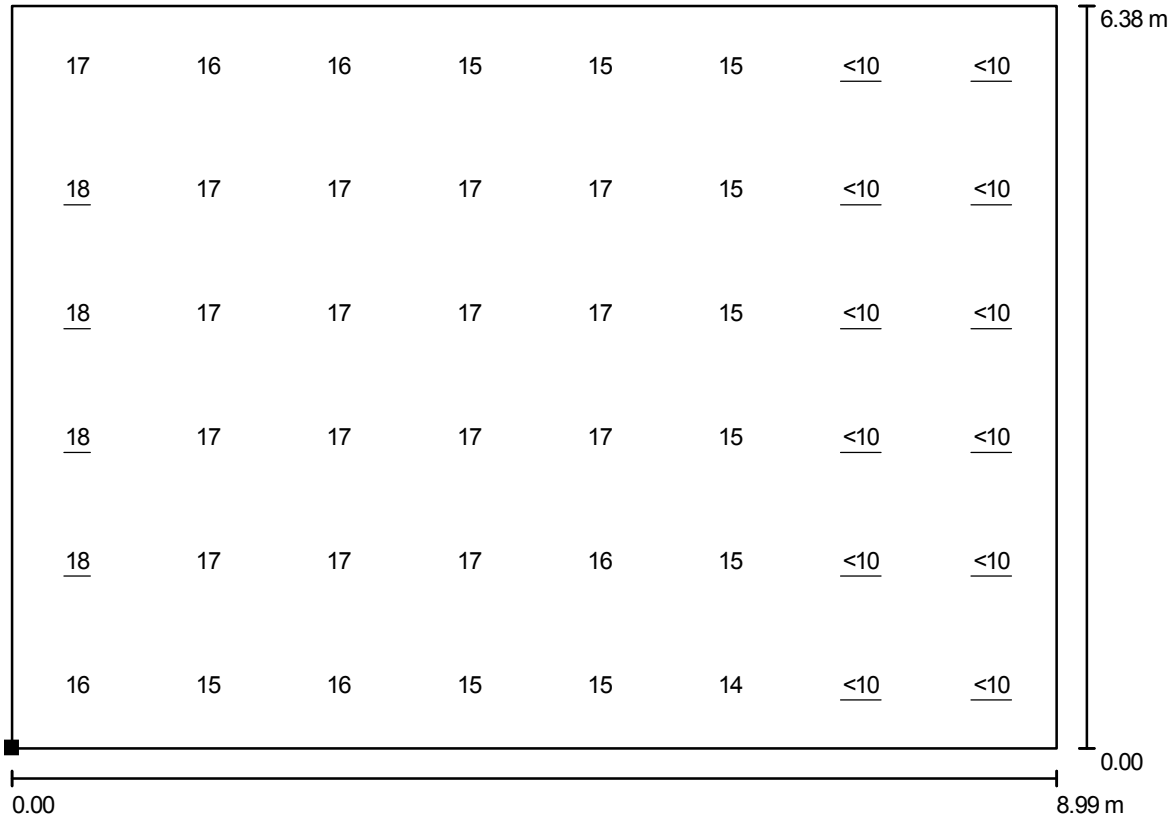
E_{max} [lx]
684

E_{min} / E_m
0.521

E_{min} / E_{max}
0.416

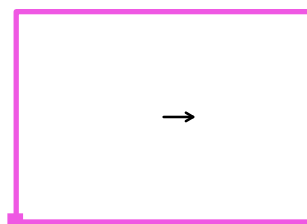
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Despacho / Superficie de cálculo UGR 1 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 65

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(69.655 m, 37.451 m, 1.200 m)



Trama: 8 x 6 Puntos

Min
/

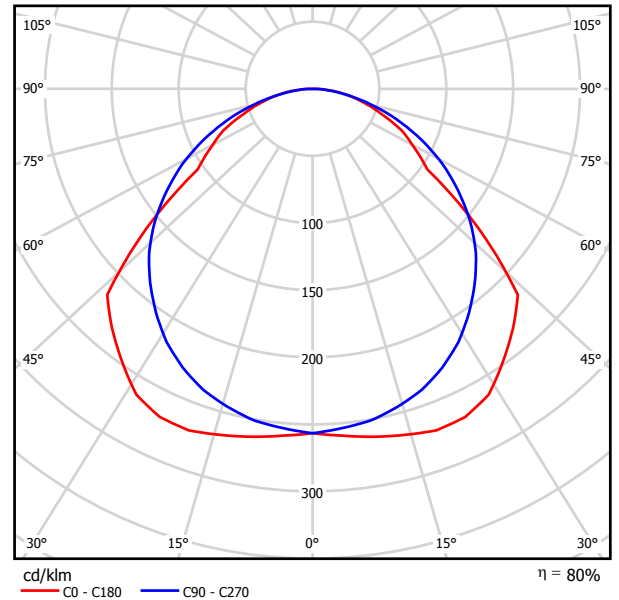
Max
18

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips TMX204 1xTL5-28W HFP +GMX555 MB / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



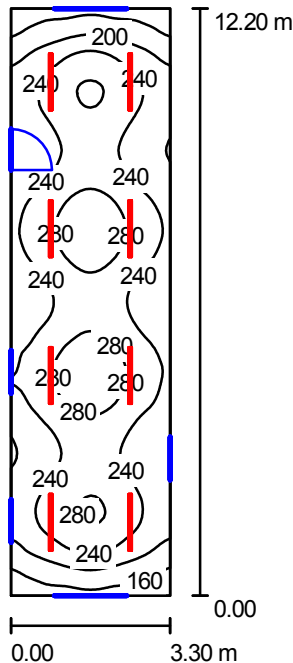
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 48 81 96 100 80

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
h Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
h Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
h Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	17.2	18.5	17.5	18.7	19.0	18.4	19.7	18.7	19.9	20.2
	3H	18.3	19.5	18.6	19.7	20.0	19.9	21.1	20.2	21.3	21.6
	4H	18.8	19.9	19.1	20.2	20.4	20.5	21.6	20.8	21.9	22.2
	6H	19.2	20.2	19.5	20.5	20.8	20.8	21.9	21.2	22.2	22.5
	8H	19.3	20.3	19.7	20.7	21.0	20.9	21.9	21.3	22.2	22.6
4H	12H	19.5	20.4	19.9	20.8	21.1	21.0	21.9	21.3	22.2	22.6
	2H	17.9	19.0	18.2	19.3	19.6	18.9	20.0	19.2	20.3	20.6
	3H	19.2	20.1	19.5	20.4	20.8	20.6	21.5	20.9	21.8	22.2
	4H	19.8	20.6	20.2	20.9	21.3	21.3	22.2	21.7	22.5	22.9
	6H	20.3	21.0	20.7	21.4	21.8	21.9	22.6	22.3	23.0	23.4
8H	8H	20.5	21.2	21.0	21.6	22.0	22.0	22.7	22.4	23.1	23.5
	12H	20.7	21.3	21.2	21.7	22.2	22.1	22.7	22.6	23.1	23.6
	4H	20.1	20.8	20.5	21.2	21.6	21.5	22.2	21.9	22.6	23.0
	6H	20.8	21.3	21.2	21.8	22.2	22.2	22.7	22.6	23.1	23.6
	8H	21.1	21.6	21.6	22.0	22.5	22.4	22.9	22.9	23.3	23.8
12H	12H	21.4	21.8	21.9	22.3	22.8	22.6	23.0	23.1	23.5	24.0
	4H	20.1	20.7	20.6	21.1	21.6	21.5	22.1	22.0	22.5	23.0
	6H	20.9	21.4	21.4	21.8	22.3	22.2	22.7	22.7	23.1	23.6
	8H	21.2	21.7	21.7	22.1	22.6	22.5	22.9	23.0	23.4	23.9
	Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias										
S = 1.0H	+0.2 / -0.3					+0.1 / -0.2					
S = 1.5H	+0.6 / -0.7					+0.5 / -0.7					
S = 2.0H	+0.9 / -1.0					+0.7 / -1.2					
Tabla estándar	BK05					BK05					
Sumando de corrección	2.8					4.1					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2625lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo 1 / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:157

Superficie	ρ [%]	E _m [lx]	E _{min} [lx]	E _{max} [lx]	E _{min} / E _m
Plano útil	/	238	135	311	0.566
Suelo	20	196	132	234	0.674
Techo	70	55	38	63	0.688
Paredes (4)	50	132	48	278	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m	Pared izq	20	22	
Trama: 32 x 128 Puntos	Pared inferior	19	21	
Zona marginal: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de piezas - Luminarias

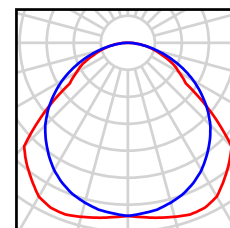
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	Philips TMX204 1xTL5-28W HFP +GMX555 MB (1.000)	2100	2625	32.0
			Total: 16800	Total: 21000	256.0

Valor de eficiencia energética: 6.36 W/m² = 2.67 W/m²/100 lx (Base: 40.26 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo 1 / Lista de luminarias

8 Pieza Philips TMX204 1xTL5-28W HFP +GMX555 MB
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 2100 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 2625 lm
Potencia de las luminarias: 32.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 48 81 96 100 80
Lámpara: 1 x TL5-28W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 16800 lm
Potencia total: 256.0 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	184	54	238	/	/
Suelo	140	56	196	20	12
Techo	0.05	55	55	70	12
Pared 1	67	49	116	50	19
Pared 2	87	51	137	50	22
Pared 3	67	49	116	50	18
Pared 4	85	50	136	50	22

Simetrías en el plano útil

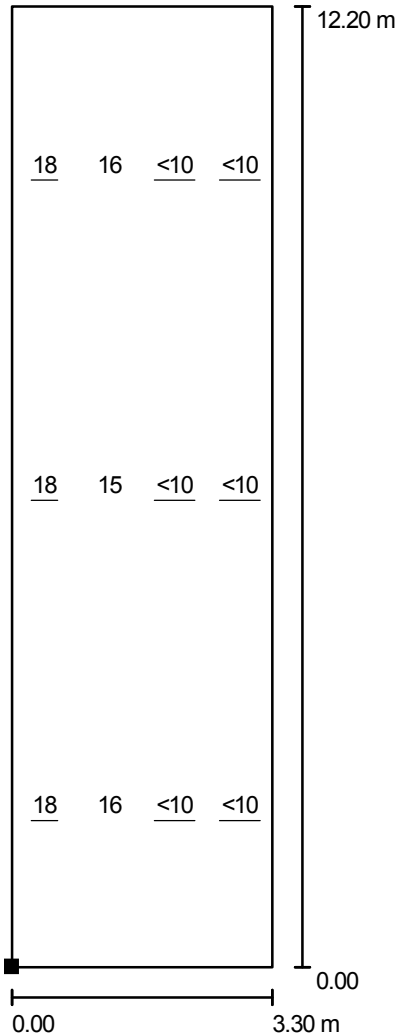
E_{\min} / E_{\max} : 0.566 (1:2)	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
E_{\min} / E_{\max} : 0.434 (1:2)	Pared izq	20	22	
	Pared inferior	19	21	

(CIE, SHR = 0.25.)

Valor de eficiencia energética: $6.36 \text{ W/m}^2 = 2.67 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 40.26 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

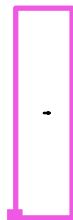
Pasillo 1 / Superficie de cálculo UGR 1 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 96

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(66.240 m, 31.650 m, 1.200 m)



Trama: 3 x 12 Puntos

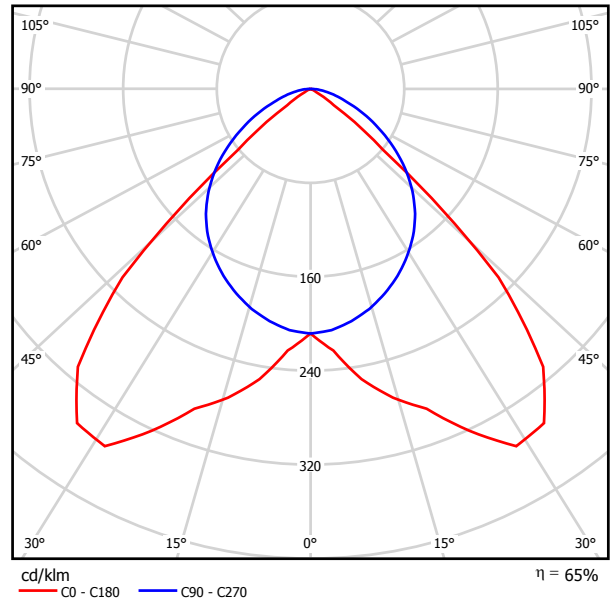
Min
/

Max
18

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF C3 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



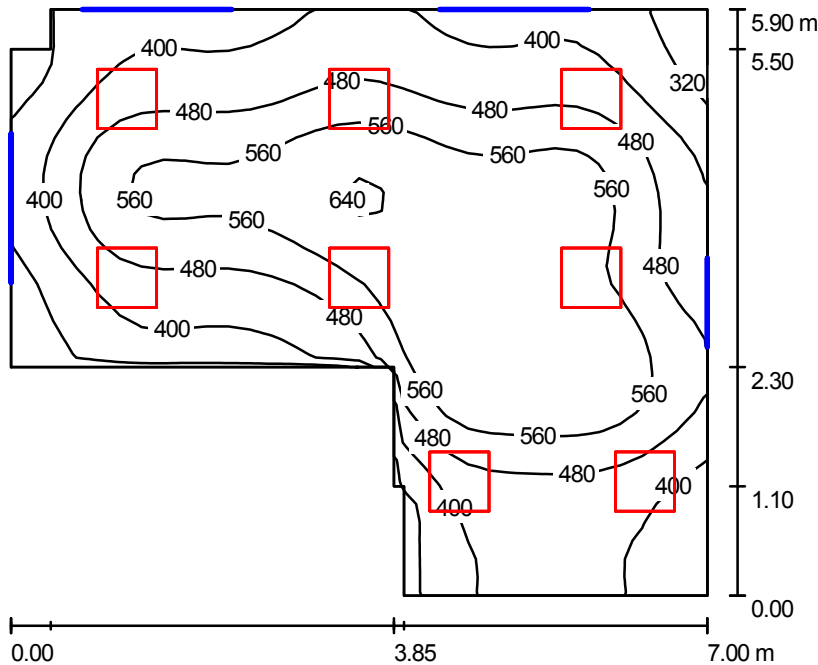
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 60 93 99 100 65

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR										
η Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
η Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
η 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	15.2	16.3	15.5	16.5	16.7	17.8	17.0	18.0	18.3
	3H	15.0	16.0	15.4	16.3	16.6	17.3	18.3	17.6	18.6
	4H	15.0	15.9	15.3	16.2	16.5	17.5	18.4	17.8	18.7
	6H	14.9	15.8	15.2	16.1	16.4	17.6	18.5	18.0	18.8
	8H	14.9	15.7	15.2	16.0	16.3	17.7	18.5	18.0	18.8
4H	12H	14.8	15.6	15.2	15.9	16.3	17.7	18.5	18.0	18.8
	2H	15.4	16.4	15.8	16.6	16.9	16.7	17.7	17.1	17.9
	3H	15.4	16.1	15.7	16.5	16.8	17.4	18.2	17.8	18.5
	4H	15.3	16.0	15.7	16.3	16.7	17.7	18.4	18.1	18.7
	6H	15.3	15.8	15.7	16.2	16.6	17.9	18.5	18.3	18.9
8H	8H	15.2	15.8	15.6	16.1	16.6	18.0	18.5	18.4	18.9
	12H	15.2	15.7	15.6	16.1	16.5	18.0	18.5	18.5	18.9
	4H	15.3	15.9	15.8	16.3	16.7	17.7	18.2	18.1	18.6
	6H	15.3	15.7	15.8	16.2	16.6	17.9	18.3	18.4	18.8
	8H	15.3	15.7	15.7	16.1	16.6	18.0	18.4	18.5	18.8
12H	12H	15.2	15.6	15.7	16.0	16.5	18.1	18.4	18.6	18.9
	4H	15.3	15.8	15.8	16.2	16.7	17.6	18.1	18.1	18.5
	6H	15.3	15.7	15.8	16.1	16.6	17.9	18.3	18.3	18.7
	8H	15.3	15.6	15.8	16.1	16.6	18.0	18.3	18.5	18.8
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	-4.0					-1.4				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5000lm Flujo luminoso total										

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona común / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.051 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	/	479	265	653	0.552
Suelo	20	403	267	538	0.662
Techo	70	97	71	181	0.735
Paredes (10)	50	227	79	869	/

Plano útil:

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

Lista de piezas - Luminarias

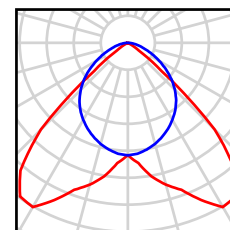
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF C3 (1.000)	3250	5000	63.0
			Total: 26000	Total: 40000	504.0

Valor de eficiencia energética: 15.66 W/m² = 3.27 W/m²/100 lx (Base: 32.17 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona común / Lista de luminarias

8 Pieza Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF C3
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3250 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5000 lm
Potencia de las luminarias: 63.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 60 93 99 100 65
Lámpara: 4 x TL5-14W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona común / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 26000 lm
Potencia total: 504.0 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	388	91	479	/	/
Suelo	308	95	403	20	26
Techo	0.01	97	97	70	22
Pared 1	142	82	225	50	36
Pared 2	164	97	261	50	41
Pared 3	51	118	169	50	27
Pared 4	151	100	251	50	40
Pared 5	124	97	222	50	35
Pared 6	149	91	240	50	38
Pared 7	137	88	224	50	36
Pared 8	123	87	210	50	33
Pared 9	80	86	166	50	26
Pared 10	119	84	203	50	32

Simetrías en el plano útil

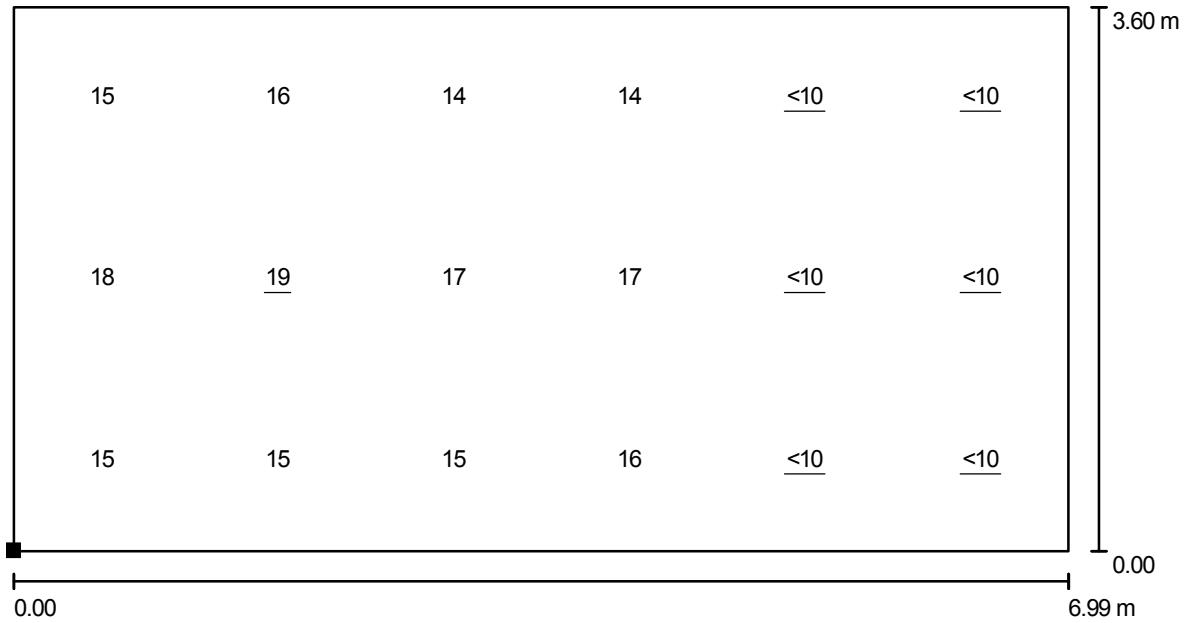
E_{\min} / E_{\max} : 0.552 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.405 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $15.66 \text{ W/m}^2 = 3.27 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 32.17 m^2)

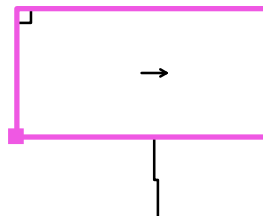
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona común / Superficie de cálculo UGR 1 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 50

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(59.140 m, 40.251 m, 1.200 m)



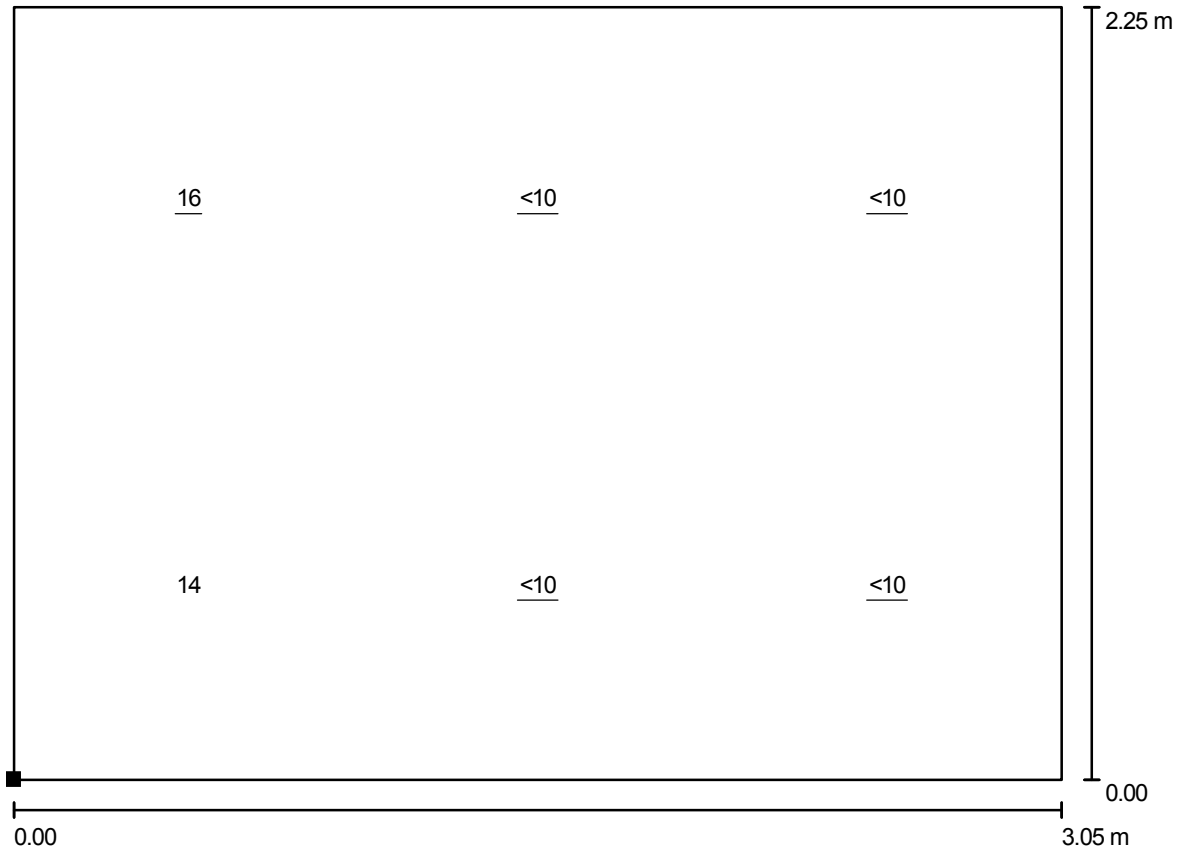
Trama: 6 x 3 Puntos

Min
/

Max
19

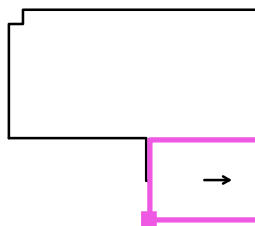
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona común / Superficie de cálculo UGR 2 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 22

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(63.090 m, 37.950 m, 1.200 m)



Trama: 3 x 2 Puntos

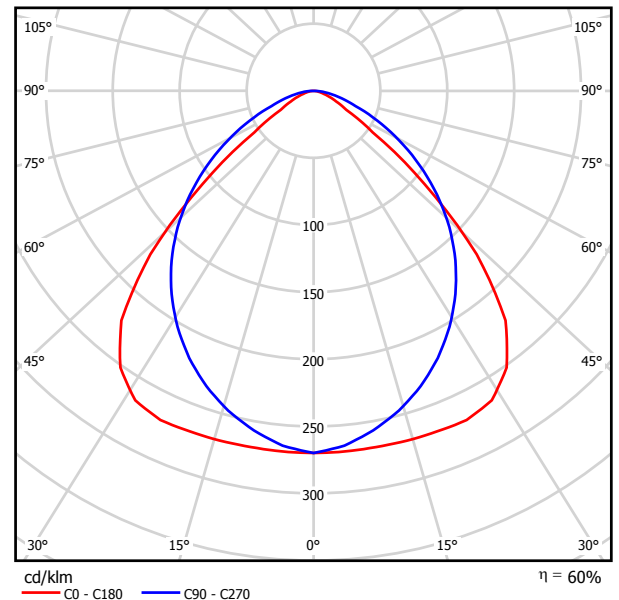
Min
/

Max
16

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF M2 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



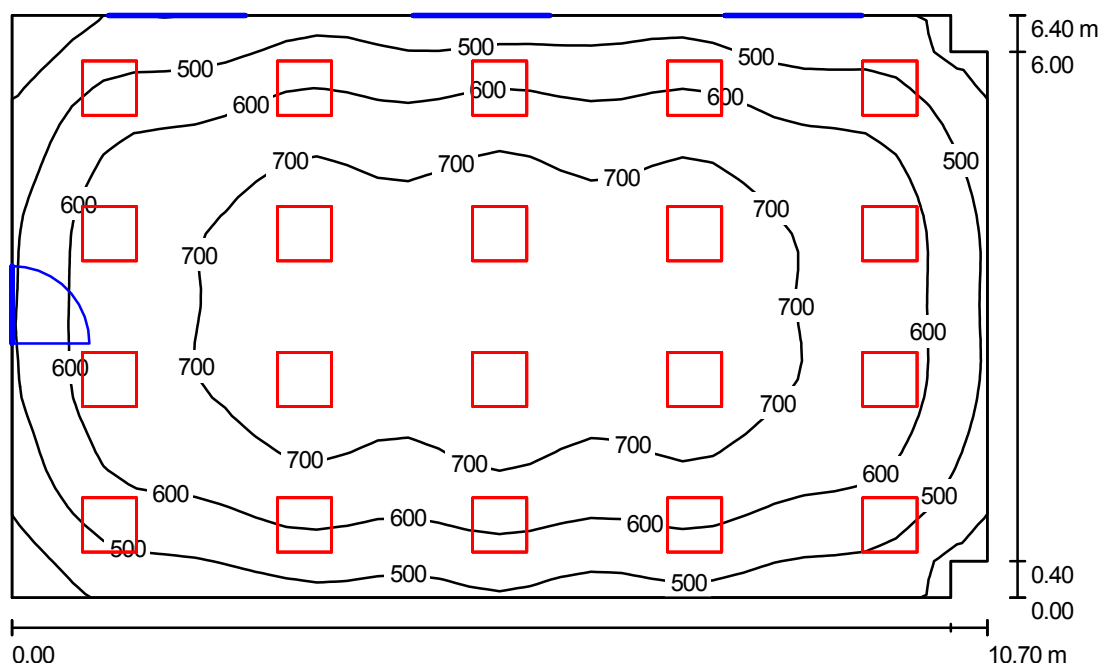
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 61 92 99 100 60

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	14.5	15.6	14.8	15.8	16.1	16.0	17.1	16.3	17.4	17.6
	3H	14.6	15.6	14.9	15.8	16.1	16.7	17.7	17.0	18.0	18.2
	4H	14.6	15.5	14.9	15.8	16.1	17.0	17.9	17.3	18.2	18.4
	6H	14.5	15.4	14.9	15.7	16.0	17.1	18.0	17.5	18.3	18.6
	8H	14.5	15.4	14.9	15.7	16.0	17.2	18.0	17.5	18.3	18.6
4H	12H	14.5	15.3	14.9	15.6	15.9	17.2	18.0	17.6	18.3	18.6
	2H	14.8	15.8	15.1	16.0	16.3	16.1	17.1	16.5	17.4	17.6
	3H	15.0	15.8	15.3	16.1	16.4	16.9	17.7	17.3	18.0	18.4
	4H	15.0	15.7	15.4	16.1	16.4	17.3	17.9	17.6	18.3	18.6
	6H	15.0	15.6	15.5	16.0	16.4	17.5	18.1	17.9	18.5	18.9
8H	8H	15.0	15.6	15.5	16.0	16.4	17.6	18.1	18.0	18.5	18.9
	12H	15.0	15.5	15.5	15.9	16.3	17.7	18.1	18.1	18.6	19.0
	4H	15.1	15.6	15.5	16.0	16.4	17.2	17.8	17.6	18.2	18.6
	6H	15.1	15.6	15.6	16.0	16.5	17.5	18.0	18.0	18.4	18.8
	8H	15.1	15.5	15.6	16.0	16.5	17.6	18.0	18.1	18.5	19.0
12H	15.1	15.5	15.6	15.9	16.4	17.7	18.1	18.2	18.5	19.0	
	4H	15.1	15.6	15.5	16.0	16.4	17.2	17.7	17.6	18.1	18.5
	6H	15.1	15.5	15.6	16.0	16.4	17.5	17.9	18.0	18.3	18.8
8H	15.2	15.5	15.6	16.0	16.5	17.6	18.0	18.1	18.4	18.9	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+1.1 / -1.8					+0.3 / -0.4					
S = 1.5H	+2.2 / -3.9					+0.8 / -1.2					
S = 2.0H	+3.7 / -4.8					+1.2 / -2.0					
Tabla estándar	BK01					BK03					
Sumando de corrección	-4.7					-1.7					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5000lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala de reuniones 2 / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.051 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:83

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	621	318	781	0.512
Suelo	20	561	330	717	0.589
Techo	70	121	99	151	0.823
Paredes (8)	50	271	112	491	/

Plano útil:

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

Lista de piezas - Luminarias

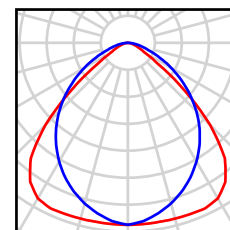
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	20	Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF M2 (1.000)	3000	5000	63.0
			Total: 60000	Total: 100000	1260.0

Valor de eficiencia energética: $18.49 \text{ W/m}^2 = 2.98 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 68.16 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala de reuniones 2 / Lista de luminarias

20 Pieza Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF M2
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3000 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5000 lm
Potencia de las luminarias: 63.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 61 92 99 100 60
Lámpara: 4 x TL5-14W/840 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala de reuniones 2 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 60000 lm
Potencia total: 1260.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	519	102	621	/	/
Suelo	451	110	561	20	36
Techo	0.02	121	121	70	27
Pared 1	170	105	275	50	44
Pared 2	142	111	253	50	40
Pared 3	95	108	203	50	32
Pared 4	175	102	276	50	44
Pared 5	95	109	204	50	33
Pared 6	142	111	253	50	40
Pared 7	167	106	273	50	44
Pared 8	163	105	268	50	43

Simetrías en el plano útil

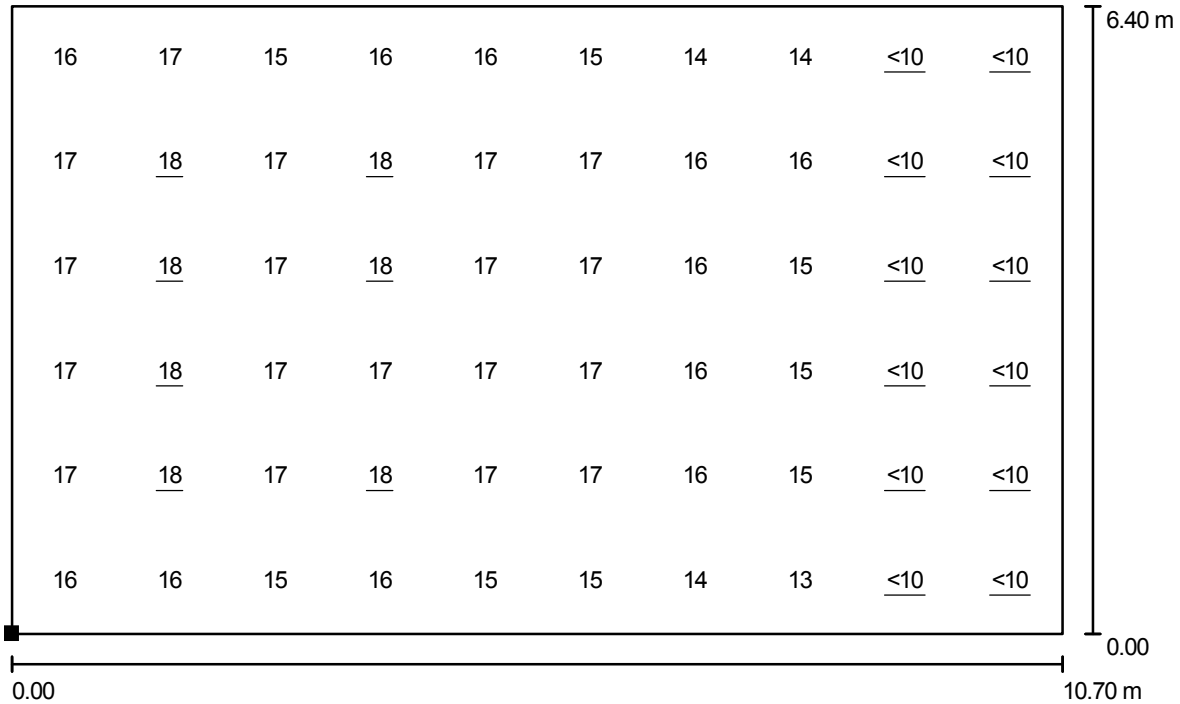
E_{\min} / E_m : 0.512 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.407 (1:2)

Valor de eficiencia energética: 18.49 W/m² = 2.98 W/m²/100 lx (Base: 68.16 m²)

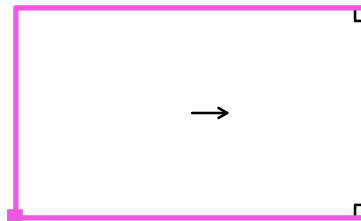
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala de reuniones 2 / Superficie de cálculo UGR 1 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 77

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(88.840 m, 37.451 m, 1.200 m)



Trama: 10 x 6 Puntos

Min
/

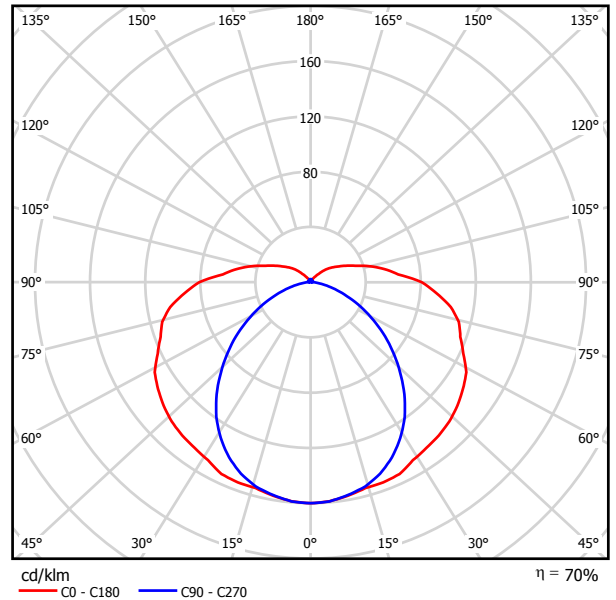
Max
18

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips TCW060 2xTL5-28W HF / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



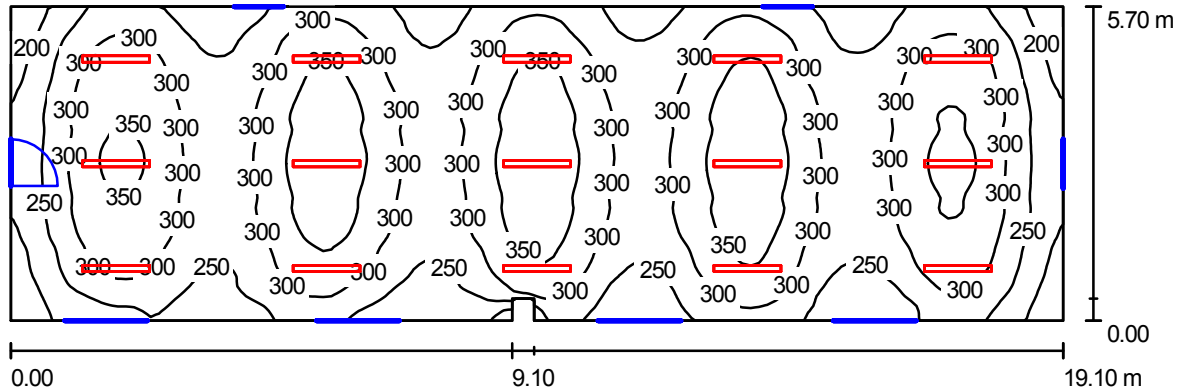
Clasificación luminarias según CIE: 87
Código CIE Flux: 36 64 85 87 70

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
n Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
n Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
n Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local	X	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	18.6	20.0	19.1	20.4	20.9	15.7	17.0	16.1	17.4	17.9
	3H	21.1	22.3	21.6	22.8	23.4	16.7	17.9	17.2	18.4	18.9
	4H	22.5	23.6	23.0	24.1	24.7	17.0	18.1	17.5	18.6	19.2
	6H	23.8	24.9	24.3	25.4	26.0	17.2	18.3	17.7	18.8	19.4
	8H	24.4	25.4	25.0	26.0	26.6	17.2	18.3	17.8	18.8	19.4
12H	25.0	26.0	25.6	26.5	27.2	17.3	18.3	17.8	18.8	19.4	
4H	2H	19.2	20.4	19.7	20.9	21.4	17.1	18.3	17.6	18.8	19.3
	3H	22.0	23.0	22.5	23.5	24.1	18.5	19.5	19.1	20.0	20.7
	4H	23.5	24.4	24.1	24.9	25.6	19.0	19.9	19.6	20.5	21.1
	6H	25.0	25.8	25.6	26.4	27.1	19.4	20.2	20.0	20.8	21.4
	8H	25.8	26.5	26.4	27.1	27.8	19.4	20.2	20.1	20.8	21.5
12H	26.5	27.2	27.1	27.8	28.5	19.5	20.2	20.1	20.8	21.5	
8H	4H	23.8	24.5	24.4	25.1	25.8	20.3	21.0	20.9	21.6	22.3
	6H	25.6	26.2	26.2	26.9	27.6	21.0	21.6	21.6	22.3	23.0
	8H	26.5	27.1	27.2	27.7	28.5	21.3	21.8	21.9	22.5	23.2
	12H	27.5	27.9	28.1	28.6	29.4	21.4	21.9	22.1	22.6	23.3
12H	4H	23.8	24.5	24.4	25.1	25.8	20.6	21.3	21.2	21.9	22.6
	6H	25.7	26.2	26.3	26.9	27.6	21.6	22.1	22.2	22.8	23.5
	8H	26.7	27.2	27.4	27.9	28.6	22.0	22.5	22.7	23.1	23.9
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1				
S = 1.5H		+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.3				
S = 2.0H		+0.3 / -0.4					+0.4 / -0.6				
Tabla estándar		BK11					BK13				
Sumando de corrección		9.9					4.1				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5250lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo 2 / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:137

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	295	149	388	0.507
Suelo	20	257	156	312	0.605
Techo	70	126	68	469	0.541
Paredes (8)	50	222	104	1017	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

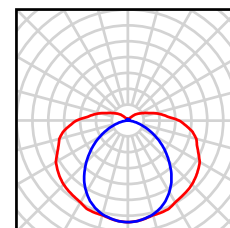
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	15	Philips TCW060 2xTL5-28W HF (1.000)	3675	5250	62.0
			Total: 55125	Total: 78750	930.0

Valor de eficiencia energética: $8.55 \text{ W/m}^2 = 2.90 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 108.71 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo 2 / Lista de luminarias

15 Pieza Philips TCW060 2xTL5-28W HF
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3675 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5250 lm
Potencia de las luminarias: 62.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 87
Código CIE Flux: 36 64 85 87 70
Lámpara: 2 x TL5-28W/840 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo 2 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 55125 lm
Potencia total: 930.0 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	198	97	295	/	/
Suelo	162	95	257	20	16
Techo	46	80	126	70	28
Pared 1	153	78	231	50	37
Pared 2	34	84	118	50	19
Pared 3	314	88	402	50	64
Pared 4	67	101	168	50	27
Pared 5	163	81	244	50	39
Pared 6	80	81	161	50	26
Pared 7	164	79	243	50	39
Pared 8	80	79	159	50	25

Simetrías en el plano útil

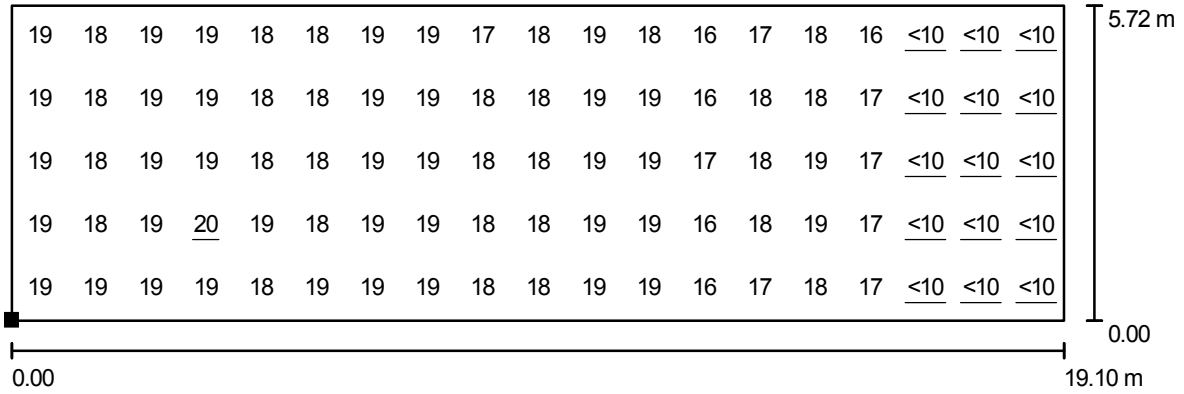
E_{\min} / E_{\max} : 0.507 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.385 (1:3)

Valor de eficiencia energética: 8.55 W/m² = 2.90 W/m²/100 lx (Base: 108.71 m²)

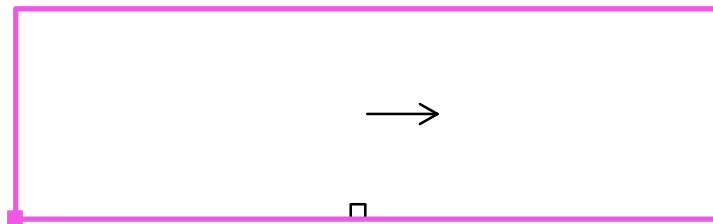
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo 2 / Superficie de cálculo UGR 1 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 137

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(69.640 m, 31.641 m, 1.200 m)



Trama: 19 x 5 Puntos

Min
/

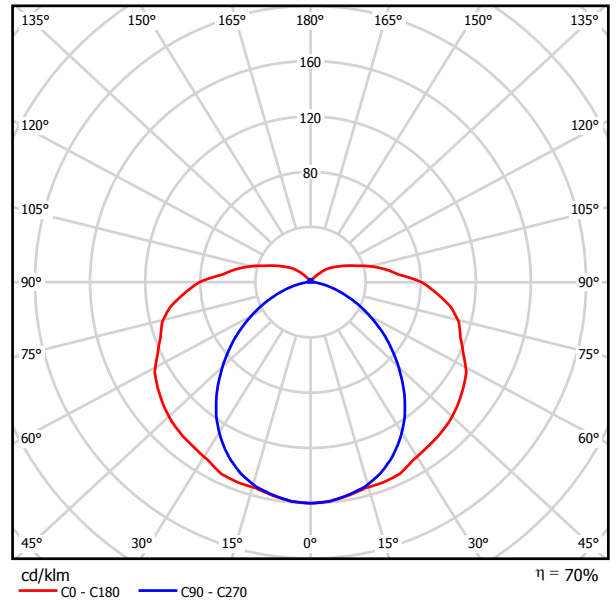
Max
20

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips TCW060 2xTL5-28W HF / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



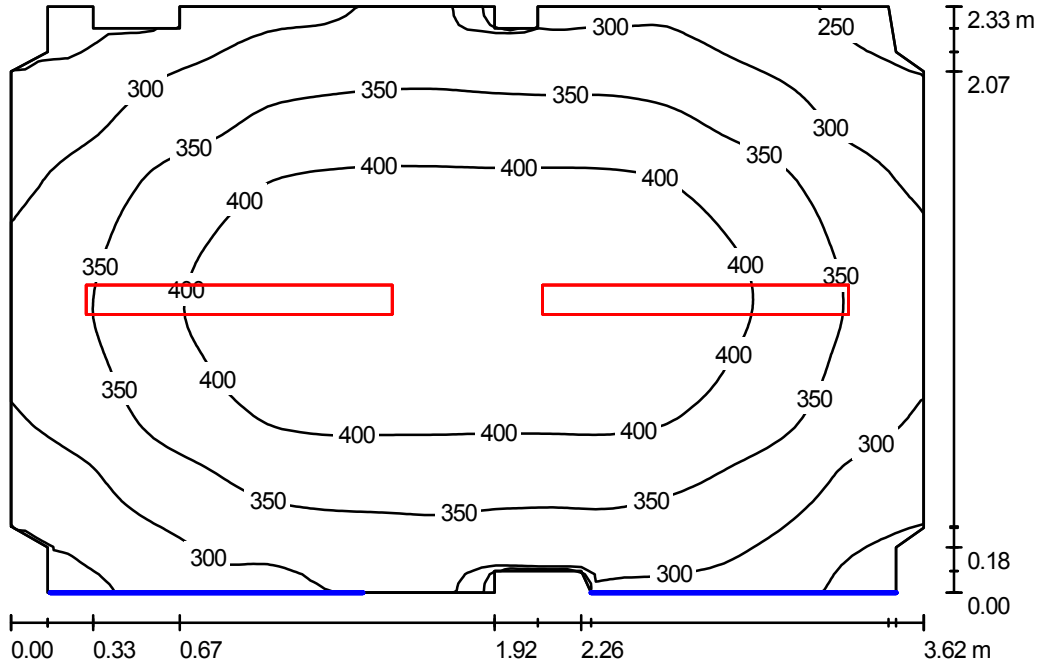
Clasificación luminarias según CIE: 87
Código CIE Flux: 36 64 85 87 70

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
n Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
n Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
n 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	20.0	19.1	20.4	20.9	15.7	17.0	16.1	17.4	17.9
	3H	21.1	22.3	21.6	22.8	23.4	16.7	17.9	17.2	18.4	18.9
	4H	22.5	23.6	23.0	24.1	24.7	17.0	18.1	17.5	18.6	19.2
	6H	23.8	24.9	24.3	25.4	26.0	17.2	18.3	17.7	18.8	19.4
	8H	24.4	25.4	25.0	26.0	26.6	17.2	18.3	17.8	18.8	19.4
12H	25.0	26.0	25.6	26.5	27.2	17.3	18.3	17.8	18.8	19.4	
4H	2H	19.2	20.4	19.7	20.9	21.4	17.1	18.3	17.6	18.8	19.3
	3H	22.0	23.0	22.5	23.5	24.1	18.5	19.5	19.1	20.0	20.7
	4H	23.5	24.4	24.1	24.9	25.6	19.0	19.9	19.6	20.5	21.1
	6H	25.0	25.8	25.6	26.4	27.1	19.4	20.2	20.0	20.8	21.4
	8H	25.8	26.5	26.4	27.1	27.8	19.4	20.2	20.1	20.8	21.5
12H	26.5	27.2	27.1	27.8	28.5	19.5	20.2	20.1	20.8	21.5	
8H	4H	23.8	24.5	24.4	25.1	25.8	20.3	21.0	20.9	21.6	22.3
	6H	25.6	26.2	26.2	26.9	27.6	21.0	21.6	21.6	22.3	23.0
	8H	26.5	27.1	27.2	27.7	28.5	21.3	21.8	21.9	22.5	23.2
	12H	27.5	27.9	28.1	28.6	29.4	21.4	21.9	22.1	22.6	23.3
12H	4H	23.8	24.5	24.4	25.1	25.8	20.6	21.3	21.2	21.9	22.6
	6H	25.7	26.2	26.3	26.9	27.6	21.6	22.1	22.2	22.8	23.5
	8H	26.7	27.2	27.4	27.9	28.6	22.0	22.5	22.7	23.1	23.9
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1				
S = 1.5H		+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.3				
S = 2.0H		+0.3 / -0.4					+0.4 / -0.6				
Tabla estándar		BK11					BK13				
Sumando de corrección		9.9					4.1				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5250lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Caseta transformador / Resumen



Altura del local: 2.535 m, Altura de montaje: 2.535 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:30

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	353	212	440	0.600
Suelo	20	248	152	291	0.613
Techo	70	196	104	477	0.534
Paredes (24)	50	259	62	425	/

Plano útil:

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

Lista de piezas - Luminarias

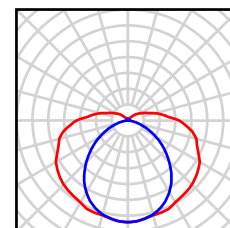
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Philips TCW060 2xTL5-28W HF (1.000)	3675	5250	62.0
			Total: 7350	Total: 10500	124.0

Valor de eficiencia energética: 15.04 W/m² = 4.26 W/m²/100 lx (Base: 8.25 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Caseta transformador / Lista de luminarias

2 Pieza Philips TCW060 2xTL5-28W HF
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3675 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5250 lm
Potencia de las luminarias: 62.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 87
Código CIE Flux: 36 64 85 87 70
Lámpara: 2 x TL5-28W/840 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Caseta transformador / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 7350 lm
Potencia total: 124.0 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	214	139	353	/	/
Suelo	130	117	248	20	16
Techo	74	121	196	70	44
Pared 1	136	103	239	50	38
Pared 2	79	112	191	50	30
Pared 3	174	110	283	50	45
Pared 4	58	110	167	50	27
Pared 5	178	110	288	50	46
Pared 6	93	114	207	50	33
Pared 7	235	124	359	50	57
Pared 8	79	112	191	50	30
Pared 9	135	105	240	50	38
Pared 10	123	115	238	50	38
Pared 11	135	106	242	50	38
Pared 12	96	108	204	50	32
Pared 13	154	110	264	50	42
Pared 14	52	117	169	50	27
Pared 15	176	112	287	50	46
Pared 16	58	114	171	50	27
Pared 17	166	108	275	50	44
Pared 18	63	116	178	50	28
Pared 19	152	112	264	50	42
Pared 20	0.00	84	84	50	13
Pared 21	84	87	171	50	27
Pared 22	78	84	162	50	26
Pared 23	135	107	242	50	39
Pared 24	123	114	237	50	38

Simetrías en el plano útil

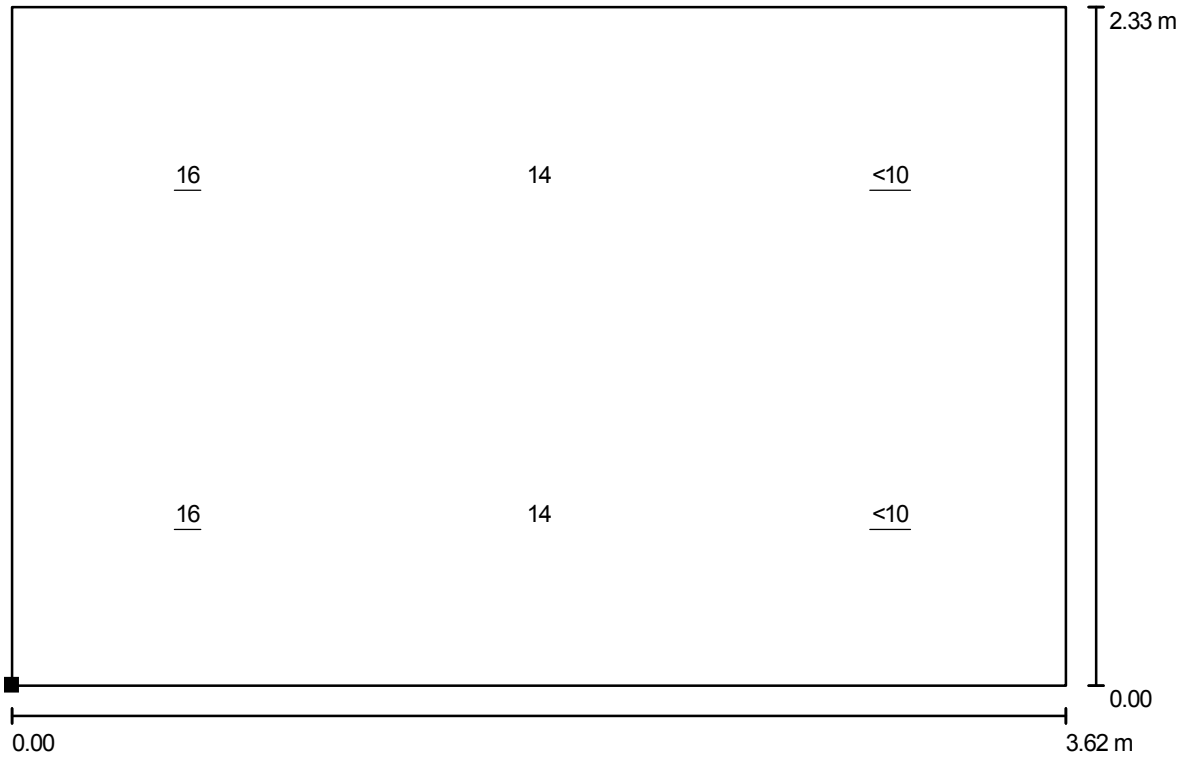
E_{\min} / E_m : 0.600 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.481 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $15.04 \text{ W/m}^2 = 4.26 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 8.25 m^2)

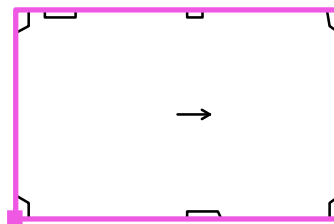
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Caseta transformador / Superficie de cálculo UGR 2 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 26

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(1.120 m, 1.336 m, 1.200 m)



Trama: 3 x 2 Puntos

Min
/

Max
16



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

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

PLANOS

Alumno: Iñigo Berruezo Lizarbe

Tutor: José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 20/06/2013



PLANOS

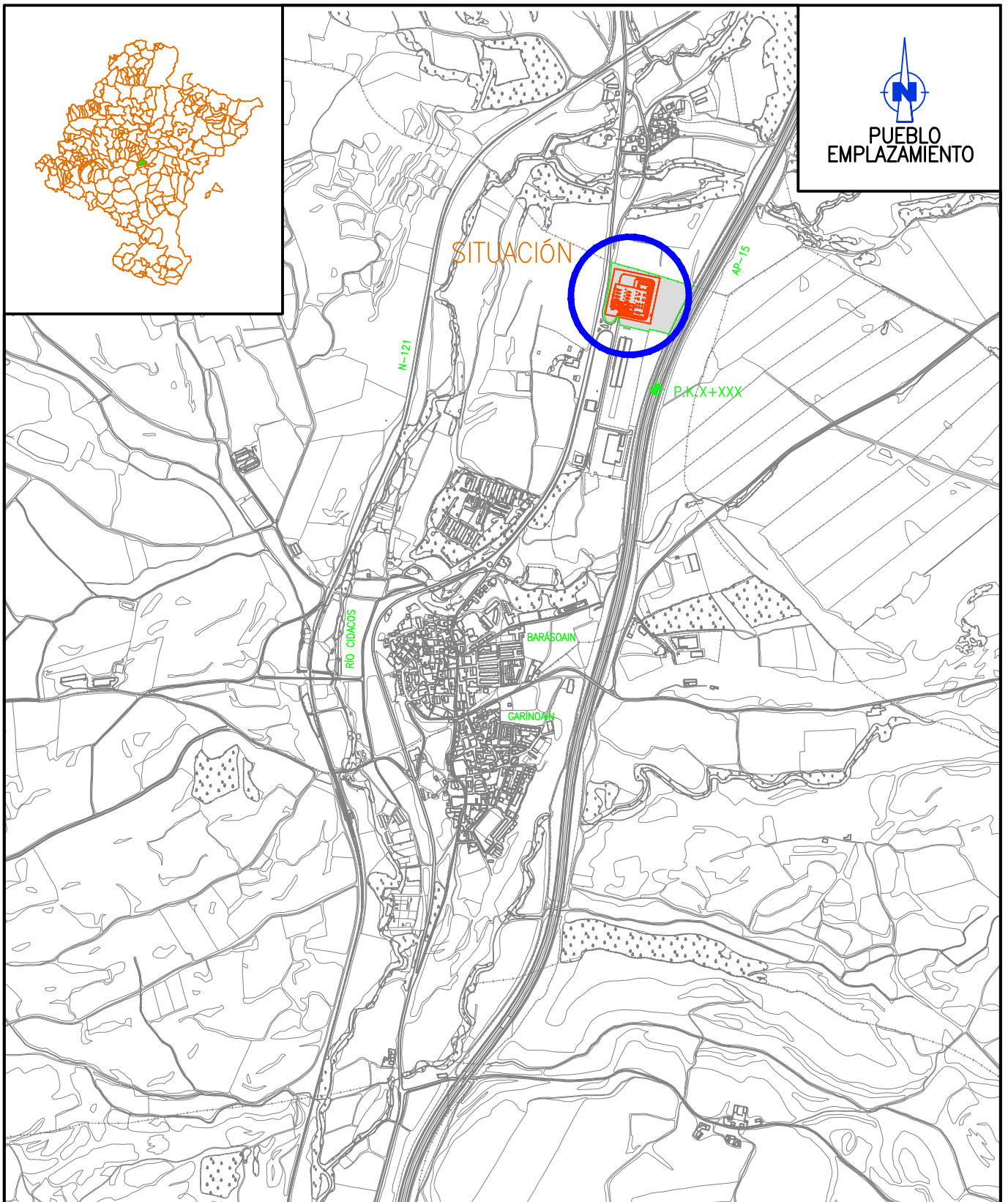
ÍNDICE:

- 3.1 SITUACIÓN DE LA NAVE INDUSTRIAL
- 3.2 EMPLAZAMIENTO NAVE INDUSTRIAL
- 3.3 PARCELA VISTA DE PLANTA
- 3.4 ALUMBRADO INTERIOR NAVE INDUSTRIAL
- 3.5 ALUMBRADO EXTERIOR Y DE EMERGENCIA DE LA NAVE
- 3.6 ALUMBRADO INTERIOR OFICINAS
- 3.7 ALUMBRADO EXTERIOR Y DE EMERGENCIA DE LAS OFICINAS
- 3.8 DISTRIBUCIÓN TOMAS DE CORRIENTE NAVE INDUSTRIAL
- 3.9 DISTRIBUCIÓN TOMAS DE CORRIENTE OFICINAS
- 3.10 DISTRIBUCIÓN CABLES DEL (CGD) A CUADRO SECUNDARIOS
- 3.11 ESQUEMA UNIFILAR CUADRO DE BT Y CUADRO AUXILIAR DEL CT
- 3.12 ESQUEMA UNIFILAR DEL CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
- 3.13 ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO I
- 3.14 ESQUEMA DE MANDO DEL ALUMBRADO
- 3.15 ESQUEMA DE FUERZA DEL ALUMBRADO DE LA NAVE

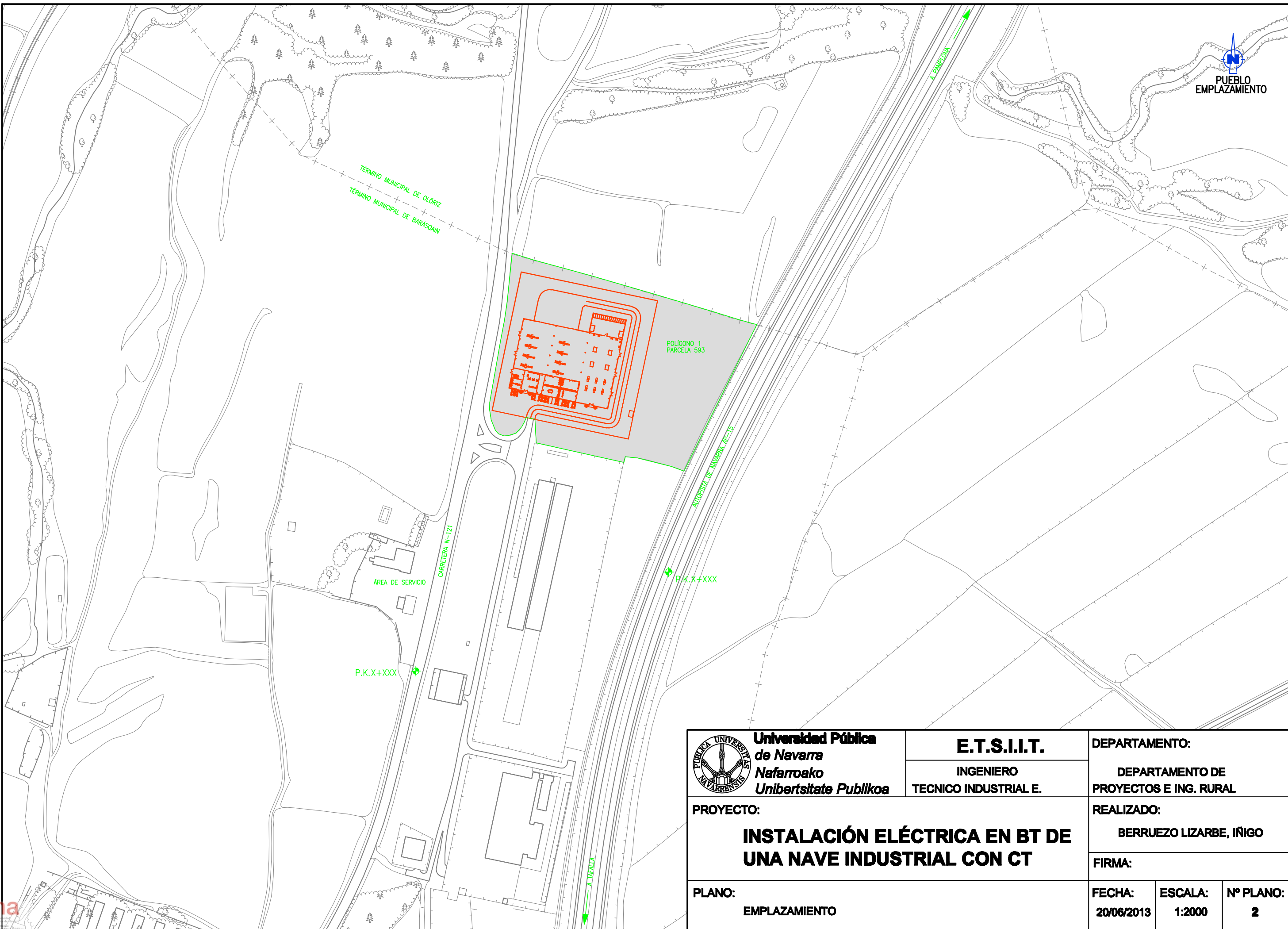



Instalación eléctrica en BT de una nave industrial con CT
Iñigo Berruezo Lizarbe
Presupuesto

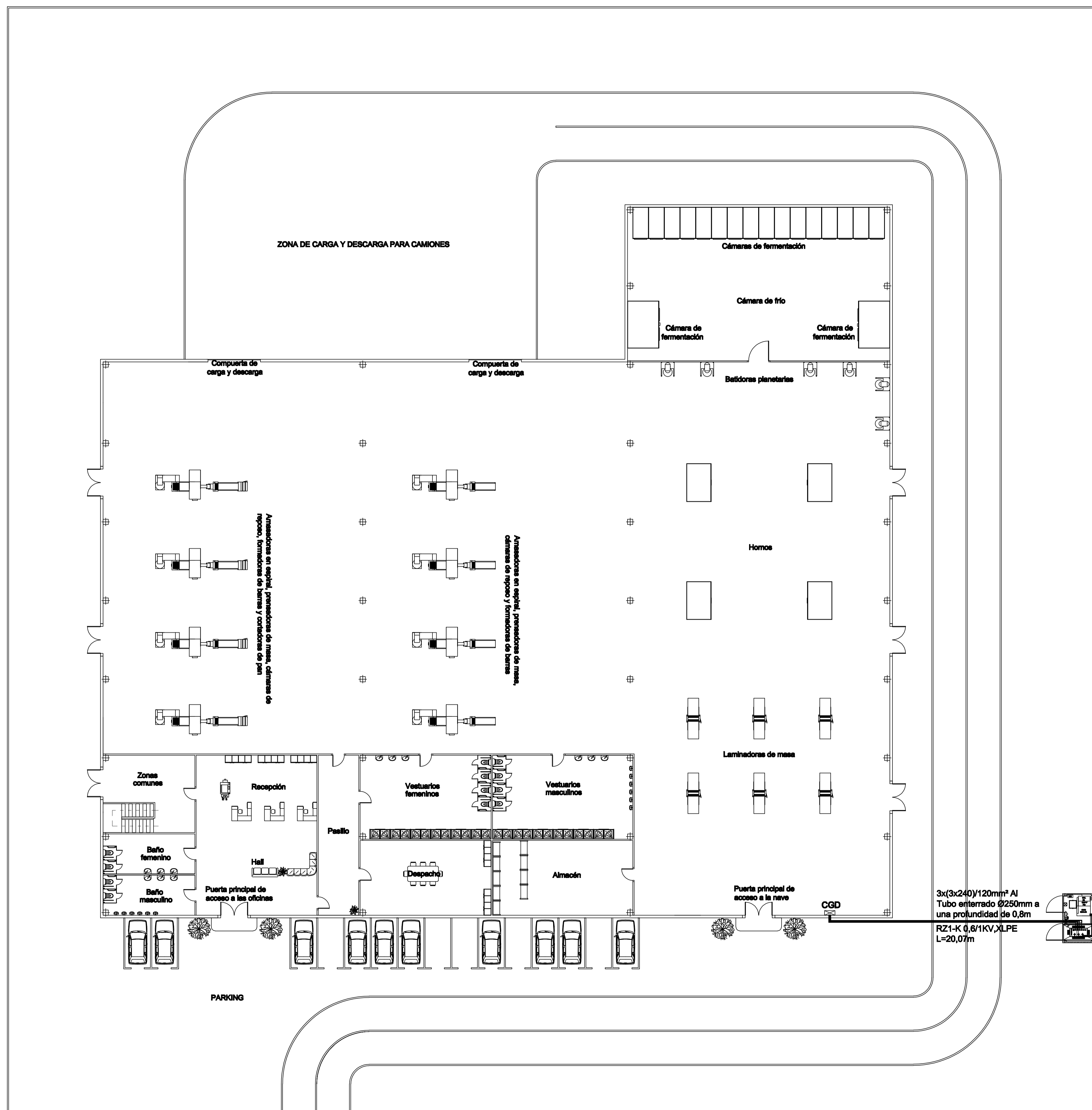
- 3.16 ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO II
- 3.17 ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO III
- 3.18 ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO IV
- 3.19 ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO V
- 3.20 ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO VI
- 3.21 ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO VII
- 3.22 ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO VIII
- 3.23 EMPLAZAMIENTO CASETA DEL TRANSFORMADOR
- 3.24 DISTRIBUCIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
- 3.25 DISTRIBUCIÓN DE LAS REJILLAS DEL CT
- 3.26 ESQUEMA UNIFILAR CELDAS DEL CT
- 3.27 PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
- 3.28 PUESTA A TIERRA DE LA NAVE INDUSTRIAL



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CT		REALIZADO: BERRUEZO LIZARBE, IÑIGO		
PLANO: SITUACIÓN		FIRMA:	FECHA: 20/06/2013	ESCALA: 1:2000
			Nº PLANO: 1	



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	REALIZADO: BERRUEZO LIZARBE, IÑIGO	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CT		FIRMA:	
PLANO: EMPLAZAMIENTO	FECHA: 20/06/2013	ESCALA: 1:2000	Nº PLANO: 2



Datos de interés:

Localidad: Barasoain

Provincia: Navarra (España)


Código postal: 31395

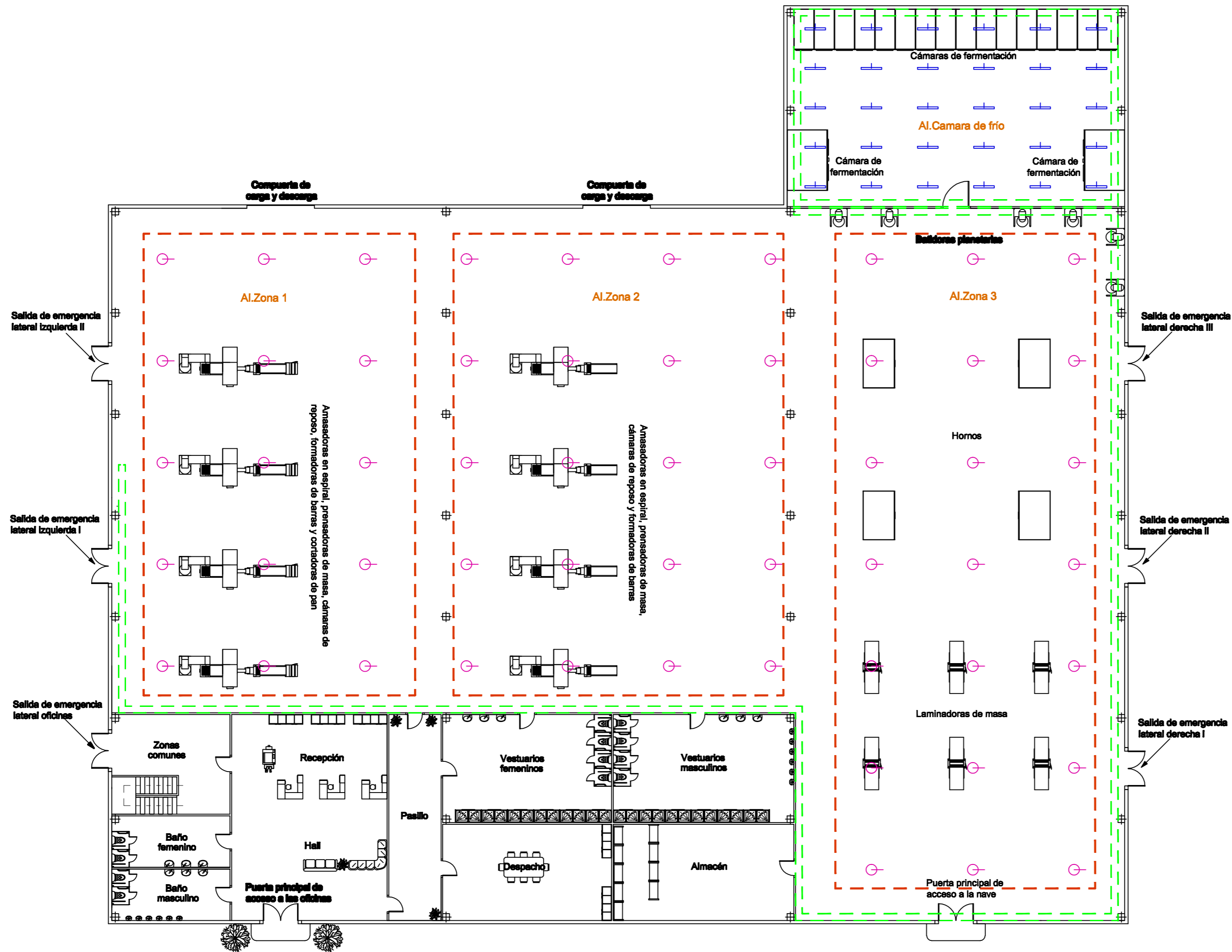
Polígono Industrial: Txaperdia

Nº de la parcela: 593


Dimensiones parcela:

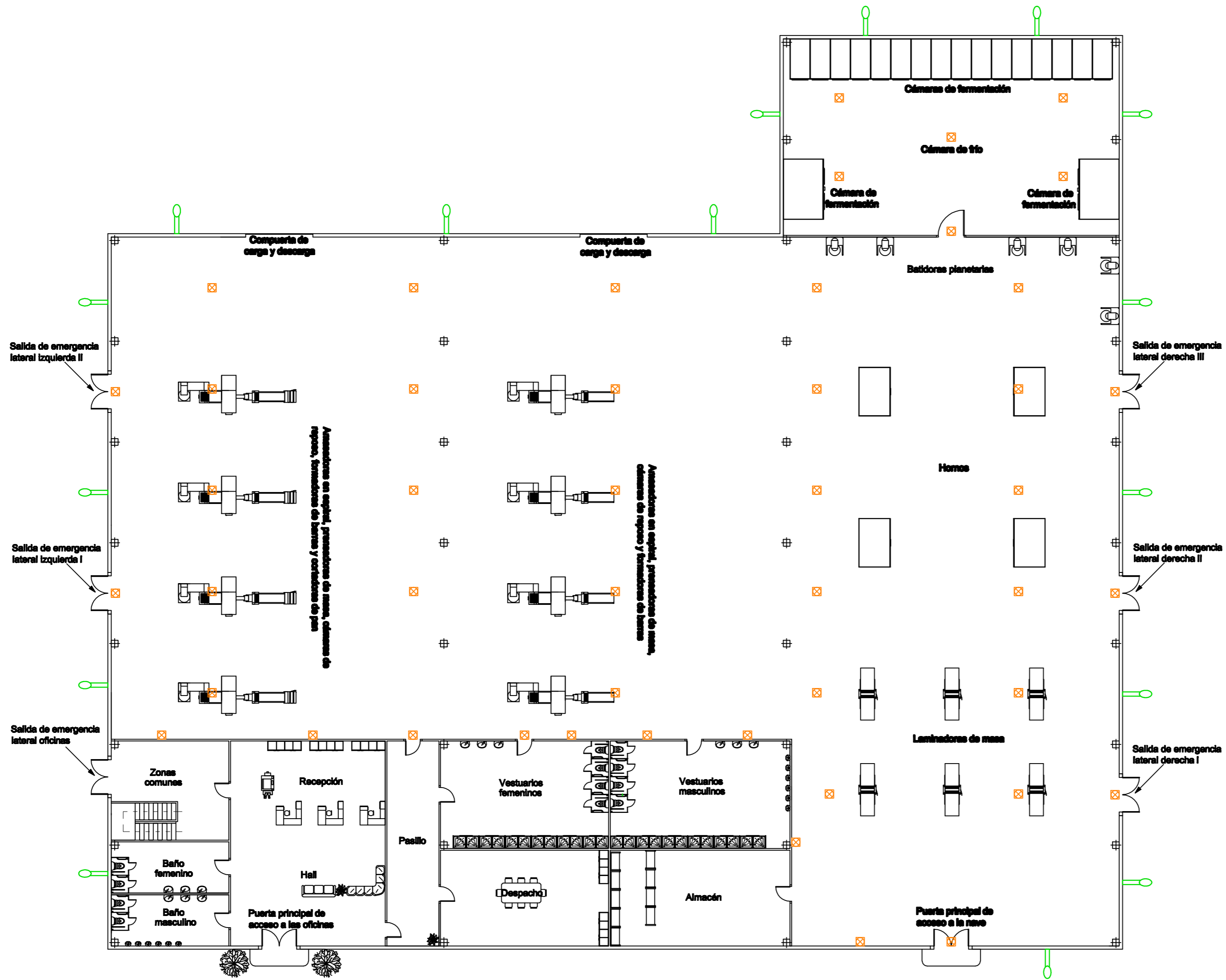
- Largo: 84,60 m
- Ancho: 83,38 m
- Perímetro: 335,93 m
- Área: 7052,87 m²

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CT		REALIZADO: BERRUEZO LIZARBE, IÑIGO
PLANO: PLANO PLANTA PARCELA		FIRMA: FECHA: 20/08/2013 ESCALA: 1:200 Nº PLANO: 3




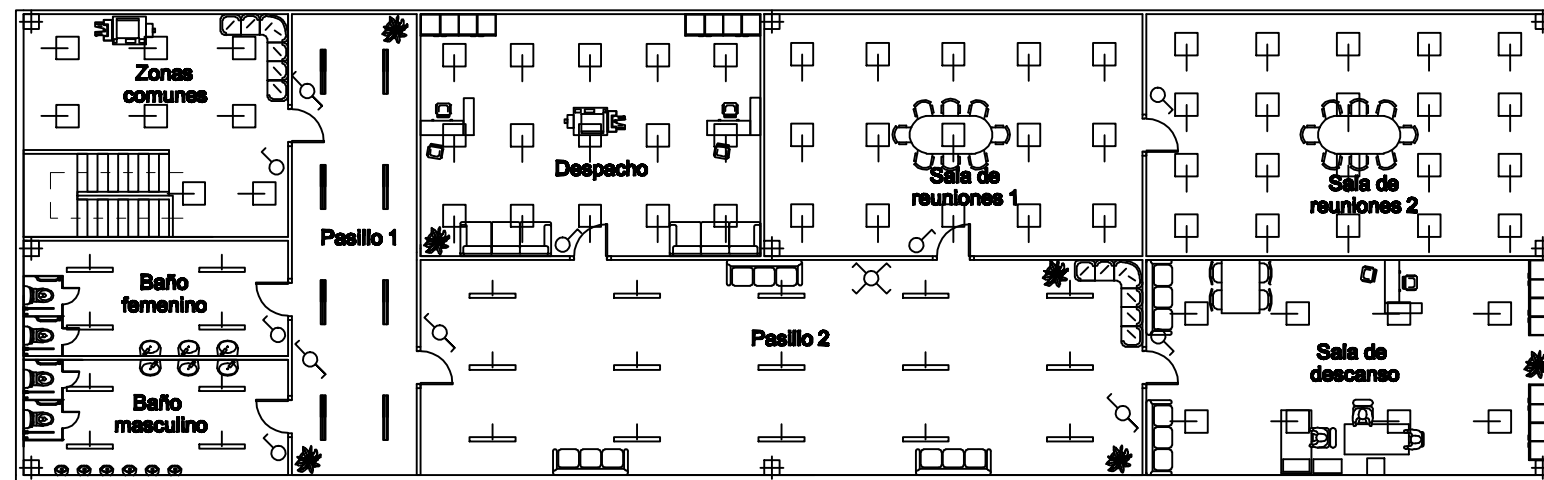
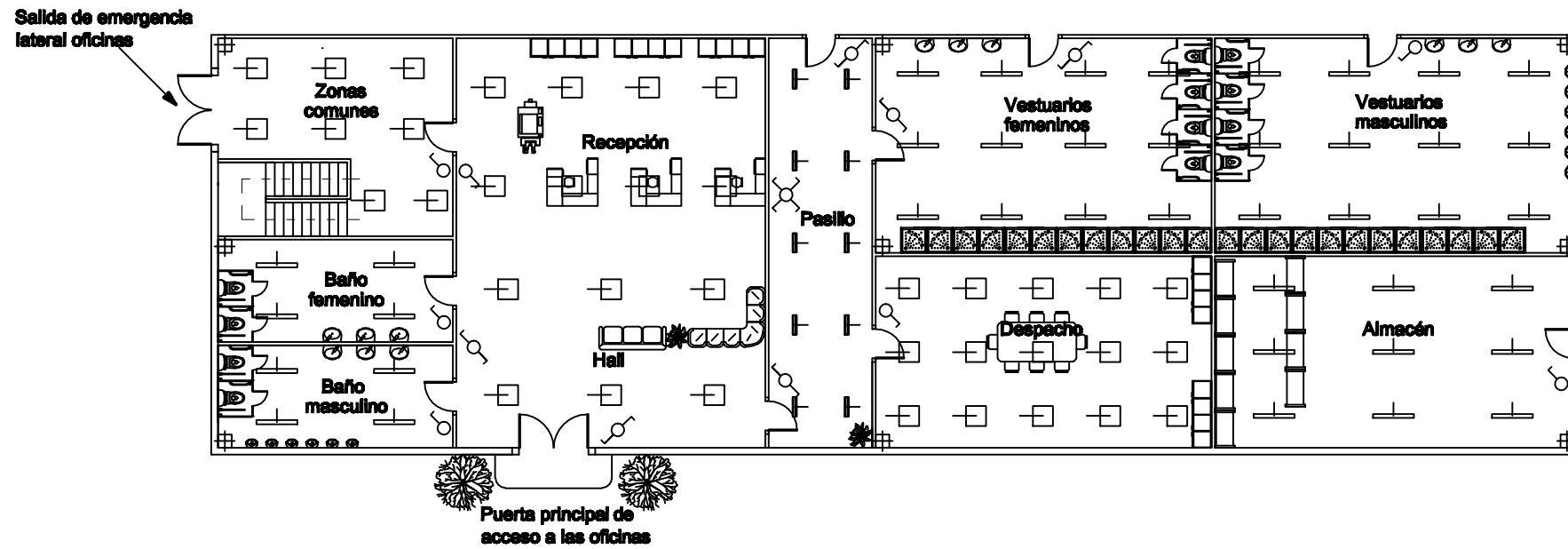
LEYENDA		
⊗	Philips MPK480 1xHPI-P250W-BU P-D635-NB Fijas al techo a una altura de 7 m	NOTA: El alumbrado interior de la nave como se enciende y apaga desde el cuadro secundario I (Cuadro secundario para el alumbrado), localizado junto a la puerta principal que da acceso a la nave.
⊕	Philips TCW50 2xTL5-28W HF Fijas al techo a una altura de 7 m	
---	Bandeja portacables perforada con tapa a una altura de 5 m con respecto del suelo	

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:			
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL			
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CT		REALIZADO: BERRUEZO LIZARBE, IÑIGO			
PLANO: ALUMBRADO INTERIOR NAVE INDUSTRIAL		FIRMA:	FECHA: 20/06/2013	ESCALA: 1:200	Nº PLANO: 4



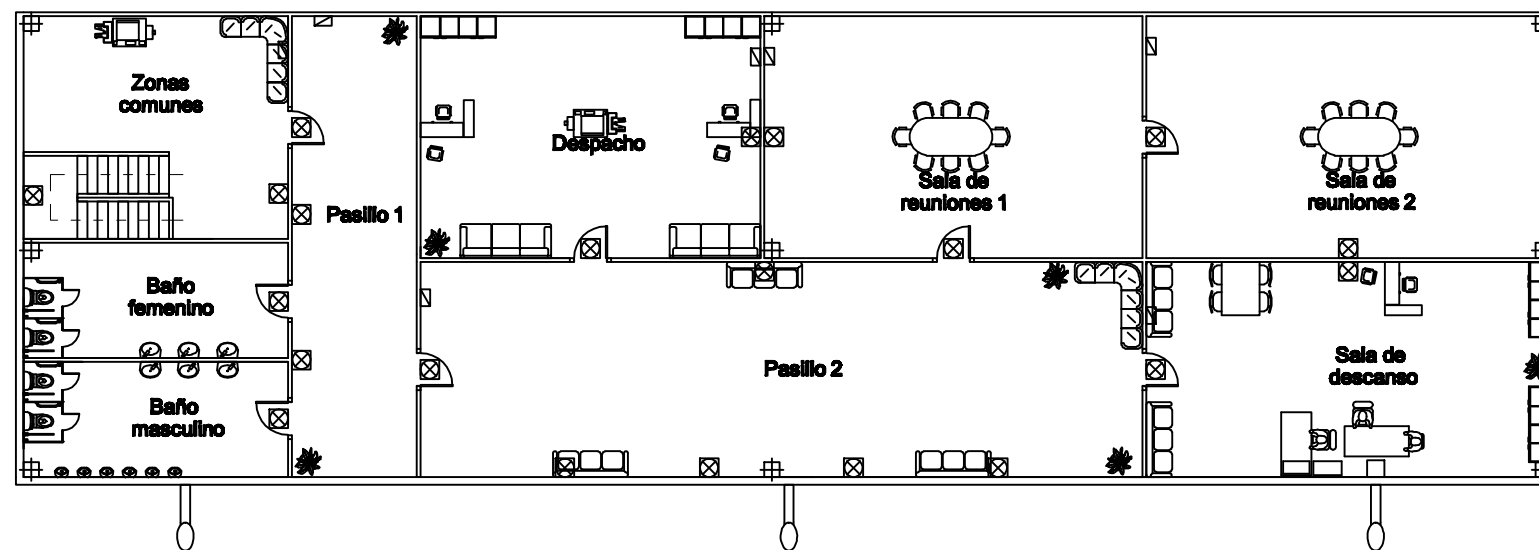
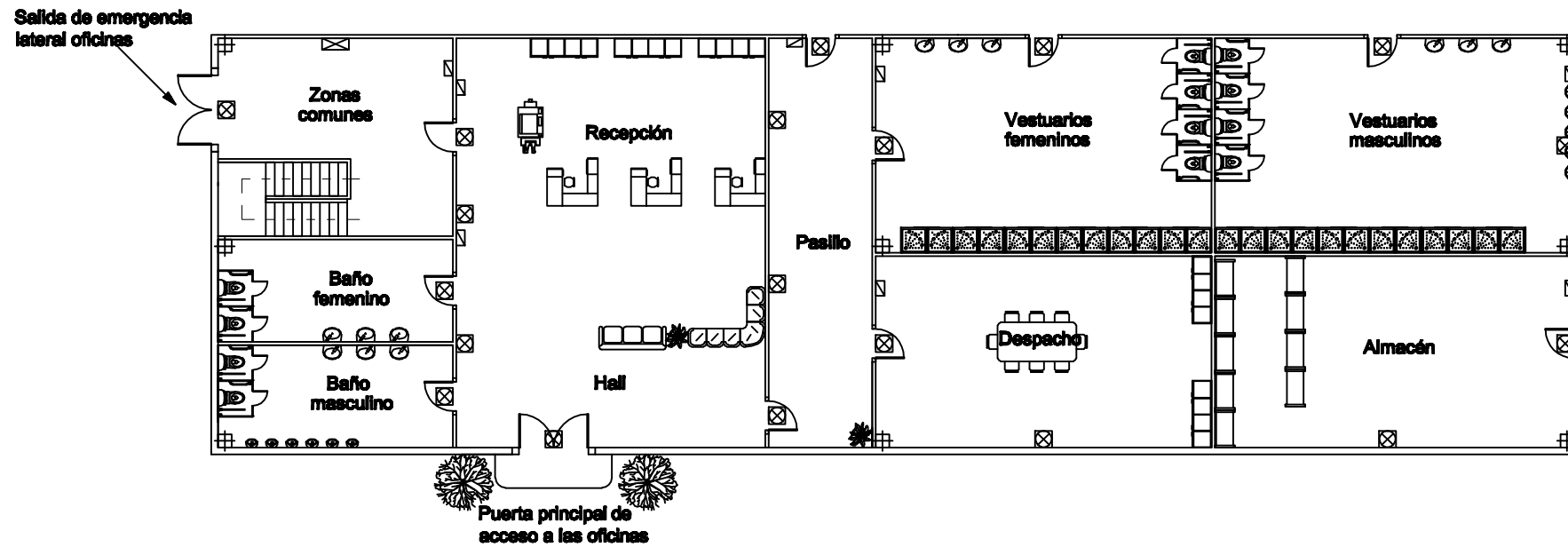
LEYENDA		
⊗	Alumbrado de emergencia y señalización URIARTE EF1L-E, de 240 lm y 8 W	NOTA: Las luminarias de emergencia se situarán en el techo a una altura de 7 m, y las de señalización se encuentran colocadas encima de los marcos de las puertas y fijas en paredes a 2,20 m de altura, con un cartel reflectante indicativo de las posibles salidas de emergencia que dispone dicha nave.
○	Alumbrado exterior Philips DWP333 CDM-TD 150 W/842 K A-NB fija a la pared a 5 m de altura con respecto del suelo	

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	REALIZADO: BERRUEZO LIZARBE, IÑIGO		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CT		FIRMA:		
PLANO: ALUMBRADO EXTERIOR Y DE EMERGENCIA NAVE INDUSTRIAL	FECHA: 20/06/2013	ESCALA: 1:200	Nº PLANO: 5	




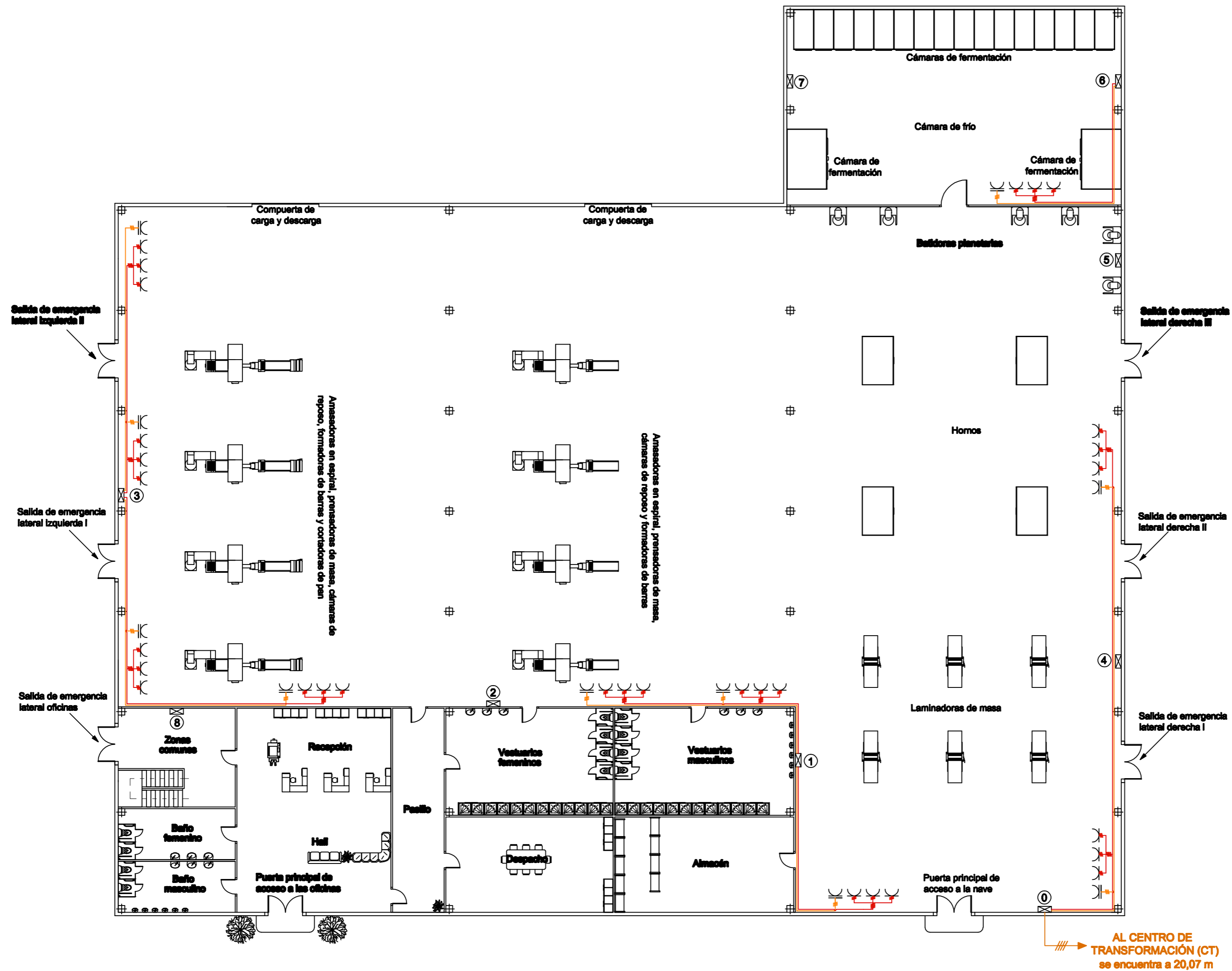
LEYENDA			
	Philips TCW060 2xTL5-28W HF Fijas al techo a una altura de 2,5 m		Interruptor o conmutador monopolar (lámpara gobernada desde un punto)
	Philips TBS 165 K 4xTL5-14W HF M2 Empotradas en el techo		Conmutador paralelo de vaiven (lámpara gobernada desde dos puntos)
	Philips TMX204 1xTL5-28W HFP+GMX555 MB Fijas al techo a una altura de 2,5 m		
	Philips TBS 165 K 4xTL5-14W HF C3 Empotradas en el techo		Llave de cruce o conmutador de cruce
	Philips TMX204 2xTL5-28W HFP+GMX555 MB Fijas al techo a una altura de 2,5 m		

	Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CT		REALIZADO: BERRUEZO LIZARBE, IÑIGO
PLANO: ALUMBRADO INTERIOR OFICINAS		FIRMA:	FECHA: 20/06/2013
		ESCALA: 1:200	Nº PLANO: 6




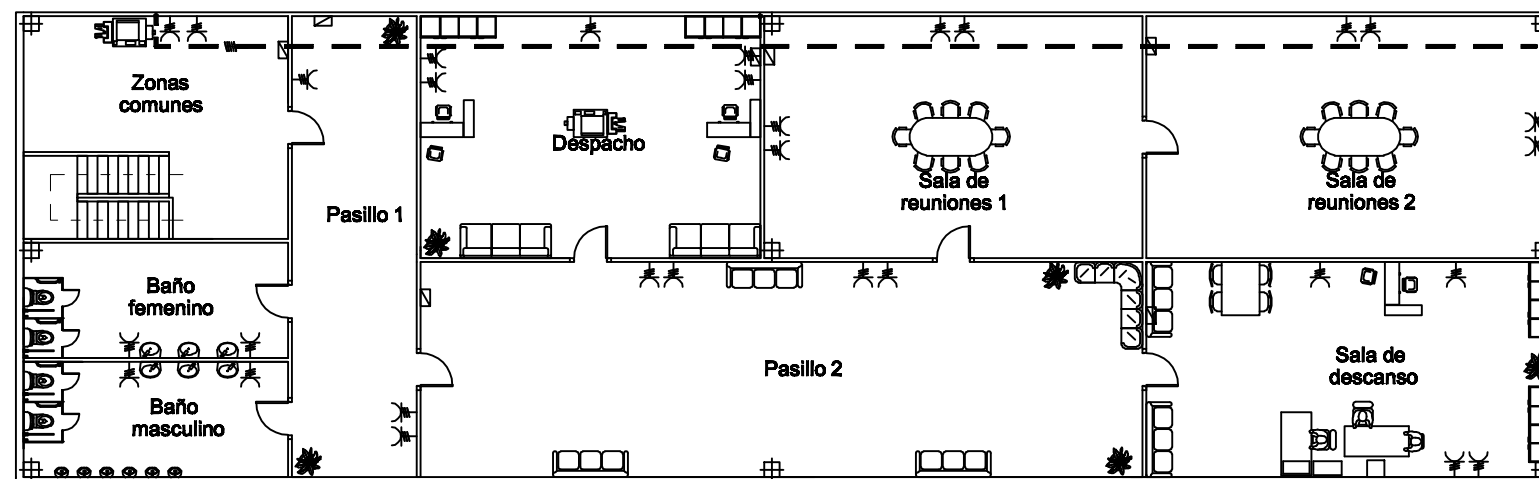
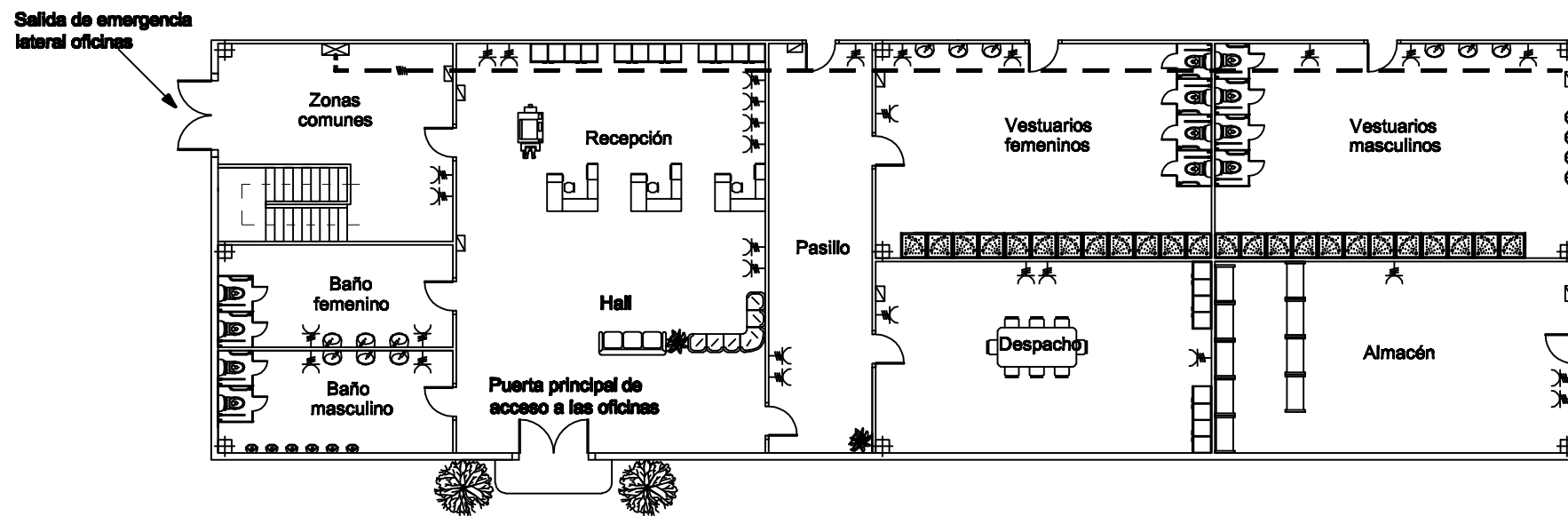
LEYENDA	
☒	Alumbrado de emergencia y señalización URIARTE EF1-E, de 170 lm y 8 W, se colocarán fijas a la pared a 2,20m de altura o encima de los marcos de las puertas a la misma altura.
○	Alumbrado exterior Phillips DWP333 CDM-TD 150 W/942 KA-NB se fija a la pared a 5m de altura.
□	Cajas de derivación
☒	Cuadro secundario VIII oficinas

	Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CT		REALIZADO: BERRUEZO LIZARBE, IÑIGO		
PLANO: ALUMBRADO EXTERIOR Y DE EMERGENCIA DE LAS OFICINAS		FIRMA:	FECHA: 20/06/2013	ESCALA: 1:200	Nº PLANO: 7




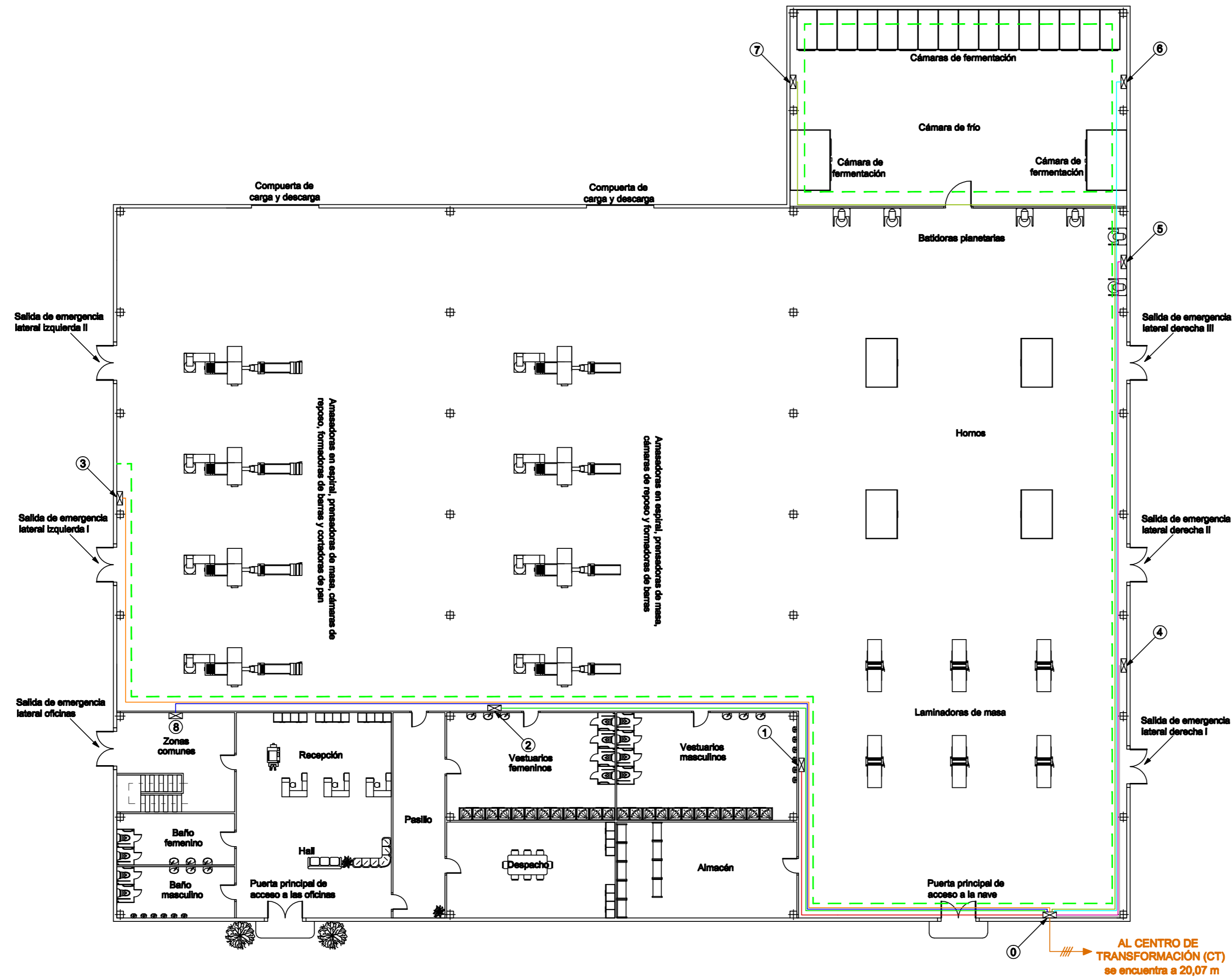
LEYENDA	
①	Cuadro secundario I Alumbrado nave industrial y exteriores
②	Cuadro secundario II Cadena de máquinas
③	Cuadro secundario III Cadena de máquinas y tomas de corriente
④	Cuadro secundario IV Laminadoras de masa y hornos
⑤	Cuadro secundario V Batidoras planetarias y hornos
⑥	Cuadro secundario VI Alumbrado, máquinas cámara de frío y tomas de corriente
⑦	Cuadro secundario VII Máquinas cámara de frío
⑧	Cuadro secundario VIII Oficinas
⊠	Armarios de poliestere para distribución Marca: Uriarte Modelo: Sefybox BRES
⚡	Tomas de corriente monofásicas (F+N+CP)
⚡	Tomas de corriente trifásicas (3F+CP)

 Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	REALIZADO: BERRUEZO LIZARBE, IÑIGO
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CT		FIRMA:
PLANO: DISTRIBUCIÓN DE LAS TOMAS DE CORRIENTE DE LA NAVE	FECHA: 20/06/2013	ESCALA: 1:200
		Nº PLANO: 8



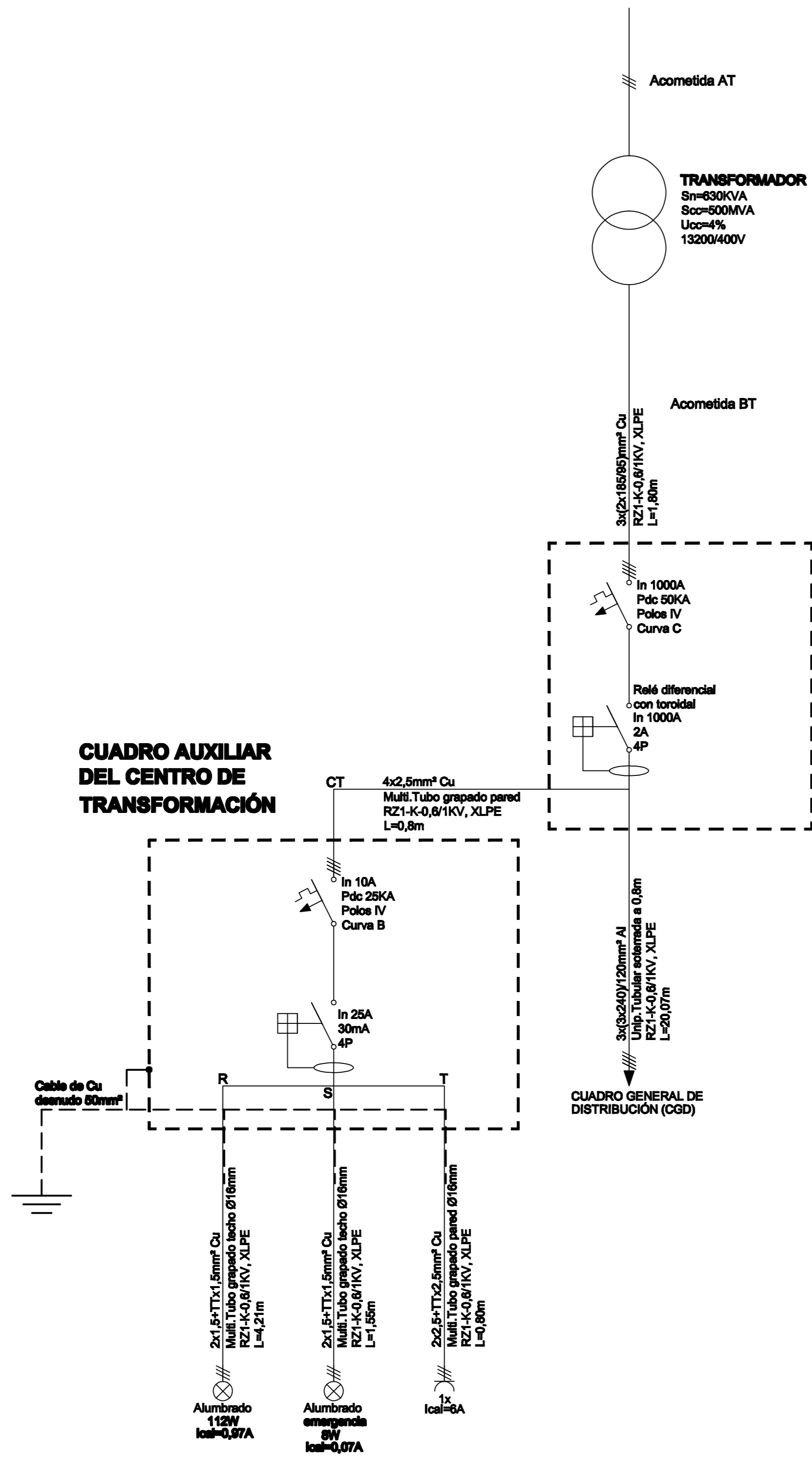
LEYENDA		
⌚	Tomas de corriente monofásicas se conectarán cada una con (F+N+CP)	NOTA: La canalización hasta cada una de las tomas de corriente, las realizará el propio instalador (electricista) y decidirá por donde discurrirán los cables para alimentar a dichas tomas monofásicas.
— — —	Línea trifásica bajo tubo de Ø20mm empotrado en falso techo	
☐	Cajas de derivación	

	Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CT		REALIZADO: BERRUEZO LIZARBE, IÑIGO		
PLANO: DISTRIBUCIÓN TOMAS DE CORRIENTE OFICINAS		FIRMA:	FECHA: 20/06/2013	ESCALA: 1:200	Nº PLANO: 9



LEYENDA	
①	Cuadro general de distribución (CGD)
②	Cuadro secundario I Alumbrado nave industrial y exteriores
③	Cuadro secundario II Cadena de máquinas
④	Cuadro secundario III Cadena de máquinas y tomas de corriente
⑤	Cuadro secundario IV Laminadoras de masa y hornos
⑥	Cuadro secundario V Batidoras planetarias y hornos
⑦	Cuadro secundario VI Alumbrado, máquinas cámara de frío y tomas de corriente
⑧	Cuadro secundario VII Máquinas cámara de frío
⑨	Cuadro secundario VIII Oficinas
	Armarios de poliestere para distribución Marca: Uriarte Modelo: Safybox BRES
	Bandeja portacables perforada con tapa, a una altura de 5 m con respecto del suelo
	Del CGD al Cuadro secundario I: RZ1-K-0,6/1KV 3x16/10mm ² Cu L=32,12m, Cables unipolares sobre bandeja perforada
	Del CGD al Cuadro secundario II: RZ1-K-0,6/1KV 3x16mm ² Cu L=53,38m, Cables unipolares sobre bandeja perforada
	Del CGD al Cuadro secundario III: RZ1-K-0,6/1KV 3x35/16mm ² Cu L=88,07m, Cables unipolares sobre bandeja perforada
	Del CGD al Cuadro secundario IV: RZ1-K-0,6/1KV 3x50mm ² Cu L=27,28m, Cables unipolares sobre bandeja perforada
	Del CGD al Cuadro secundario V: RZ1-K-0,6/1KV 3x50mm ² Cu L=51,28m, Cables unipolares sobre bandeja perforada
	Del CGD al Cuadro secundario VI: RZ1-K-0,6/1KV 3x35/16mm ² Cu L=61,88m, Cables unipolares sobre bandeja perforada
	Del CGD al Cuadro secundario VII: RZ1-K-0,6/1KV 3x16mm ² Cu L=81,18m, Cables unipolares sobre bandeja perforada
	Del CGD al Cuadro secundario VIII: RZ1-K-0,6/1KV 3x25/16mm ² Cu L=72,32m, Cables unipolares sobre bandeja perforada

Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CT		REALIZADO: BERRUEZO LIZARBE, IÑIGO
PLANO: DISTRIBUCIÓN CABLES DEL (CGD) A CUADROS SECUNDARIOS		FIRMA: FECHA: 20/06/2013 ESCALA: 1:200 Nº PLANO: 10

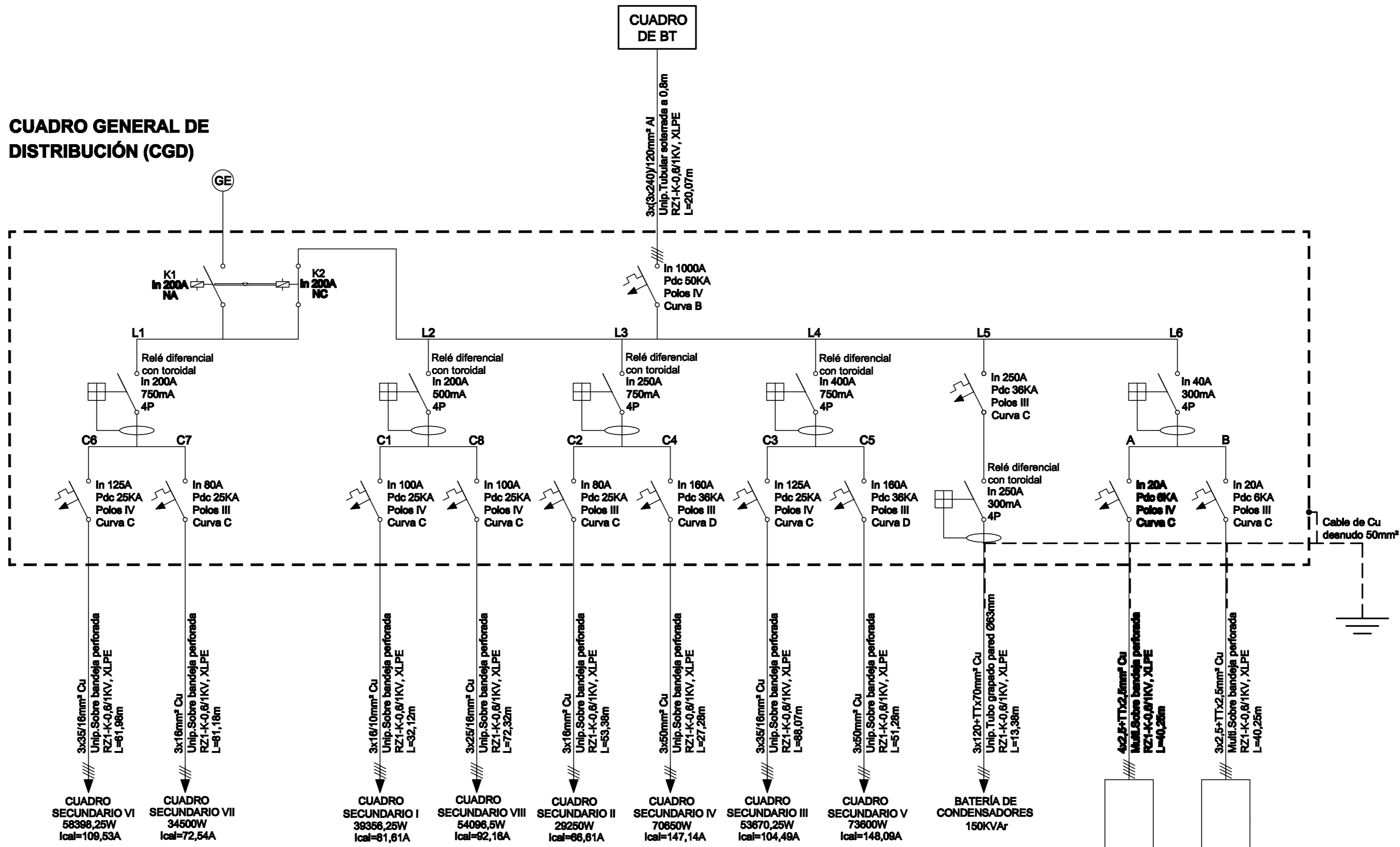


CUADRO DE (BT) DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

LEYENDA	
APARAMENTA	RECEPTORES
<p>In 10A Pdc 6KA Polos III Curva D</p>	<p>Interruptor automático magnetotérmico:</p> <ul style="list-style-type: none"> In: Calibre en (A) PdC: Poder de Corte en (KA) Nº de polos: III (3F) / IV (3F+N) Curva de disparo: B,C,D
<p>In 20A 300mA 4P</p>	<p>Interruptor diferencial:</p> <ul style="list-style-type: none"> In: Calibre en (A) Sensibilidad en (mA) Nº de polos: 4 Polos (3F+N)
	Máquina (3F+CP)
	Alumbrado (F+N+CP)
	Tres tomas de corriente monofásicas (3F+N+CP), cada toma se conecta con (F+N+CP)
	Toma de corriente trifásica (3F+CP)

<p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CT		REALIZADO: BERRUEZO LIZARBE, IÑIGO
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO DE BT Y CUADRO AUXILIAR CT		FIRMA:
	FECHA: 20/06/2013	ESCALA: Nº PLANO: 11

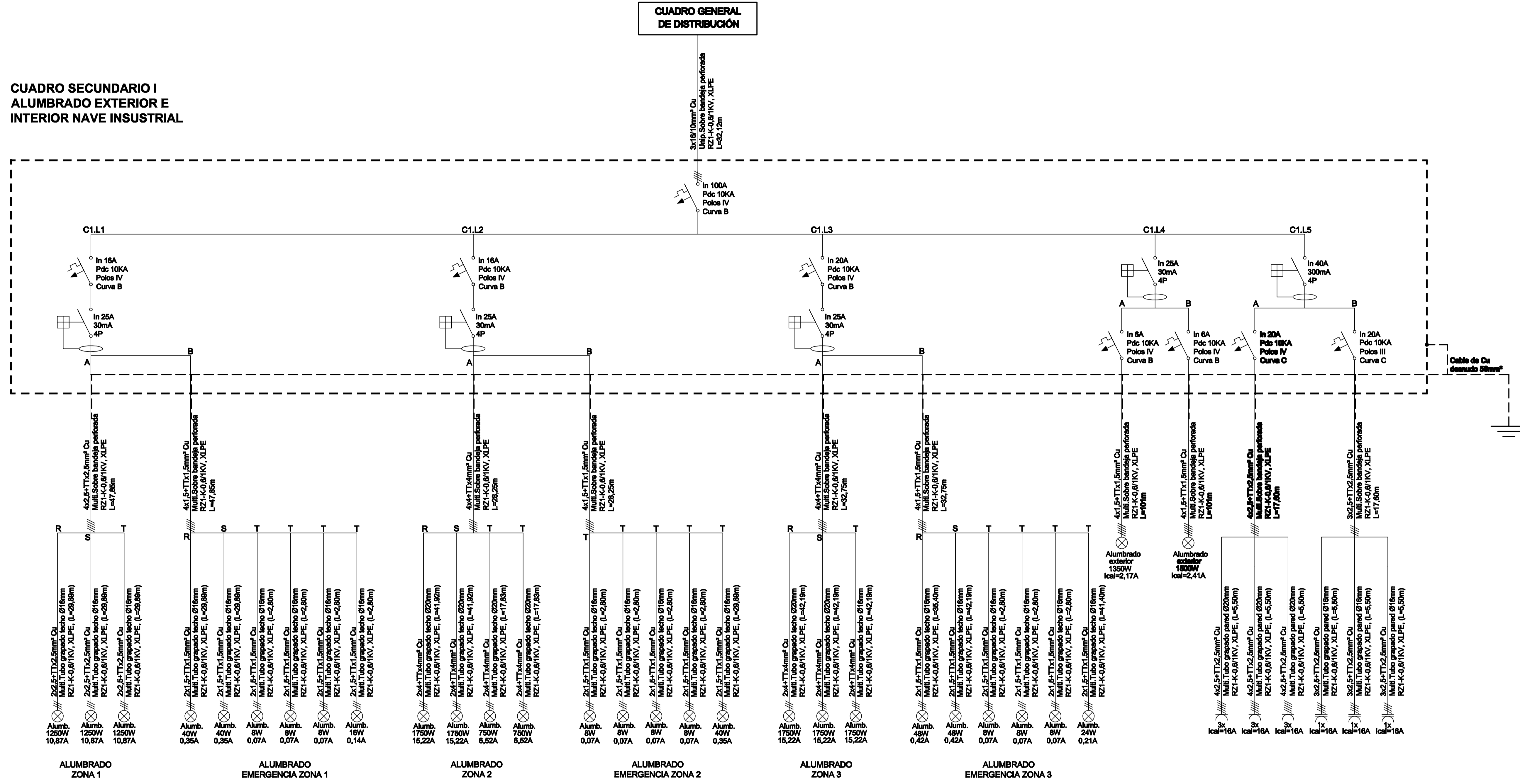
CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN (CGD)



LEYENDA	
APARATURA	RECEPTORES
<p>Interruptor automático magnetotérmico:</p> <ul style="list-style-type: none"> In: Calibre en (A) PdC: Poder de Corte en (KA) Nº de polos: III (3F) Curva de disparo: B,C,D 	<p>Máquina (3F+CP)</p> <p>Alumbrado (F+N+CP)</p>
<p>Interruptor diferencial:</p> <ul style="list-style-type: none"> In: Calibre en (A) Sensibilidad en (mA) Nº de polos: 4 Polos (3F+N) 	<p>Tres tomas de corriente monofásicas (3F+N+CP), cada toma se conecta con (F+N+CP)</p> <p>Toma de corriente trifásica (3F+CP)</p>

<p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	<p>E.T.S.I.I.T.</p> <p>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</p>	<p>DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</p>
	<p>PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CT</p>	<p>REALIZADO: BERRUEZO LIZARBE, IÑIGO</p>
<p>PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN</p>	<p>FECHA: 20/06/2013</p>	<p>ESCALA: Nº PLANO: 12</p>

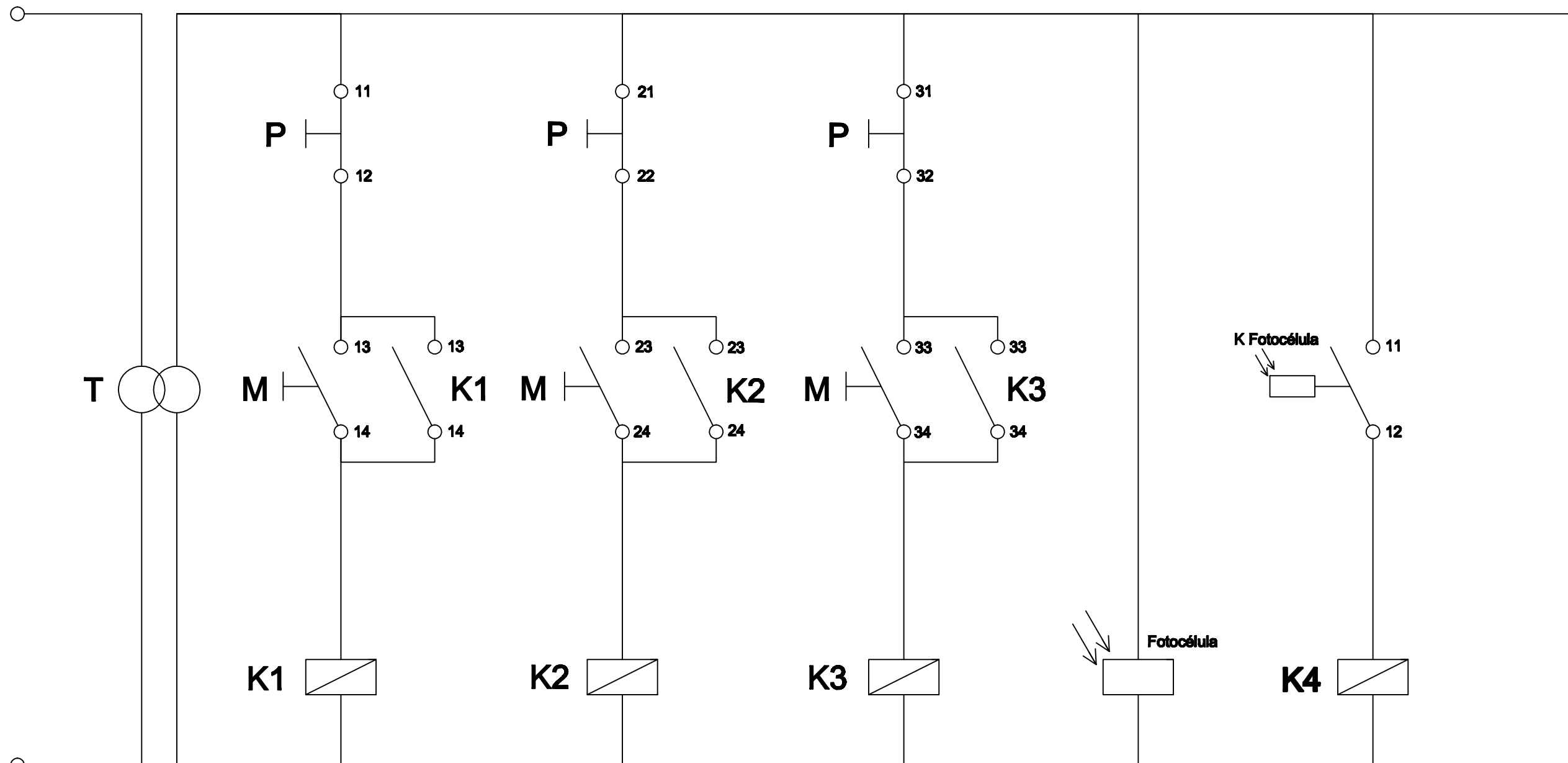
**CUADRO SECUNDARIO I
ALUMBRADO EXTERIOR E
INTERIOR NAVE INDUSTRIAL**



LEYENDA	
APARAMENTA	RECEPTORES
<p>Interruptor automático magnetotérmico:</p> <ul style="list-style-type: none"> In: Calibre en (A) PdC: Poder de Corte en (KA) Nº de polos: III (3F) / IV (3F+N) Curva de disparo: B,C,D 	<p>Máquina (3F+CP)</p> <p>Alumbrado (F+N+CP)</p>
<p>Interruptor diferencial:</p> <ul style="list-style-type: none"> In: Calibre en (A) Sensibilidad en (mA) Nº de polos: 4 Polos 	<p>Tres tomas de corriente monofásicas (3F+N+CP), cada toma se conecta con (F+N+CP)</p> <p>Toma de corriente trifásica (3F+CP)</p>

<p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	<p>E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</p>	<p>DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</p>
	<p>PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CT</p>	<p>REALIZADO: BERRUEZO LIZARBE, IÑIGO</p>
<p>PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO I</p>	<p>FECHA: 20/08/2013</p>	<p>ESCALA: Nº PLANO: 13</p>

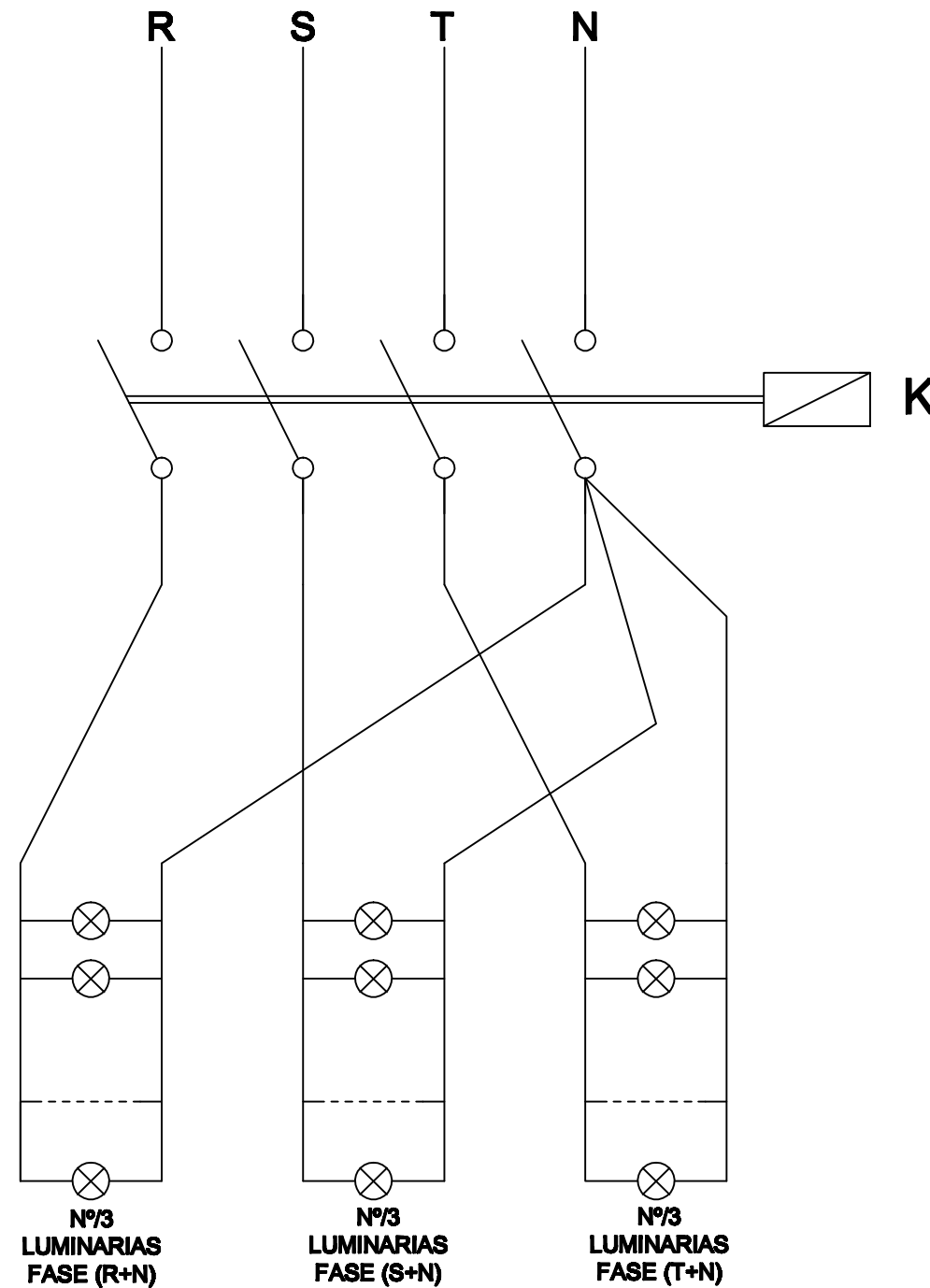
Esquema de mando del alumbrado de la nave industrial



LEYENDA					
	Transformador de mando 400/24V		Pulsador de encendido		Fotocélula
	Contactador NA		Pulsador de apagado		Bobina del contactor

Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CT	
PLANO: ESQUEMA DE MANDO DEL ALUMBRADO		REALIZADO: BERRUEZO LIZARBE, IÑIGO FIRMA:
	FECHA: 20/06/2013	ESCALA: N° PLANO: 14

Esquema de fuerza del alumbrado de la nave industrial



LEYENDA

NOTA:

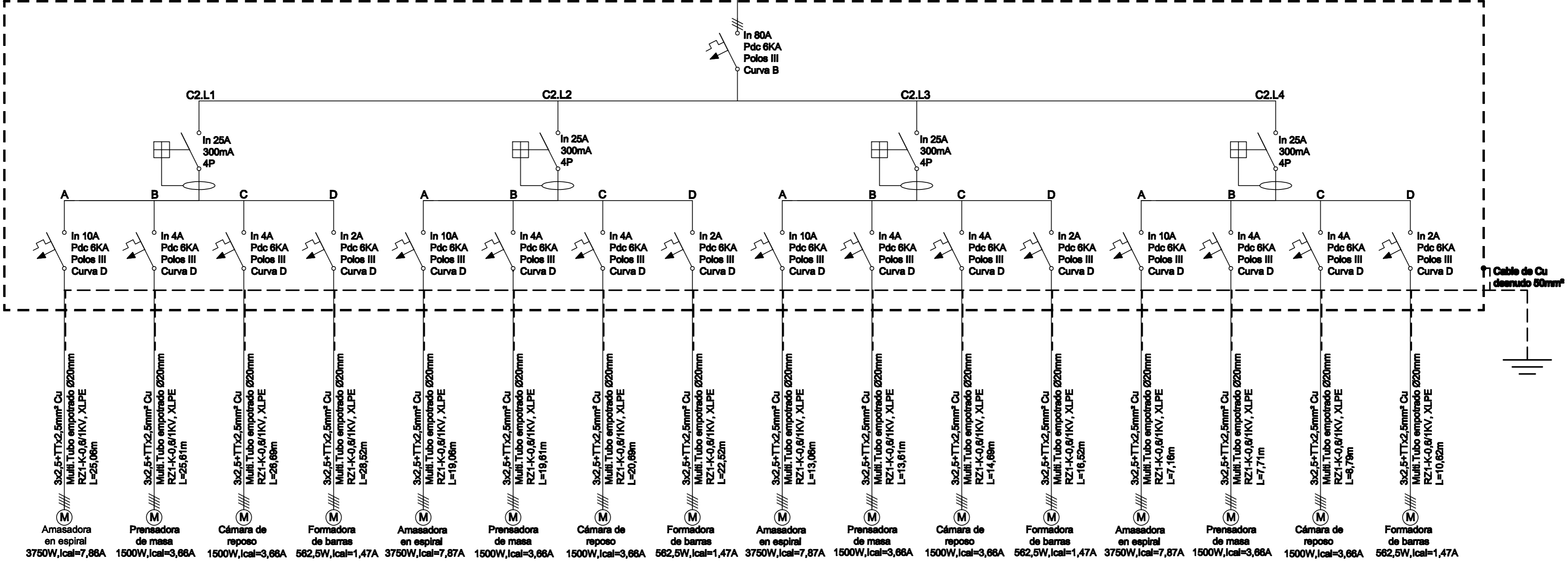
- Nº: Es el número de luminarias por cada circuito.
- Con esta configuración conseguimos tener siempre un circuito equilibrado, ya que por cada fase y neutro hay Nº/3 luminarias por cada circuito.
- Esta configuración se adopta para todos y cada uno de los diferentes circuitos de alumbrado tanto interiores como exteriores que se puedan encontrar en nuestra nave industrial.

LEYENDA	
⊗	Luminaria
K	Bobina del contactor

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CT		REALIZADO: BERRUEZO LIZARBE, IÑIGO
PLANO: ESQUEMA DE FUERZA DEL ALUMBRADO DE LA NAVE		FIRMA: FECHA: 20/06/2013 ESCALA: Nº PLANO: 15

CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

CUADRO SECUNDARIO II MÁQUINAS EN CADENA

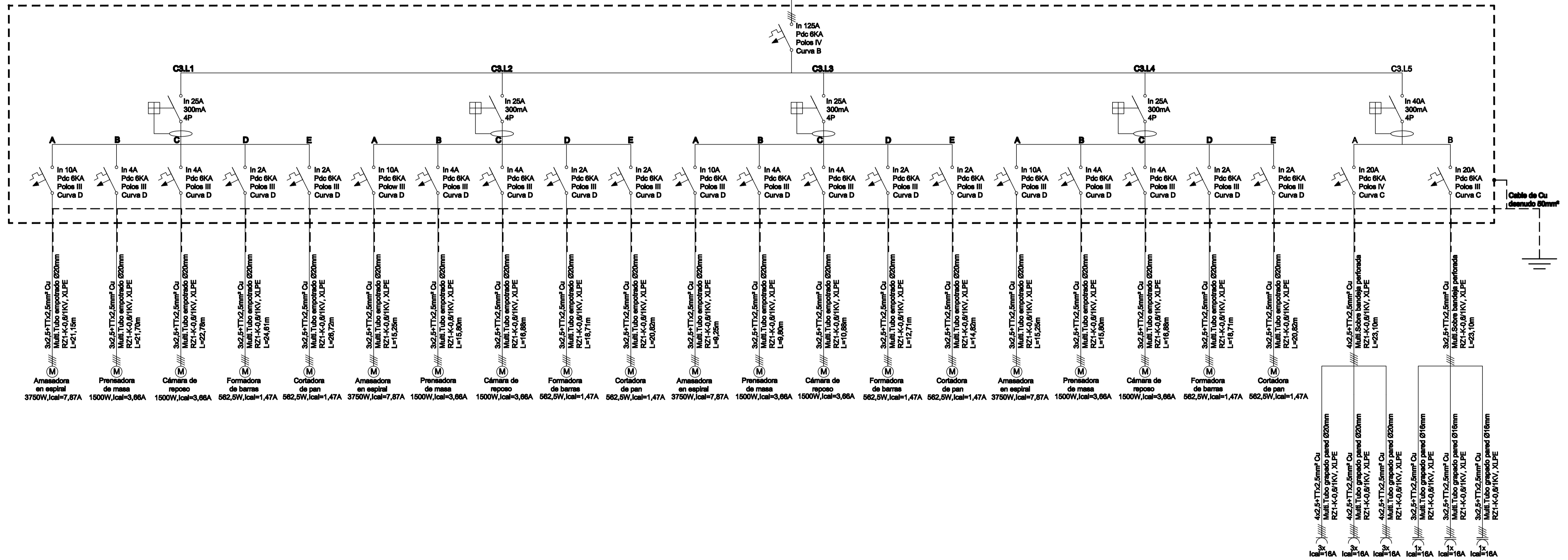


LEYENDA	
APARATURA	RECEPTORES
<p>Interruptor automático magnetotérmico:</p> <ul style="list-style-type: none"> In: Calibre en (A) PdC: Poder de Corte en (KA) Nº de polos: III (3F) Curva de disparo: B,C,D 	<p>Máquina (3F+CP)</p>
<p>Interruptor diferencial:</p> <ul style="list-style-type: none"> In: Calibre en (A) Sensibilidad en (mA) Nº de polos: 4 Polos (3F+N) 	<p>Alumbrado (F+N+CP)</p>
	<p>Tres tomas de corriente monofásicas (3F+N+CP), cada toma se conecta con (F+N+CP)</p>
	<p>Toma de corriente trifásica (3F+CP)</p>

<p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	<p>E.T.S.I.I.T.</p> <p>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</p>	<p>DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</p>
	<p>PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CT</p>	<p>REALIZADO: BERRUEZO LIZARBE, IÑIGO</p>
<p>PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO II</p>	<p>FECHA: 20/06/2013</p>	<p>ESCALA: Nº PLANO: 16</p>

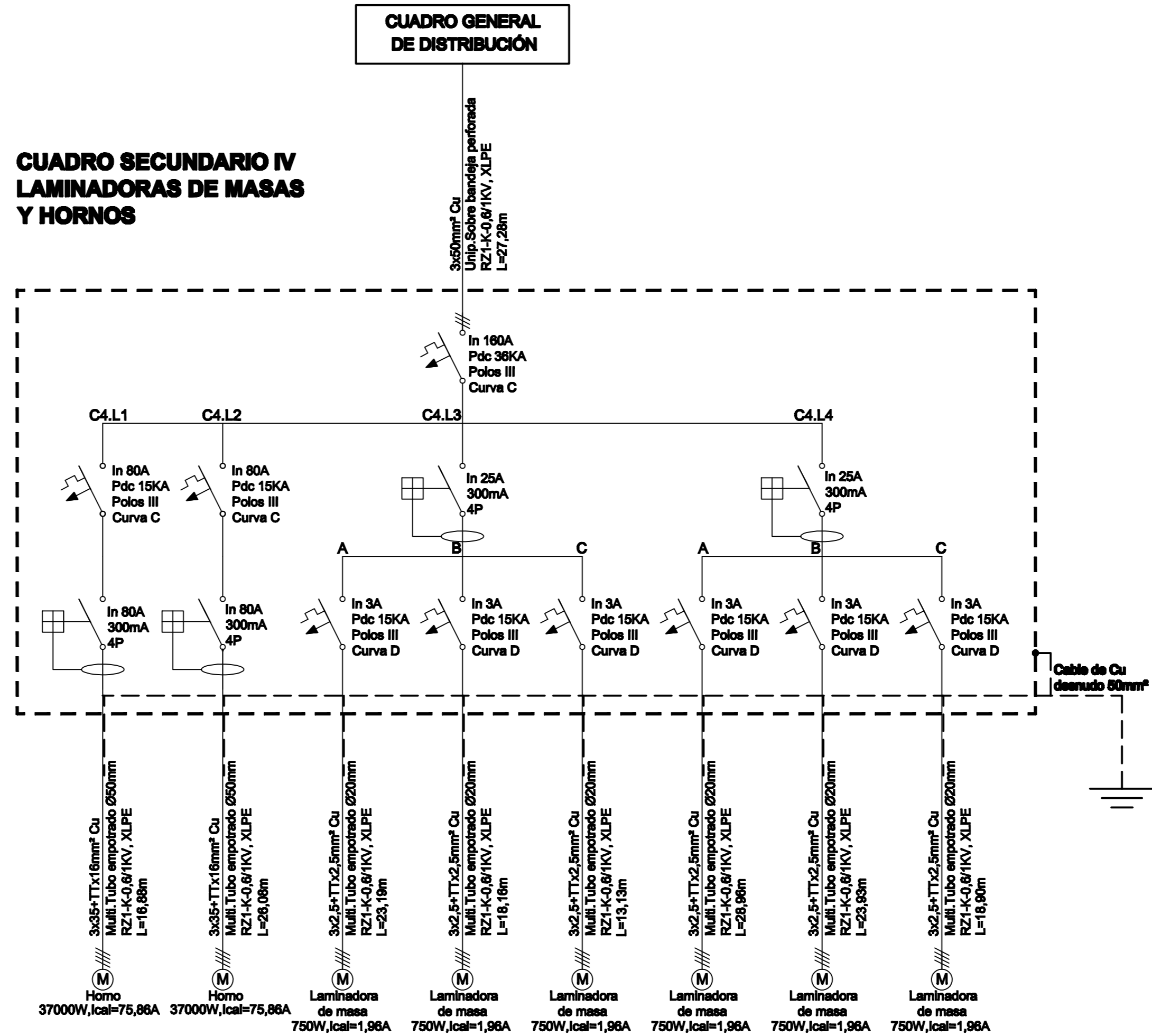
**CUADRO SECUNDARIO III
MÁQUINAS EN CADENA**

**CUADRO GENERAL
DE DISTRIBUCIÓN**



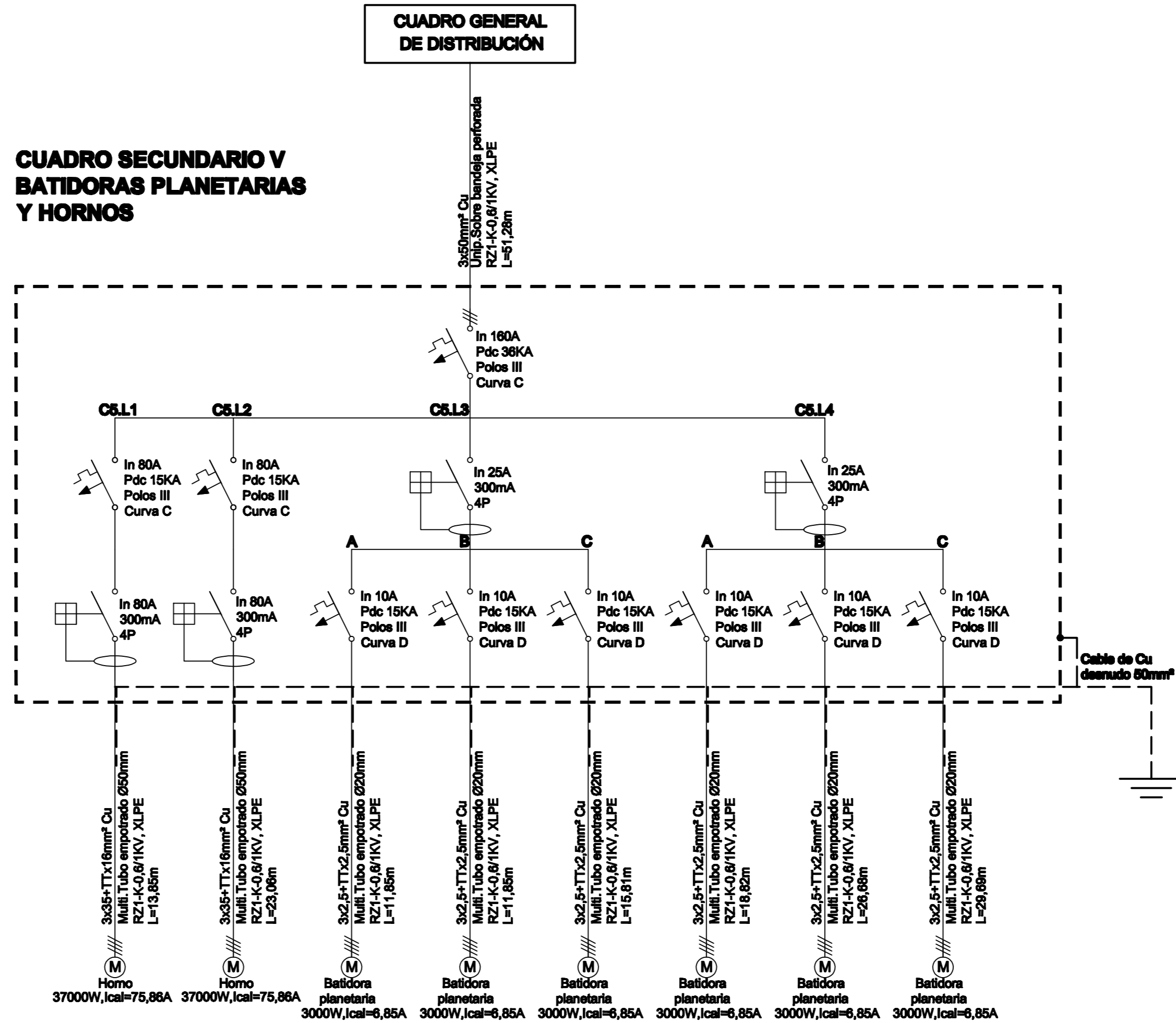
LEYENDA	
APARATURA	RECEPTORES
<p>Interruptor automático magnetotérmico:</p> <ul style="list-style-type: none"> In: Calibre en (A) PdC: Poder de Corte en (KA) Nº de polos: III (3F) / IV (3F+N) Curva de disparo: B,C,D 	<p>Máquina (3F+CP)</p> <p>Alumbrado (F+N+CP)</p>
<p>Interruptor diferencial:</p> <ul style="list-style-type: none"> In: Calibre en (A) Sensibilidad en (mA) Nº de polos: 4 Polos (3F+N) 	<p>Tres tomas de corriente monofásicas (3F+N+CP), cada toma se conecta con (F+N+CP)</p> <p>Toma de corriente trifásica (3F+CP)</p>

<p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	<p>E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</p>	<p>DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</p>
	<p>PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CT</p>	<p>REALIZADO: BERRUEZO LIZARBE, IÑIGO</p>
<p>PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO III</p>	<p>FECHA: 20/08/2013</p>	<p>ESCALA: Nº PLANO: 17</p>



LEYENDA	
APARATURA	RECEPTORES
<p>Interruptor automático magnetotérmico:</p> <ul style="list-style-type: none"> In: Calibre en (A) PdC: Poder de Corte en (KA) Nº de polos → III (3F) → IV (3F+N) Curva de disparo: B,C,D 	<p>Máquina (3F+CP)</p>
<p>Interruptor diferencial:</p> <ul style="list-style-type: none"> In: Calibre en (A) Sensibilidad en (mA) Nº de polos: 4 Polos (3F+N) 	<p>Tres tomas de corriente monofásicas (3F+N+CP), cada toma se conecta con (F+N+CP)</p>
	<p>Toma de corriente trifásica (3F+CP)</p>

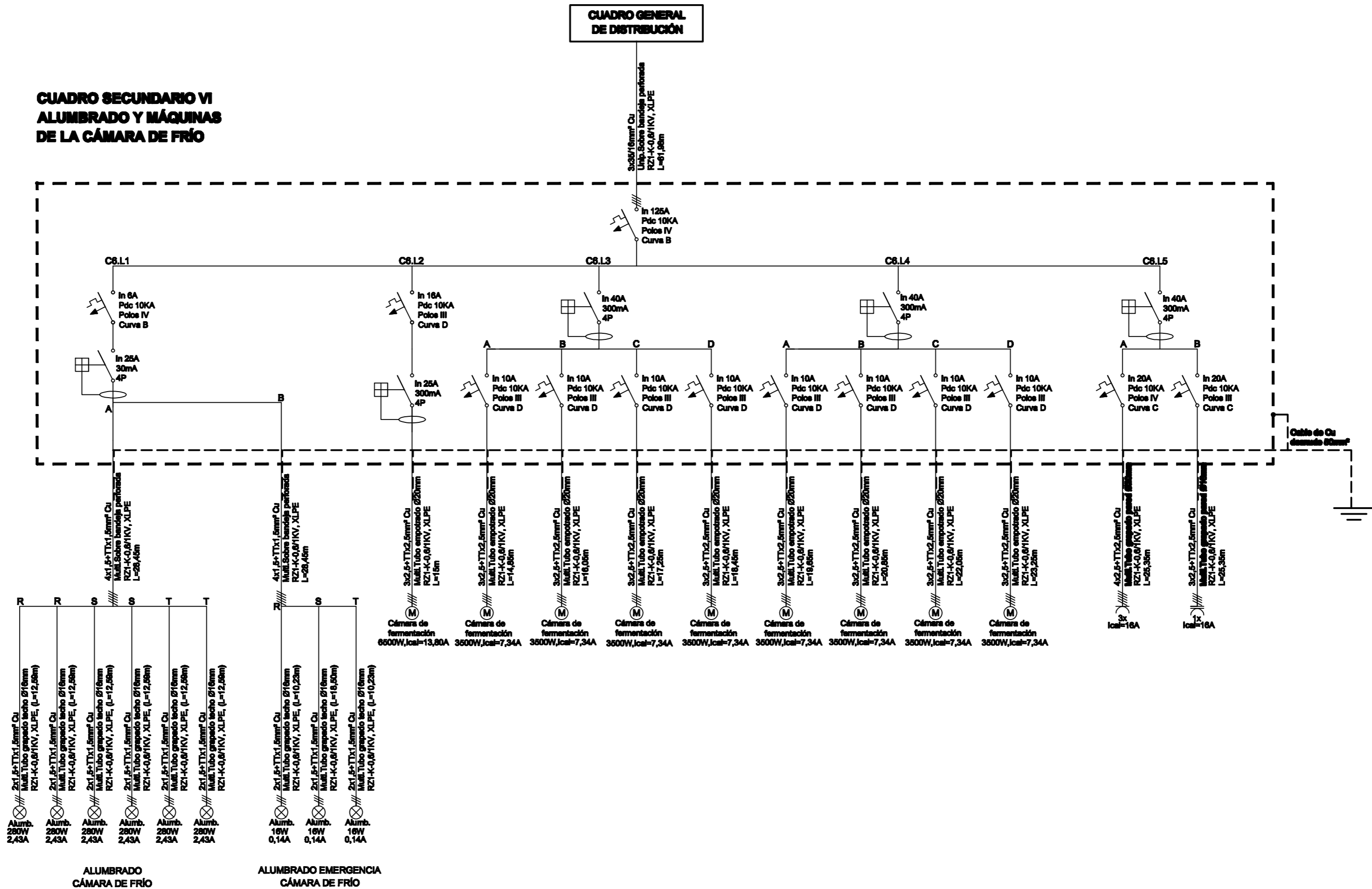
<p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CT		REALIZADO: BERRUEZO LIZARBE, IÑIGO
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO IV		FIRMA: FECHA: 20/06/2013 ESCALA: Nº PLANO: 18



LEYENDA	
APARATURA	RECEPTORES
<p>Interruptor automático magnetotérmico:</p> <ul style="list-style-type: none"> In: Calibre en (A) PdC: Poder de Corte en (KA) Nº de polos: III (3F) Curva de disparo: B,C,D 	
<p>Interruptor diferencial:</p> <ul style="list-style-type: none"> In: Calibre en (A) Sensibilidad en (mA) Nº de polos: 4 Polos (3F+N) 	

<p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CT		REALIZADO: BERRUEZO LIZARBE, IÑIGO
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO V		FIRMA: FECHA: 20/06/2013 ESCALA: Nº PLANO: 19

**CUADRO SECUNDARIO VI
ALUMBRADO Y MÁQUINAS
DE LA CÁMARA DE FRÍO**



R	R	S	S	T	T
2x1,5x1,5mm² Cu Multitubo graneado techo Ø16mm RZ1-K-0,8TKV, XLPE, (L=12,50m)	2x1,5x1,5mm² Cu Multitubo graneado techo Ø16mm RZ1-K-0,8TKV, XLPE, (L=12,50m)	2x1,5x1,5mm² Cu Multitubo graneado techo Ø16mm RZ1-K-0,8TKV, XLPE, (L=12,50m)	2x1,5x1,5mm² Cu Multitubo graneado techo Ø16mm RZ1-K-0,8TKV, XLPE, (L=12,50m)	2x1,5x1,5mm² Cu Multitubo graneado techo Ø16mm RZ1-K-0,8TKV, XLPE, (L=12,50m)	2x1,5x1,5mm² Cu Multitubo graneado techo Ø16mm RZ1-K-0,8TKV, XLPE, (L=12,50m)
Akumb. 280W 2,43A	Akumb. 280W 2,43A	Akumb. 280W 2,43A	Akumb. 280W 2,43A	Akumb. 280W 2,43A	Akumb. 280W 2,43A

**ALUMBRADO
CÁMARA DE FRÍO**

R	S	T
2x1,5x1,5mm² Cu Multitubo graneado techo Ø16mm RZ1-K-0,8TKV, XLPE, (L=10,25m)	2x1,5x1,5mm² Cu Multitubo graneado techo Ø16mm RZ1-K-0,8TKV, XLPE, (L=10,25m)	2x1,5x1,5mm² Cu Multitubo graneado techo Ø16mm RZ1-K-0,8TKV, XLPE, (L=10,25m)
Akumb. 19W 0,14A	Akumb. 19W 0,14A	Akumb. 19W 0,14A

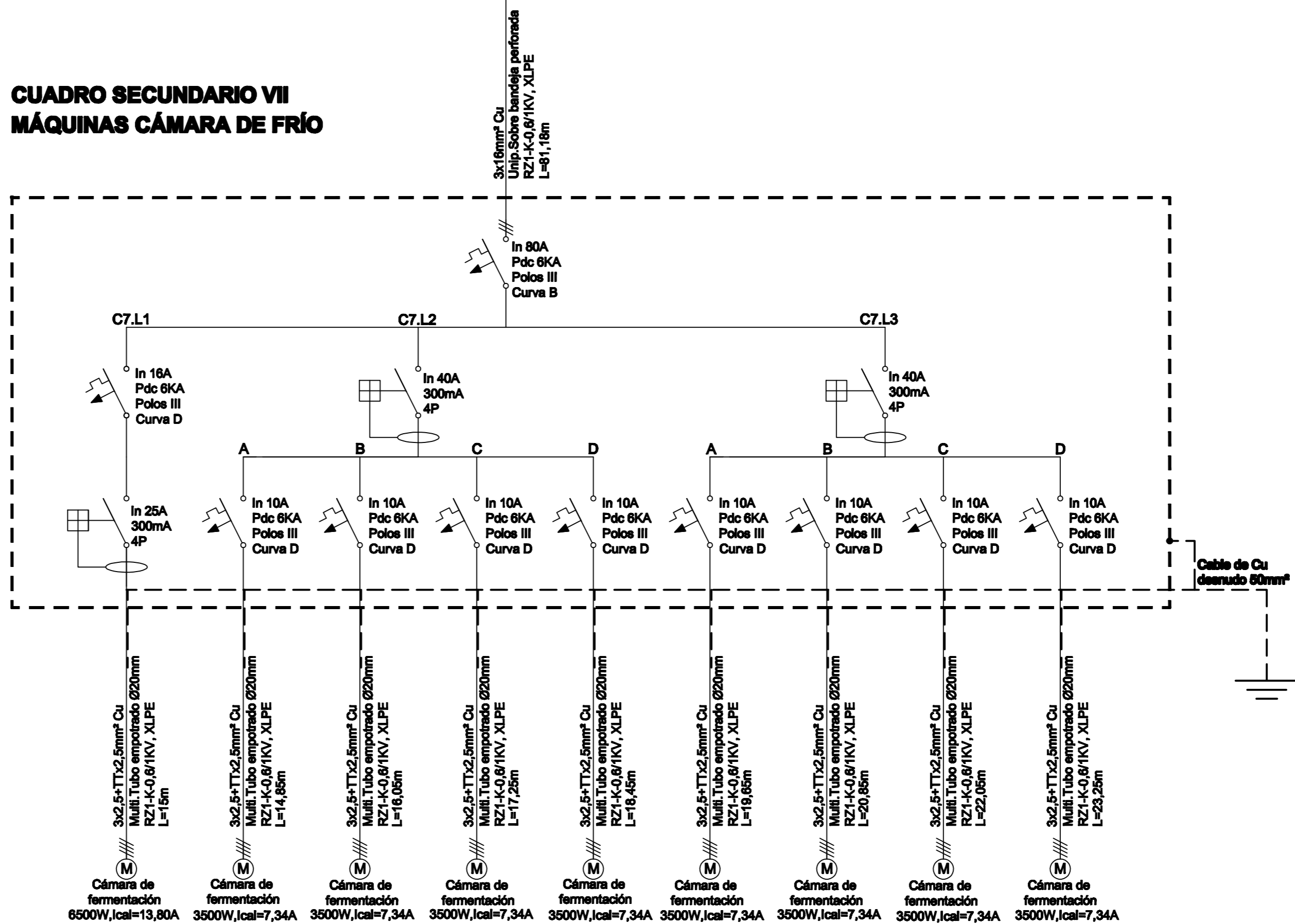
**ALUMBRADO EMERGENCIA
CÁMARA DE FRÍO**

LEYENDA	
APARATURA	RECEPTORES
<p>Interruptor automático magnetotérmico:</p> <ul style="list-style-type: none"> In: Calibre en (A) PdC: Poder de Corte en (KA) Nº de polos: III (3F) / IV (3F+N) Curva de disparo: B,C,D 	<p>Máquina (3F+CP)</p> <p>Alumbrado (F+N+CP)</p>
<p>Interruptor diferencial:</p> <ul style="list-style-type: none"> In: Calibre en (A) Sensibilidad en (mA) Nº de polos: 4 Polos 	<p>Tres tomas de corriente monofásicas (3F+N+CP), cada toma se conecta con (F+N+CP)</p> <p>Toma de corriente trifásica (3F+CP)</p>

<p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	<p>E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</p>	<p>DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</p>
	<p>PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CT</p>	<p>REALIZADO: BERRUZUE LIZARBE, IÑIGO</p>
<p>PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO VI</p>	<p>FECHA: 20/08/2013</p>	<p>ESCALA: Nº PLANO: 20</p>

CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

CUADRO SECUNDARIO VII MÁQUINAS CÁMARA DE FRÍO

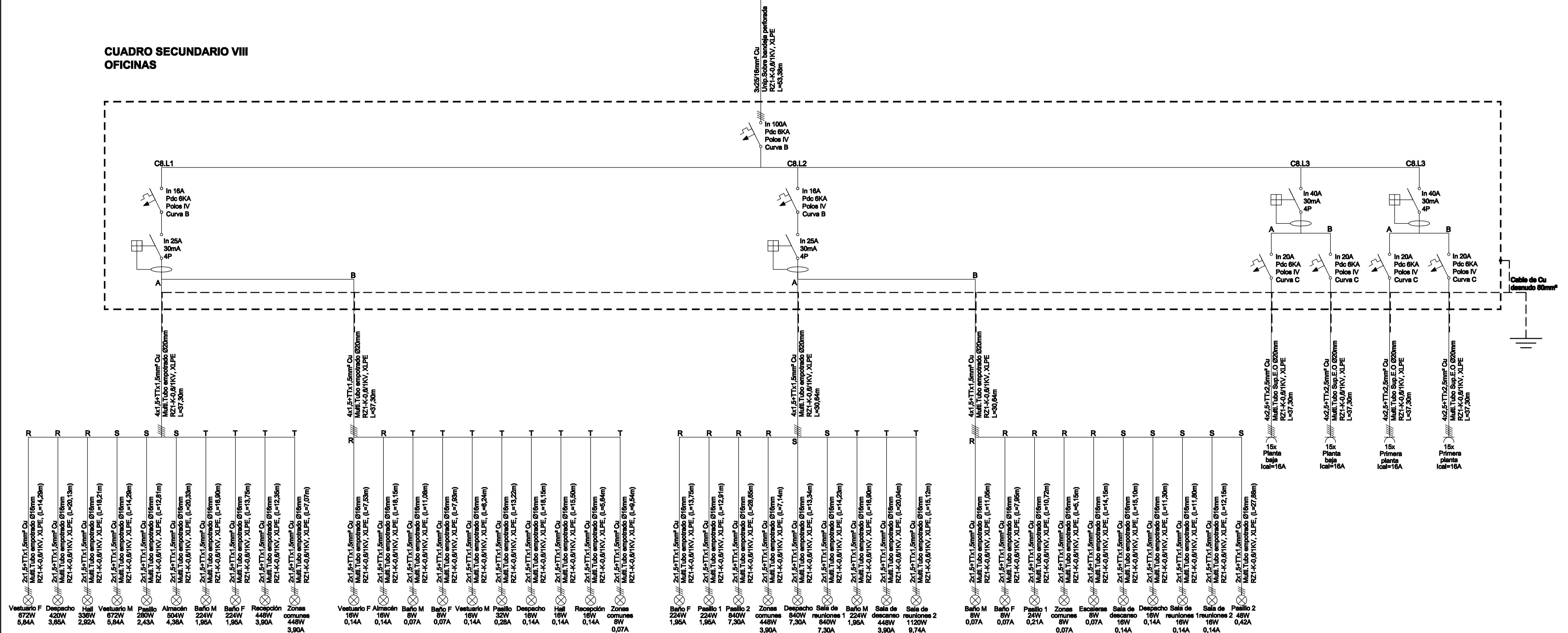


LEYENDA	
APARATURA	RECEPTORES
<p>Interruptor automático magnetotérmico:</p> <ul style="list-style-type: none"> In: Calibre en (A) PdC: Poder de Corte en (KA) Nº de polos: III (3F) Curva de disparo: B,C,D 	<p>Máquina (3F+CP)</p>
<p>Interruptor diferencial:</p> <ul style="list-style-type: none"> In: Calibre en (A) Sensibilidad en (mA) Nº de polos: 4 Polos 	<p>Alumbrado (F+N+CP)</p>
	<p>Tres tomas de corriente monofásicas (3F+N+CP), cada toma se conecta con (F+N+CP)</p>
	<p>Toma de corriente trifásica (3F+CP)</p>

<p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	<p>E.T.S.I.I.T.</p> <p>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</p>	<p>DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</p>
	<p>PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CT</p>	<p>REALIZADO: BERRUEZO LIZARBE, IÑIGO</p>
<p>PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO VII</p>	<p>FECHA: 20/06/2013</p>	<p>ESCALA: N° PLANO: 21</p>

CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

CUADRO SECUNDARIO VIII OFICINAS



ALUMBRADO PLANTA BAJA

R	Vestuario F	672W	5,84A
R	Despacho	420W	3,65A
R	Hall	338W	2,92A
S	Vestuario M	672W	5,84A
S	Paseillo	280W	2,43A
S	Almacén	504W	4,38A
T	Baño M	224W	1,95A
T	Baño F	224W	1,95A
T	Recepción	448W	3,90A
T	Zonas comunes	448W	3,90A

ALUMBRADO EMERGENCIA PLANTA BAJA

R	Vestuario F	16W	0,14A
R	Almacén	16W	0,14A
T	Baño M	8W	0,07A
T	Baño F	8W	0,07A
T	Vestuario M	16W	0,14A
T	Paseillo	32W	0,28A
T	Despacho	16W	0,14A
T	Hall	16W	0,14A
T	Recepción	16W	0,14A
T	Zonas comunes	8W	0,07A
T	Zonas comunes	16W	0,14A

ALUMBRADO PRIMERA PLANTA

R	Baño F	224W	1,95A
R	Paseillo 1	224W	1,95A
R	Paseillo 2	840W	7,30A
R	Zonas comunes	448W	3,90A
S	Despacho	840W	7,30A
S	Sala de reuniones 1	840W	7,30A
T	Baño M	224W	1,95A
T	Sala de descanso	448W	3,90A
T	Sala de reuniones 2	1120W	9,74A

ALUMBRADO EMERGENCIA PRIMERA PLANTA

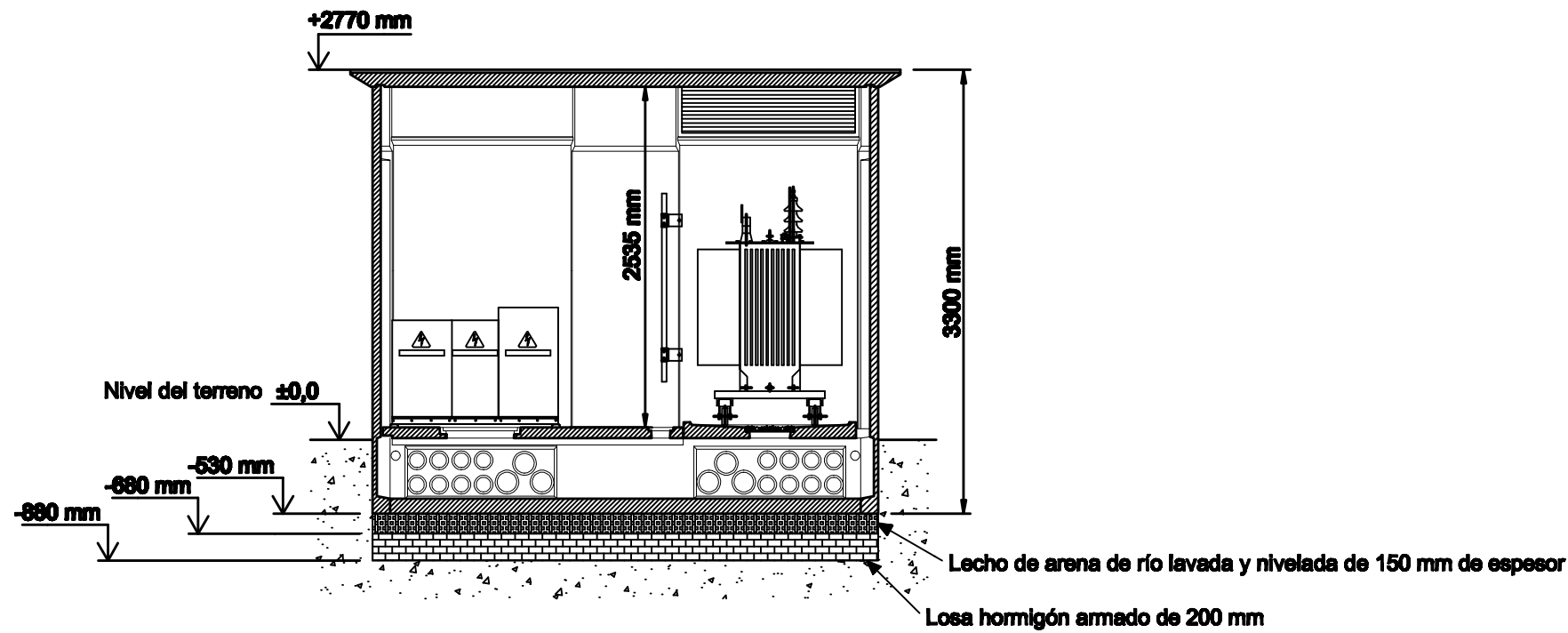
R	Baño M	8W	0,07A
R	Baño F	8W	0,07A
R	Paseillo 1	24W	0,21A
R	Zonas comunes	8W	0,07A
R	Escaleras	8W	0,07A
S	Sala de descanso	16W	0,14A
S	Despacho	16W	0,14A
S	Sala de reuniones 1	16W	0,14A
S	Sala de reuniones 2	16W	0,14A
S	Paseillo 2	48W	0,42A

LEYENDA

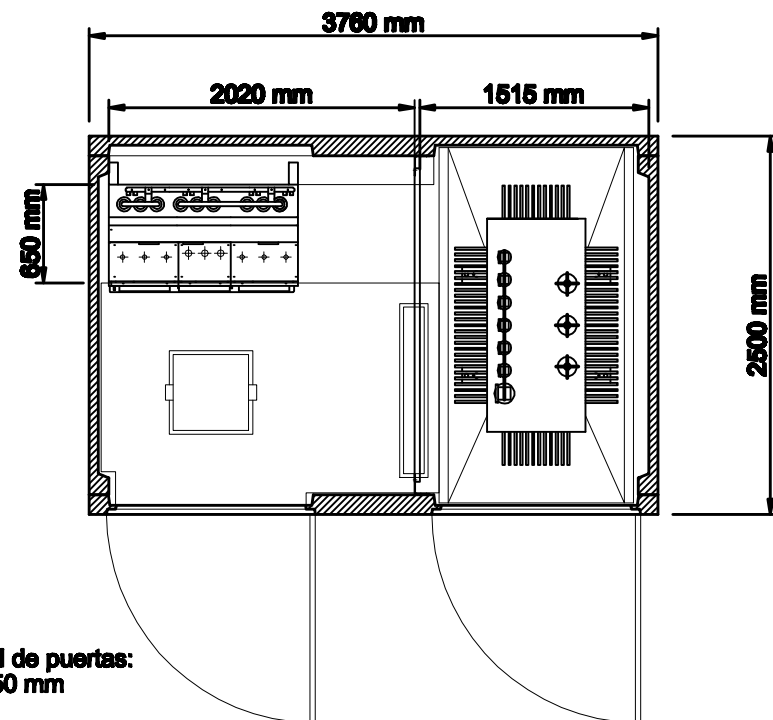
APARATURA	RECEPTORES
<p>Interruptor magnetotérmico:</p> <ul style="list-style-type: none"> In: Calibre en (A) PdC: Poder de Corte en (KA) Nº de polos Curva de disparo: B,C,D 	<p>Máquina (3F+CP)</p>
<p>Interruptor diferencial:</p> <ul style="list-style-type: none"> In: Calibre en (A) Sensibilidad en (mA) Nº de polos 	<p>Tres tomas de corriente monofásicas (3F+N+CP), cada toma se conecta con (F+N+CP)</p>
	<p>Toma de corriente trifásica (3F+CP)</p>

<p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	<p>E.T.S.I.I.T.</p> <p>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</p>	<p>DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</p>
	<p>PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CT</p>	<p>REALIZADO: BERRUEZO LIZARBE, IÑIGO</p>
<p>PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO VIII</p>	<p>FECHA: 20/08/2013</p>	<p>ESCALA: Nº PLANO: 20</p>

Emplazamiento de la caseta del transformador

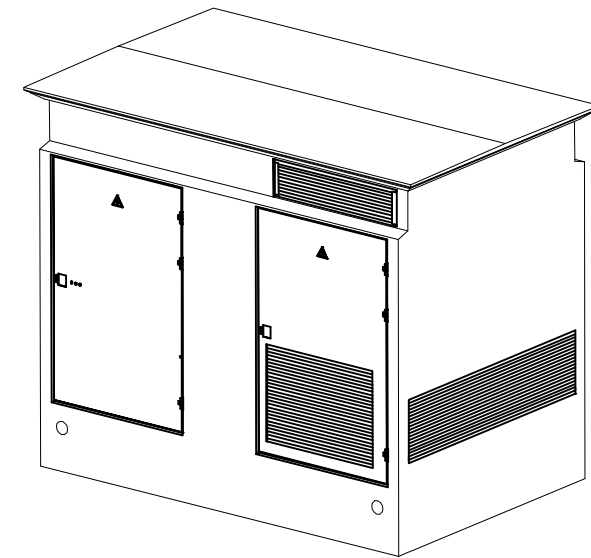


SECCIÓN



PLANTA


Edificio prefabricado: EHC-3



PERSPECTIVA

NOTA:

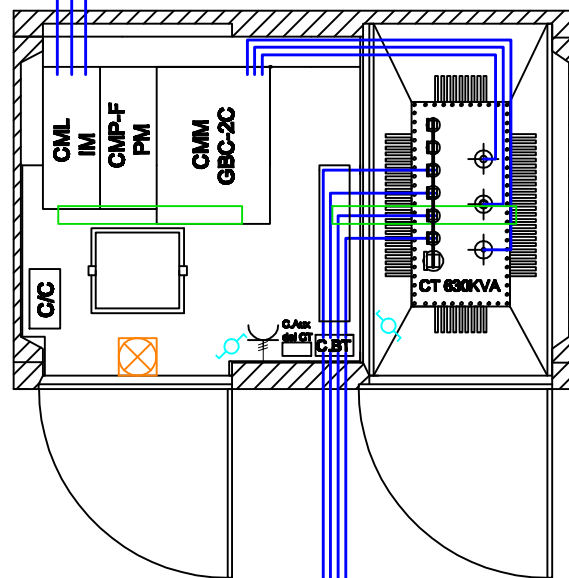
- La dimensión del foso para un correcto emplazamiento de edificio prefabricado EHC-3 deberá ser de 3500x5500 mm.
- Una vez instalado el edificio, deberá quedar de inmediato rodeado completamente de tierra hasta su cota de enterramiento, para evitar que el agua de lluvia se filtre y muevan las arenas bajo el edificio y puedan provocar movimientos y fracturas en la estructura del edificio.

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CT		REALIZADO: BERRUEZO LIZARBE, IÑIGO
PLANO: EMPLAZAMIENTO CASETA DEL TRANSFORMADOR		FIRMA:
	FECHA: 20/06/2013	ESCALA: 1:50
	Nº PLANO: 23	

Centro de transformación (CT)

Dimensiones planta: 3,76 x 2,5 m

Línea subterránea de MT
13,2KV
Compañía IBERDROLA



3x(3x240)/120mm² Al
Tubo enterrado Ø250mm a
una profundidad de 0,8m
RZ1-K 0,6/1KV XLPE
L=20,07m

Cuadro General de
Distribución (CGD)

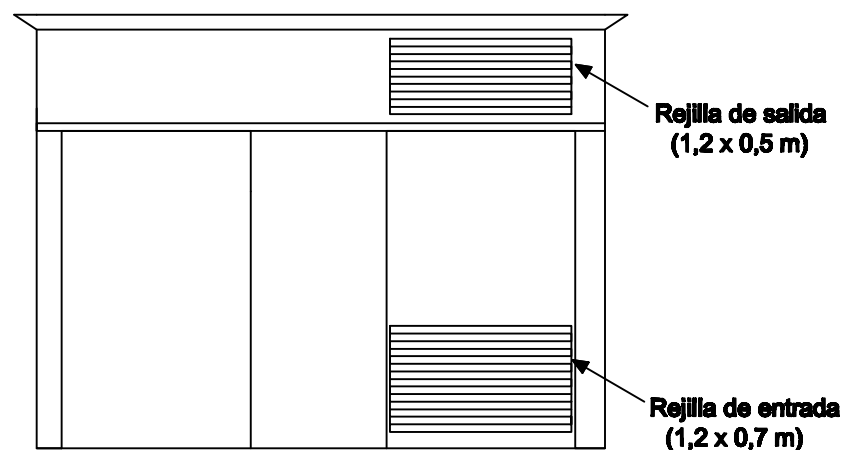
LEYENDA	
CML-IM: Celda de línea CMP-F PM: Celda de protección con fusible CMM GBC-2C: Celda de medida	
	Toma de corriente monofásica (F+N+CP)
	Alumbrado de emergencia Modelo: Uriarte EF1-E
	Conmutador paralelo de vaiven
	Cuadro de baja tensión (BT)
	Cuadro auxiliar del CT
	Cuadro de contadores
	Cuadro General de Distribución (CGD)
	Alumbrado del CT Modelo: TCW60 2xTL5-28W HF

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CT	
PLANO: DISTRIBUCIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		REALIZADO: BERRUEZO LIZARBE, IÑIGO FIRMA: FECHA: 20/06/2013 ESCALA: 1:50 Nº PLANO: 24

Centro de transformación (CT)

Dimensiones planta: 3,76 x 2,5 m

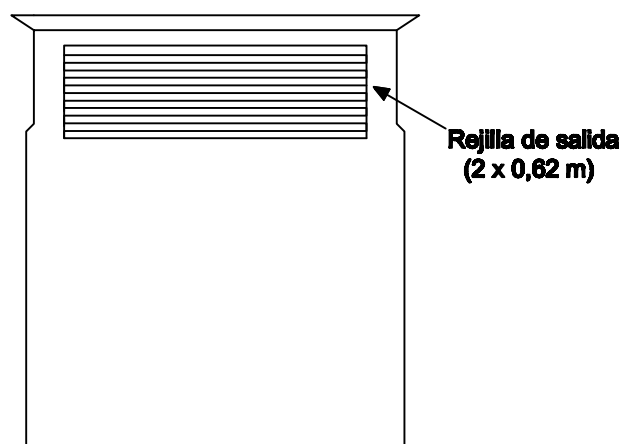
Fachada delantera:



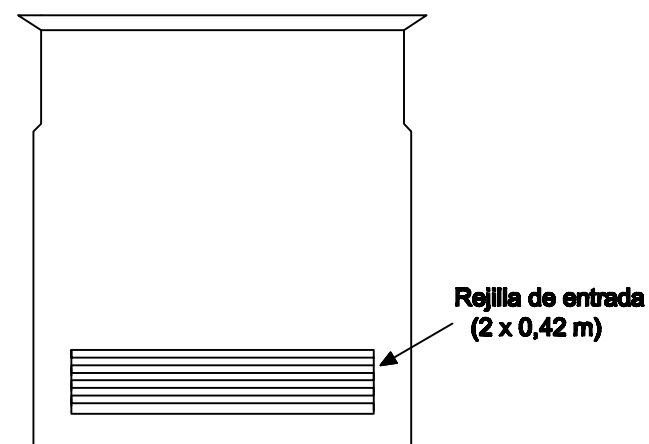
Fachada trasera:



Fachada lateral izquierda:




Fachada lateral derecha:

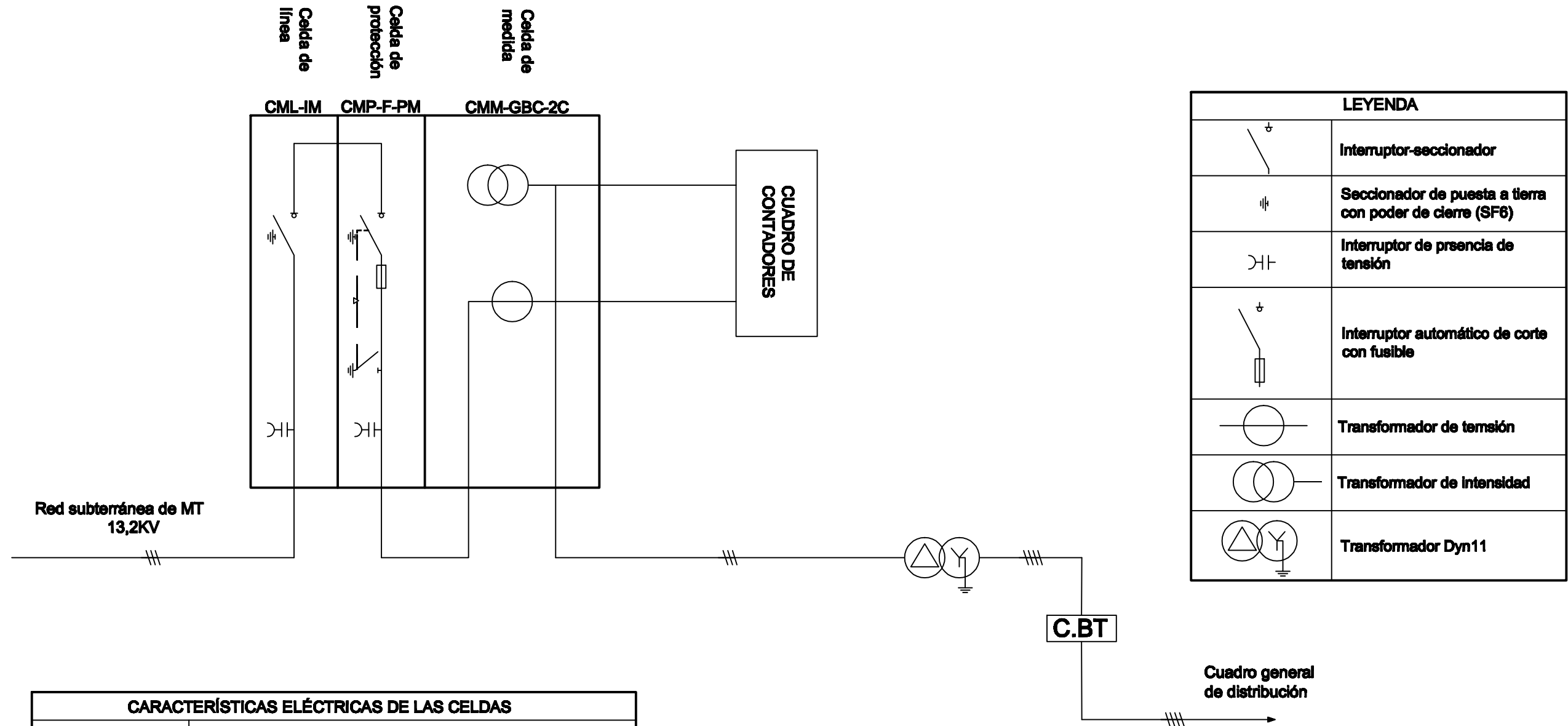


CARACTERÍSTICAS DE LAS REJILLAS:

- La ventilación del centro de transformación (CT) está diseñada y dispuesta adecuadamente para permitir la refrigeración natural de los transformadores de hasta (1000KVA), conforme al ensayo de la UNE-EN 61330.
- Las rejillas de ventilación están fabricadas de chapa de acero galvanizado sobre la que se aplica una película de pintura epoxy poliéster azul RAL 503, el grado de protección de estas es IP 339.
- Las rejillas de entrada se colocan en la parte inferior, y las rejillas superiores son colocadas en la parte superior, la separación entre ambas será de una altura de H=1,4 m.
- Todas las rejillas de ventilación van provistas de una tela metálica mosquitera.

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CT		REALIZADO: BERRUEZO LIZARBE, IÑIGO
PLANO: DISTRIBUCIÓN DE LAS REJILLAS DEL CT		FIRMA:
	FECHA: 20/06/2013	ESCALA: 1:50
	Nº PLANO: 25	

Esquema unifilar de las celdas del CT



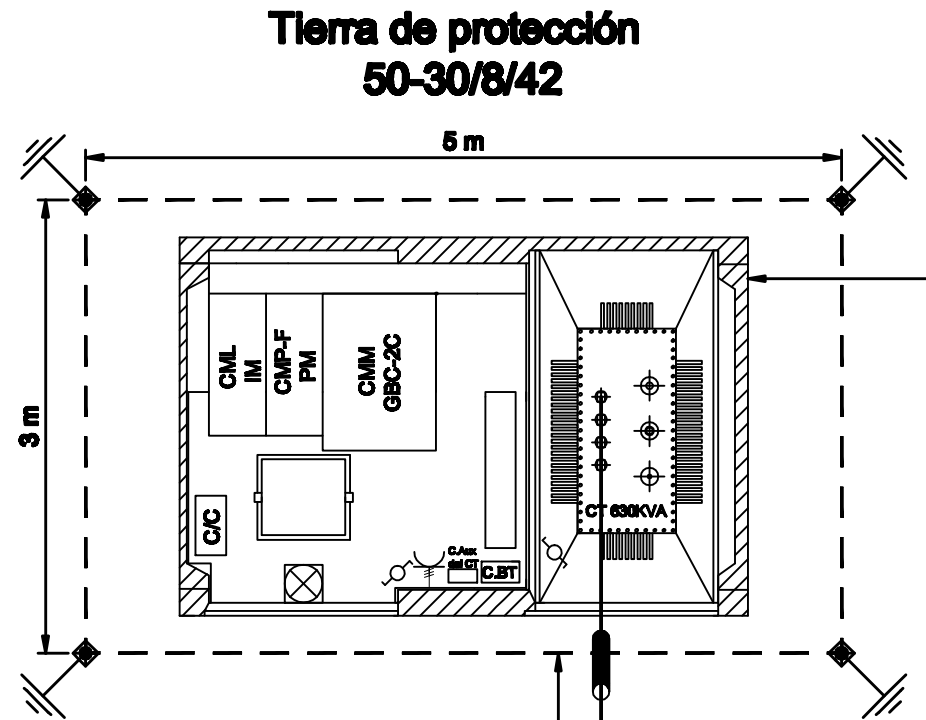
LEYENDA	
	Interruptor-seccionador
	Seccionador de puesta a tierra con poder de cierre (SF6)
	Interruptor de presencia de tensión
	Interruptor automático de corte con fusible
	Transformador de tensión
	Transformador de intensidad
	Transformador Dyn11

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LAS CELDAS	
CML-IM Celda de línea	Un=24KV In=400A Interruptor-seccionador (SF6) Intensidad de cortocircuito 16KA-20KA Poder de cierre de los seccionadores (2,5x16KA)=40KA
CMP-F PM Celda de protección con fusible	Un=24KV In=400A Interruptor-seccionador (SF6) Intensidad de cortocircuito 16KA-20KA Poder de cierre de los seccionadores (2,5x16KA)=40KA Fusibles (FUSARC-CF) 3x40A, según la norma DIN
CMM GBC-2C Celda de medida	Un=24KV In=400A 3 Transformadores de intensidad de relación 15-30/5A Clase 05 Aislamiento 24KV 3 Transformadores de tensión de relación 13200-22000/110V Clase 05 Aislamiento 24KV

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CT	
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CELDAS DEL CT	REALIZADO: BERRUEZO LIZARBE, IÑIGO	FIRMA: FECHA: 20/06/2013
	ESCALA:	Nº PLANO: 26

Centro de protección y servicio del (CT)

Dimensiones planta: 3,76 x 2,5 m



Punta Franklin

46,50 m

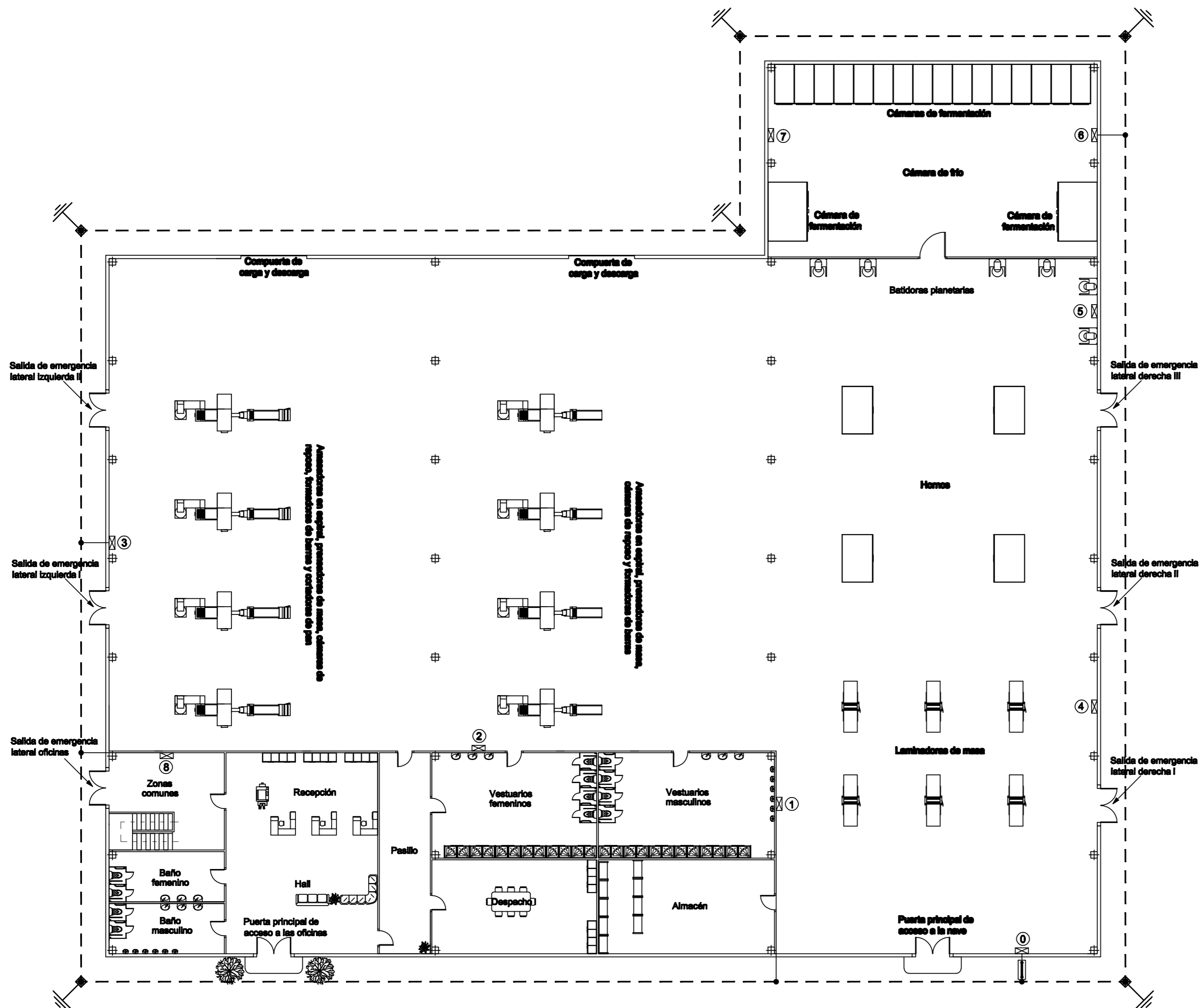
LEYENDA		CARACTERÍSTICAS TIERRAS
	Conductor de Cobre desnudo de 50mm ²	NOTA: - Tierra de protección: Código UNESA 50-30/8/42. Las picas tienen un Ø14mm y una longitud de 2 m. Se encuentran enterradas verticalmente a una profundidad de 0,8 m. Forman un rectángulo de dimensiones 5x3 m, y estarán unidas mediante un conductor de Cu desnudo de 50mm ² . - Tierra de servicio: Código UNESA 8/22. Las picas tienen un Ø14mm y una longitud de 2 m. Se encuentran enterradas verticalmente a una profundidad de 0,8 m. Se sitúan en hilera, distanciadas entre sí 2 m, y se unirán mediante un conductor de Cu desnudo de 50mm ² .
	Conductor de Cobre aislado 0,6/1KV de 50mm ²	
	Pica de Cobre enterrada verticalmente a 0,8m, de Ø=14mm y Longitud pica=2 m	
	Arqueta de registro, se conectan las picas y todo metal con el conductor de Cobre desnudo de 50mm ²	
	Punta Franklin	
	Caja de medición y seccionamiento de la puesta a tierra	
	Tubo de PVC que separa a la tierra de protección con la tierra de servicio	

6,82 m


Tierra de servicio 8/22

2 m

Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CT		REALIZADO: BERRUEZO LIZARBE, IÑIGO
PLANO: PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		FIRMA:
	FECHA: 20/06/2013	ESCALA: 1:50
	Nº PLANO: 27	



LEYENDA	
⊖	Cuadro general de distribución (CGD)
①	Cuadro secundario I Alumbrado nave industrial y exteriores
②	Cuadro secundario II Cadena de máquinas
③	Cuadro secundario III Cadena de máquinas y tomas de corriente
④	Cuadro secundario IV Laminadoras de masa y hornos
⑤	Cuadro secundario V Batidoras planetarias y hornos
⑥	Cuadro secundario VI Alumbrado, máquinas cámara de frío y tomas de corriente
⑦	Cuadro secundario VII Máquinas cámara de frío
⑧	Cuadro secundario VIII Oficinas
⊖	Armarios de poliestere para distribución Marca: Uniaris Modelo: Salybox BRES
---	Cable desnudo de Cobre de 50mm ² de sección a una profundidad de 0,8 metros
— —	Pica de Cobre de 2 m de longitud y Ø14mm
⊖	Arqueta de registro, donde se conectan las picas y todo elemento metálico con el conductor de Cobre desnudo de 50mm ²
⊖	Caja de medición y seccionamiento de puesta a tierra que une el anillo con el Cuadro General de Distribución (CGD)
NOTA: Todo elemento o dispositivo metálico, así como estructuras de edificación compuestas por cualquier tipo de metal deberán ir obligatoriamente por ley conectadas a la puesta a tierra, tal y como indica el RBT en la ITC-BT18.	

 Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	REALIZADO: BERRUEZO LIZARBE, IÑIGO
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CT		FIRMA:
PLANO: PUESTA A TIERRA DE LA NAVE INDUSTRIAL	FECHA: 20/06/2013	ESCALA: 1:200
		Nº PLANO: 28



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

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

PLIEGO DE CONDICIONES

Alumno: Iñigo Berruezo Lizarbe

Tutor: José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 20/06/2013



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.....	4
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 la obra	4
4.4.2 Obras que comprende	5
4.4.3 Mejoras y variaciones del proyecto	5
4.4.4 Personal	6
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.....	8
4.6 NORMATIVA GENERAL	8
4.7 CONDUCTORES.....	9
4.7.1 Materiales	9
4.7.2 Redes aéreas para distribución de energía eléctrica. Cálculo mecánico y ejecución de las instalaciones.....	9
4.7.2.1 Instalaciones de conductores aislados	9
4.7.2.2 Sección mínima del conductor neutro	10
4.7.2.3 Continuidad del conductor neutro	10
4.7.3 Sección de los conductores. Caída de tensión	11
4.8 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (CT).....	11
4.8.1 Normas de ejecución de las instalaciones.....	11
4.8.2 Ejecución de las obras	12
4.8.3 Ensayos.....	12
4.9 REDES SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN.....	13
4.9.1 Objetivo	13
4.9.2 Condiciones generales	13
4.9.3 Ejecución del trabajo	13
4.9.4 Trazado de zanjas	13
4.9.5 Tendido de conductores.....	14
4.9.6 Identificación del conductor	15
4.9.7 Cierre de zanjas	15
4.10 RECEPTORES	15
4.10.1 Condiciones generales de la instalación	15
4.10.2 Receptores de alumbrado. Instalación.....	16
4.10.3 Conexiones de receptores	16
4.10.4 Receptores a motor. Instalación.....	17
4.10.5 Materiales auxiliares.....	17



4.10.6 Aparatos de caldeo.....	17
4.11 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES Y SOBRETENSIONES ...	18
4.11.1 Protección de las instalaciones	18
4.11.1.1 Protección contra sobre intensidades.....	18
4.11.1.2 Protección contra sobrecargas	18
4.11.2 Situación de los dispositivos de protección.....	19
4.11.3. Características de los dispositivos de protección	19
4.12 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS.....	19
4.12.1 Protección contra contactos directos	19
4.12.2 Protección contra contactos indirectos	20
4.12.3 Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto	21
4.13 ALUMBRADOS ESPECIALES	21
4.13.1 Alumbrado de emergencia.....	21
4.13.2 Alumbrado de señalización	22
4.13.3 Locales de deberán ser provistos de alumbrados especiales	22
4.13.4. Fuentes propias de energía	23
4.13.5 Instrucciones complementarias.....	23
4.14 LOCAL.....	23
4.14.1 Prescripciones de carácter general.....	23
4.15 MEJORAMIENTO DEL FACTOR DE POTENCIA (Cos φ).....	25
4.16 PUESTA A TIERRA.....	25
4.16.1 Objetivo de las puestas a tierra	25
4.16.2 Definición	25
4.16.3 Partes que forman la puesta a tierra.....	26
4.16.4 Electrodo, naturaleza, constitución, dimensiones y condiciones de instalación	27
.....	27
4.16.5 resistencias de tierra	28
4.16.6 Características y condiciones de instalación de las líneas de enlace con tierra, de las líneas principales de tierra y sus derivaciones.....	28
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.....	29
4.16.8 Revisión de las tomas de tierra	30
4.16.9 Generalidades	30
4.16.10 Ensayos.....	30
4.17 CONSIDERACIONES DE CARÁCTER GENERAL	31
4.17.1 Recepción provisional	31
4.17.2 Acta de comprobación de los resultados eléctricos.....	31
4.17.3 Medición de las caídas de tensión	31
4.17.4 Medición de tierras	31
4.17.5 Medida de aislamiento.....	32
4.17.6 Medición del factor de potencia	32
4.17.7 Comprobación del reparto de cargas	32
4.17.8 Comprobación de conexiones.....	32
4.18 CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE ECONÓMICA	32



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 panes y bollería industrial.

La nave se encuentra situada en Barasoain en el polígono Txapardía, con código postal 31191 Barasoain (Navarra) España.

4.3 CONDICIONES GENERALES

4.3.1 Normas generales

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los Reglamentos de Seguridad y Normas Técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones, tanto de ámbito nacional, autonómico como municipal, así como, todas las otras que se establezcan en la Memoria Descriptiva del mismo.

Se adaptarán además, a las presentes condiciones particulares que complementarán las indicadas por los Reglamentos y Normas citadas.

4.3.2 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 consideraran 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 ó 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 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 en el Proyecto, salvo por 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.
 - Colocación de cableado.
 - Instalación de las protecciones eléctricas.
 - Colocación de bandejas y tubos protectores para cableado.
 - Ejecución 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 efectuara 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 Redes aéreas para distribución de energía eléctrica. Cálculo mecánico y ejecución de las instalaciones

4.7.2.1 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.

4.7.2.2 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 la sección de los conductores de fase.

4.7.2.3 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.

4.7.3 Sección de los conductores. Caída de tensión

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 (CT)

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, inaccesibilidad, 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 aparamenta 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 Directo 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 RECEPTORES

4.10.1 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 sobrecargas 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.

4.10.2 Receptores de alumbrado. Instalación

Se prohíbe terminantemente colgar las armaduras de las lámparas utilizando para ellos los conductores que llevan la corriente a las mismas. Las armaduras irán firmemente enganchadas a los techos mediante tirafondos atornillados o 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.

4.10.3 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 móviles a la instalación alimentadora se realizará utilizando:

- Tomas de corriente
- Cajas de conexión
- Trole para el caso de vehículos a tracción eléctrica o aparatos móviles

4.10.4 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.

4.10.5 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.

4.10.6 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.

4.11 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES Y SOBRETENSIONES

4.11.1 Protección de las instalaciones

4.11.1.1 Protección contra sobre intensidades

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.

4.11.1.2 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.



4.11.2 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.

4.11.3. 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.

4.12 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

4.12.1 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.

4.12.2 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.



4.12.3 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.

4.13 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 de deberán 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 energía

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 próximo posible a la entrada de la acometida o de la derivación individual y se colocará junto o sobre él 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.



Instalación eléctrica en BT de una nave industrial con CT
Iñigo Berruezo Lizarbe
Pliego de condiciones

- 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 (cabines 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 (Cos ϕ)

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 Electrodo, 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, de las líneas principales de tierra y sus derivaciones

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 envolventes 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 centro de transformación

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 Ohm·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.

4.16.10 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 la 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 comprobación 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 Medición 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 ejecutara 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. Precios 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. Al 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.

A abandonar el contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras como por rescisión del contrato, está obligado a dejar lo desocupado y limpio en el plazo que el ingeniero director fije.



Instalación eléctrica en BT de una nave industrial con CT
Iñigo Berruezo Lizarbe
Pliego de condiciones

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 reparar 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, Junio 2013

Iñigo Berruezo Lizarbe



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

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

PRESUPUESTO

Alumno: Iñigo Berruezo Lizarbe

Tutor: José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 20/06/2013



ÍNDICE:

5.1 CAPÍTULO I: ACOMETIDA	3
5.1.1 Acometida	3
5.2 CAPÍTULO II: PROTECCIONES	3
5.2.1 Cuadro general de distribución	3
5.2.2 Cuadro secundario I	5
5.2.3 Cuadro secundario II	6
5.2.4 Cuadro secundario III	6
5.2.5 Cuadro secundario IV	7
5.2.6 Cuadro secundario V	8
5.2.7 Cuadro secundario VI	9
5.2.8 Cuadro secundario VII	10
5.2.9 Cuadro secundario VIII	11
5.2.8 Tabla resumen capítulo II	11
5.3 CAPÍTULO III: PROTECCIONES Y TUBOS	12
5.3.1 Conductores	12
5.3.2 Tubos	13
5.3.3 Canalizaciones	14
5.3.4 Tabla resumen capítulo III	15
5.4 CAPÍTULO IV: PUESTA A TIERRA	15
5.4.1 Puesta a tierra	15
5.5 CAPÍTULO V: EQUIPOS DE ALUMBRADO	16
5.5.1 Alumbrado interior	16
5.5.2 Alumbrado exterior	16
5.5.3 Alumbrado de emergencia y señalización	16
5.5.4 Tabla resumen capítulo V	17



Instalación eléctrica en BT de una nave industrial con CT
Iñigo Berruezo Lizarbe
Presupuesto

5.6 CAPÍTULO VI: ELEMENTOS VARIOS	17
5.6.1 Tomas de corriente, bases, interruptores... ..	17
5.7 CAPÍTULO VII: COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA	18
5.7.1 Batería de condensadores.....	18
5.8 CAPÍTULO VIII: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	18
5.8.1 Obra civil	18
5.8.2 Caseta del centro	18
5.8.3 Transformador de potencia	19
5.8.4 Aparamenta en media tensión.....	19
5.8.5 Equipo de baja tensión del CT	20
5.8.6 Puesta a tierra del CT.....	21
5.8.7 Tabla resumen capítulo VIII	21
5.9 CAPÍTULO IX: EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	22
5.9.1 SEGURIDAD Y SALUD	22
5.10 RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN	24



5.1 CAPÍTULO I: ACOMETIDA

5.1.1 Acometida

CANALIZACIONES				
Nº de orden	Denominación	Cantidad	Precio Ud	Importe
5.1.1.1	Marca: Prysmian Modelo: Voltalene Flamex (S) RZ1-K 0,6/1KV 1x240mm Al	9x(20,07)	10,47 €	1.891,20 €
5.1.1.2	Marca: Prysmian Modelo: Voltalene Flamex (S) RZ1-K 0,6/1KV 1x120mm Al	3x(20,07)	5,932 €	357,166 €
5.1.1.3	Marca: Odi bakar Tubo de XLPE corrugado de doble pared de Ø250mm, de 2,2mm de espesor, liso por el interior y corrugado por el exterior, color rojo FU 15 R de resistencia por aplastamiento de 140N	20,07	22,88 €	459,20 €
5.1.1.4	Zanja sobre tierra de 40x80 cm. Con arena lavada debajo del tubo y relleno de tierra excavada.	20,07	3,15 €	63,22 €
5.1.1.5	Mano de obra, incluso elementos incluidos para su montaje	8	22,50 €	180,00 €
SUBTOTAL				2.950,78 €

5.2 CAPÍTULO II: PROTECCIONES

5.2.1 Cuadro general de distribución

CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN (CGD)				
Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Ud	Importe
5.2.1.1	Armario de polyester Marca: Uriarte Modelo: Safybox Bres-86, con IP66, de 22 módulos, de medida: 800x600x300 mm con placa de montaje y puesta a tierra	1	434,84 €	434,84 €
5.2.1.2	Interruptor automático NS1000 Calibre: 1000A; Poder de Corte: 50KA IV Polos; Curva B	1	8.984,79 €	8.984,79 €
5.2.1.3	Interruptor automático compact NSX160F Calibre: 200A; Poder de Corte: 36KA IV Polos	2	1.873,87 €	3.747,74 €



Instalación eléctrica en BT de una nave industrial con CT
Iñigo Berruezo Lizarbe
Presupuesto

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Ud	Importe
5.2.1.4	Relé diferencial con toroidal RH197M Sensibilidad: 750mA; IV Polos	3	824,89 €	2.474,67 €
5.2.1.5	Interruptor automático NG125N Calibre: 125A; Poder de Corte: 25KA IV Polos; Curva C	2	479,26 €	958,52 €
5.2.1.6	Interruptor automático NG125N Calibre: 80A; Poder de Corte: 25KA III Polos; Curva C	2	325,84 €	651,68 €
5.2.1.7	Relé diferencial con toroidal RH197M Sensibilidad: 500mA; IV Polos	1	824,89 €	824,89 €
5.2.1.8	Interruptor automático NG125N Calibre: 100A; Poder de Corte: 25KA IV Polos; Curva C	2	473,81 €	947,62 €
5.2.1.9	Interruptor automático compact NSX160F Calibre: 250A; Poder de Corte: 36KA IV Polos	1	2.196,58 €	2.196,58 €
5.2.1.10	Interruptor automático compact NSX160F Calibre: 160A; Poder de Corte: 36KA III Polos; Curva D	2	832,42 €	1.664,84 €
5.2.1.11	Interruptor automático compact NSX160F Calibre: 400A; Poder de Corte: 50KA IV Polos	1	3.587,96 €	3.587,96 €
5.2.1.12	Interruptor automático compact NSX250F Calibre: 250A; Poder de Corte: 36KA III Polos; Curva C	1	1.691,45 €	1.691,45 €
5.2.1.13	Relé diferencial con toroidal RH197M Sensibilidad: 300mA; IV Polos	1	824,89 €	824,89 €
5.2.1.14	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre: 40A; Sensibilidad: 300mA; 4P	1	264,44 €	264,44 €
5.2.1.15	Interruptor automático iC60N Calibre: 20A; Poder de Corte: 6KA IV Polos; Curva C	1	125,56 €	125,56 €
5.2.1.16	Interruptor automático iC60N Calibre: 20A; Poder de Corte: 6KA III Polos; Curva C	1	89,53 €	89,53 €
SUBTOTAL				29.470,00 €



5.2.2 Cuadro secundario I

CUADRO SECUNDARIO I				
Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Ud	Importe
5.2.2.1	Armario de polyester Marca: Uriarte Modelo: Safybox Bres 65, con IP66, de 13 módulos, de medida: 600x500x230 mm con placa de montaje y puesta a tierra	1	280,93 €	280,93 €
5.2.2.2	Interruptor automático C120N Calibre: 100A; Poder de corte: 10KA IV Polos; Curva B	1	506,10 €	506,10 €
5.2.2.3	Interruptor automático iC60H Calibre: 16A; Poder de corte: 10KA IV Polos; Curva B	2	160,35 €	320,70 €
5.2.2.4	Interruptor diferencial iLD Clase AC Calibre 25A; Sensibilidad: 30mA; 4P	4	300,80 €	1.203,20 €
5.2.2.5	Interruptor automático iC60H Calibre: 20A; Poder de corte: 10KA IV Polos; Curva B	1	164,91 €	164,91 €
5.2.2.6	Interruptor automático iC60H Calibre: 10A; Poder de corte: 10KA IV Polos; Curva B	2	157,14 €	314,28 €
5.2.2.7	Interruptor diferencial iLD Clase AC Calibre: 40A; Sensibilidad: 300mA; 4P	1	264,44 €	264,44 €
5.2.2.8	Interruptor automático iC60H Calibre: 20A; Poder de corte: 10KA IV Polos; Curva C	1	144,30 €	144,30 €
5.2.2.9	Interruptor automático iC60H Calibre: 20A; Poder de corte: 10KA III Polos; Curva C	1	104,64 €	104,64 €
5.2.2.10	Mano de obra, incluso elementos incluidos para su montaje	3	22,50 €	67,50 €
SUBTOTAL				3.371,00 €



5.2.3 Cuadro secundario II

CUADRO SECUNDARIO II				
Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Ud	Importe
5.2.3.1	Armario de polyester Marca: Uriarte Modelo: Safybox Bres-83, con IP66, de 21 módulos, de medida: 800x300x230 mm con placa de montaje y puesta a tierra	1	344,89 €	344,89 €
5.2.3.2	Interruptor automático C120N Calibre: 80A; Poder de corte: 10KA III Polos; Curva B	1	327,97 €	327,97 €
5.2.3.3	Interruptor diferencial iLD Clase AC Calibre 25A; Sensibilidad: 300mA; 4P	4	256,53 €	1.026,12 €
5.2.3.4	Interruptor automático iC60N Calibre: 10A; Poder de corte: 6KA III Polos; Curva D	4	183,61 €	734,44 €
5.2.3.5	Interruptor automático iC60N Calibre: 4A; Poder de corte: 6KA III Polos; Curva D	8	293,75 €	2.350,00 €
5.2.3.6	Interruptor automático iC60N Calibre: 2A; Poder de corte: 6KA III Polos; Curva D	4	293,75 €	1.175,00 €
5.2.3.7	Mano de obra, incluso elementos necesarios para su montaje	4	22,50 €	90,00 €
SUBTOTAL				6.048,42 €

5.2.4 Cuadro secundario III

CUADRO SECUNDARIO III				
Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Ud	Importe
5.2.4.1	Armario de polyester Marca: Uriarte Modelo: Safybox Bres-86, con IP66, de 28 módulos, de medida: 800x600x300 mm con placa de montaje y puesta a tierra	1	438,14 €	438,14 €
5.2.4.2	Interruptor automático C120N Calibre: 125A; Poder de corte: 10KA IV Polos; Curva B	1	514,66 €	514,66 €
5.2.4.3	Interruptor diferencial iLD Clase AC Calibre 25A; Sensibilidad: 300mA; 4P	4	256,53 €	1.026,12 €



Instalación eléctrica en BT de una nave industrial con CT
Iñigo Berruezo Lizarbe
Presupuesto

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Ud	Importe
5.2.4.4	Interruptor automático iC60N Calibre: 10A; Poder de corte: 6KA III Polos; Curva D	4	183,61 €	734,44 €
5.2.4.5	Interruptor automático iC60N Calibre: 4A; Poder de corte: 6KA III Polos; Curva D	8	293,75 €	2.350,00 €
5.2.4.6	Interruptor automático iC60N Calibre: 2A; Poder de corte: 6KA III Polos; Curva D	8	293,75 €	2.350,00 €
5.2.4.7	Interruptor diferencial iLD Clase AC Calibre 40A; Sensibilidad: 300mA; 4P	1	264,44 €	264,44 €
5.2.4.8	Interruptor automático iC60N Calibre: 20A; Poder de corte: 6KA IV Polos; Curva C	1	125,56 €	125,56 €
5.2.4.9	Interruptor automático iC60N Calibre: 20A; Poder de corte: 6KA III Polos; Curva C	1	89,53 €	89,53 €
5.2.4.10	Mano de obra, incluso elementos incluidos para su montaje	5	22,50 €	112,50 €
SUBTOTAL				8.005,39 €

5.2.5 Cuadro secundario IV

CUADRO SECUNDARIO IV				
Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Ud	Importe
5.2.5.1	Armario de polyester Marca: Uriarte Modelo: Safybox Bres-54, con IP66, de 13 módulos, de medida: 500x400x200 mm con placa de montaje y puesta a tierra	1	250,82 €	250,82 €
5.2.5.2	Interruptor automático NSX160F Calibre: 160A; Poder de corte: 36KA III Polos; Curva C	1	832,42 €	832,42 €
5.2.5.3	Interruptor automático C120H Calibre: 80A; Poder de corte: 15KA III Polos; Curva C	2	285,65 €	571,30 €
5.2.5.4	Interruptor diferencial iLD Clase AC Calibre 80A; Sensibilidad: 300mA; 4P	2	565,62 €	1.131,24 €
5.2.5.5	Interruptor diferencial iLD Clase AC Calibre 25A; Sensibilidad: 300mA; 4P	2	256,53 €	513,06 €



Instalación eléctrica en BT de una nave industrial con CT
Iñigo Berruezo Lizarbe
Presupuesto

Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Ud	Importe
5.2.5.6	Interruptor automático C120H Calibre: 3A; Poder de corte: 15KA III Polos; Curva D	6	116,18 €	697,08 €
5.2.5.7	Mano de obra, incluso elementos incluidos para su montaje	3	22,50 €	67,50 €
SUBTOTAL				4.063,42 €

5.2.6 Cuadro secundario V

CUADRO SECUNDARIO V				
Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Ud	Importe
5.2.6.1	Armario de polyester Marca: Uriarte Modelo: Safybox Bres-54, con IP66, de 13 módulos, de medida: 500x400x200 mm con placa de montaje y puesta a tierra	1	250,82 €	250,82 €
5.2.6.2	Interruptor automático NSX160F Calibre: 160A; Poder de corte: 36KA III Polos; Curva C	1	832,42 €	832,42 €
5.2.6.3	Interruptor automático C120N Calibre: 80A; Poder de corte: 10KA III Polos; Curva C	2	314,13 €	628,26 €
5.2.6.4	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre 80A; Sensibilidad: 300mA; 4P	2	565,62 €	1.131,24 €
5.2.6.5	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre 25A; Sensibilidad: 300mA; 4P	2	256,53 €	513,06 €
5.2.6.6	Interruptor automático iC60H Calibre: 10A; Poder de corte: 10KA III Polos; Curva D	6	120,48 €	722,88 €
5.2.6.7	Mano de obra, incluso elementos necesarios para su montaje	3	22,50 €	67,50 €
SUBTOTAL				4.146,18 €



5.2.7 Cuadro secundario VI

CUADRO SECUNDARIO VI				
Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Ud	Importe
5.2.7.1	Armario de polyester Marca: Uriarte Modelo: Safybox Bres-65, con IP66, de 18 módulos, de medida: 600x500x230 mm con placa de montaje y puesta a tierra	1	280,93 €	280,93 €
5.2.7.2	Interruptor automático C120N Calibre: 125A; Poder de corte: 10KA IV Polos; Curva B	1	514,66 €	514,66 €
5.2.7.3	Interruptor automático iC60H Calibre: 6A; Poder de corte: 10KA IV Polos; Curva B	1	168,36 €	168,36 €
5.2.7.4	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre 25A; Sensibilidad: 30mA; 4P	1	300,80 €	300,80 €
5.2.7.5	Interruptor automático iC60H Calibre: 16A; Poder de corte: 10KA III Polos; Curva D	1	169,35 €	169,35 €
5.2.7.6	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre 25A; Sensibilidad: 300mA; 4P	1	256,53 €	256,53 €
5.2.7.7	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre 40A; Sensibilidad: 300mA; 4P	3	264,44 €	793,32 €
5.2.7.8	Interruptor automático iC60H Calibre: 10A; Poder de corte: 10KA III Polos; Curva D	8	120,48 €	963,84 €
5.2.7.9	Interruptor automático iC60H Calibre: 20A; Poder de corte: 10KA IV Polos; Curva C	1	144,30 €	144,30 €
5.2.7.10	Interruptor automático iC60H Calibre: 20A; Poder de corte: 10KA III Polos; Curva C	1	104,64 €	104,64 €
5.2.7.11	Mano de obra, incluso elementos incluidos para su montaje	4	22,50 €	90,00 €
SUBTOTAL				3.786,73 €



5.2.8 Cuadro secundario VII

CUADRO SECUNDARIO VII				
Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Ud	Importe
5.2.8.1	Armario de polyester Marca: Uriarte Modelo: Safybox Bres-54, con IP66, de 13 módulos, de medida: 500x400x200 mm con placa de montaje y puesta a tierra	1	250,82 €	250,82 €
5.2.8.2	Interruptor automático C120N Calibre: 80A; Poder de corte: 10KA III Polos; Curva B	1	327,97 €	327,97 €
5.2.8.3	Interruptor automático iC60N Calibre: 16A; Poder de corte: 6KA III Polos; Curva D	1	187,10 €	187,10 €
5.2.8.4	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre 25A; Sensibilidad: 300mA; 4P	1	256,53 €	256,53 €
5.2.8.5	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre 40A; Sensibilidad: 300mA; 4P	2	264,44 €	528,88 €
5.2.8.6	Interruptor automático iC60N Calibre: 10A; Poder de corte: 6KA III Polos; Curva D	8	183,61 €	1.468,88 €
5.2.8.7	Mano de obra, incluso elementos necesarios para su montaje	3	22,50 €	67,50 €
SUBTOTAL				3.087,68 €



5.2.9 Cuadro secundario VIII

CUADRO SECUNDARIO VIII				
Nº de orden	Descripción	Cantidad	Precio Ud	Importe
5.2.9.1	Armario de polyester Marca: Uriarte Modelo: Safybox Bres-54, con IP66, de 11 módulos, de medida: 500x400x200 mm con placa de montaje y puesta a tierra	1	250,82 €	250,82 €
5.2.9.2	Interruptor automático C120N Calibre: 100A; Poder de corte: 10KA IV Polos; Curva B	1	506,10 €	506,10 €
5.2.9.3	Interruptor automático iC60N Calibre: 16A; Poder de corte: 6KA IV Polos; Curva B	2	149,59 €	299,18 €
5.2.9.4	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre 25A; Sensibilidad: 30mA; 4P	2	300,80 €	601,60 €
5.2.9.5	Interruptor diferencial iID Clase AC Calibre 40A; Sensibilidad: 30mA; 4P	2	312,70 €	625,40 €
5.2.9.6	Interruptor automático iC60N Calibre: 20A; Poder de corte: 6KA IV Polos; Curva C	4	125,56 €	502,24 €
5.2.9.7	Mano de obra, incluso elementos necesarios para su montaje	3	22,50 €	67,50 €
SUBTOTAL				2.852,84 €

5.2.8 Tabla resumen capítulo II

SUBTOTAL	PRESUPUESTO TOTAL CAPÍTULO II	IMPORTE
5.2.1	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN (CGD)	29.470,00 €
5.2.2	CUADRO SECUNDARIO I	3.371,00 €
5.2.3	CUADRO SECUNDARIO II	6.048,42 €
5.2.4	CUADRO SECUNDARIO III	8.005,39 €
5.2.5	CUADRO SECUNDARIO IV	4.063,42 €
5.2.6	CUADRO SECUNDARIO V	4.146,18 €
5.2.7	CUADRO SECUNDARIO VI	3.786,73 €
5.2.8	CUADRO SECUNDARIO VII	3.087,68 €
5.2.9	CUADRO SECUNDARIO VIII	2.852,84 €
SUBTOTAL		64.831,66 €



5.3 CAPÍTULO III: PROTECCIONES Y TUBOS

5.3.1 Conductores

CONDUCTORES				
Nº de orden	Denominación	Longitud (m)	Precio Ud (€/m)	Importe
5.3.1.1	Marca: Prysmian Modelo: Afumex 1000V Iris Tech (AS) RZ1-K 0,6/1KV 4x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	301,63	5,610	1.692,14 €
5.3.1.2	Marca: Prysmian Modelo: Afumex 1000V Iris Tech (AS) RZ1-K 0,6/1KV 2x1,5+TTx1,5 mm ² Cu	1120,26	3,536	3.961,24 €
5.3.1.3	Marca: Prysmian Modelo: Afumex 1000V Iris Tech (AS) RZ1-K 0,6/1KV 4x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	333,23	8,110	2.702,50 €
5.3.1.4	Marca: Prysmian Modelo: Afumex 1000V Iris Tech (AS) RZ1-K 0,6/1KV 2x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	89,67	5,070	454,63 €
5.3.1.5	Marca: Prysmian Modelo: Afumex 1000V Iris Tech (AS) RZ1-K 0,6/1KV 3x2,5+TTx2,5 mm ² Cu	1341,21	6,550	8.784,93 €
5.3.1.6	Marca: Prysmian Modelo: Afumex 1000V Iris Tech (AS) RZ1-K 0,6/1KV 4x4+TTx4 mm ² Cu	61,00	11,852	722,97 €
5.3.1.7	Marca: Prysmian Modelo: Afumex 1000V Iris Tech (AS) RZ1-K 0,6/1KV 2x4+TTx4 mm ² Cu	246,07	7,330	1.803,69 €
5.3.1.8	Marca: Prysmian Modelo: Afumex 1000V Iris Tech (AS) RZ1-K 0,6/1KV 1x10 mm ² Cu	32,12	5,850	187,90 €
5.3.1.9	Marca: Prysmian Modelo: Afumex 1000V Iris Tech (AS) RZ1-K 0,6/1KV 1x16 mm ² Cu	722,41	8,564	6.186,72 €
5.3.1.10	Marca: Prysmian Modelo: Afumex 1000V Iris Tech (AS) RZ1-K 0,6/1KV 1x25 mm ² Cu	216,96	12,934	2.806,16 €
5.3.1.11	Marca: Prysmian Modelo: Afumex 1000V Iris Tech (AS) RZ1-K 0,6/1KV 1x35 mm ² Cu	450,15	17,974	8.091,00 €
5.3.1.12	Marca: Prysmian Modelo: Afumex 1000V Iris Tech (AS) RZ1-K 0,6/1KV 1x50 mm ² Cu	235,68	25,858	6.094,21 €



Instalación eléctrica en BT de una nave industrial con CT
Iñigo Berruezo Lizarbe
Presupuesto

Nº de orden	Denominación	Longitud (m)	Precio Ud (€/m)	Importe
5.3.1.13	Marca: Prysmian Modelo: Afumex 1000V Iris Tech (AS) RZ1-K 0,6/1KV 1x70 mm ² Cu	13,38	36,384	486,82 €
5.3.1.14	Marca: Prysmian Modelo: Afumex 1000V Iris Tech (AS) RZ1-K 0,6/1KV 1x95 mm ² Cu	5,40	46,786	252,64 €
5.3.1.15	Marca: Prysmian Modelo: Afumex 1000V Iris Tech (AS) RZ1-K 0,6/1KV 1x120 mm ² Cu	40,14	58,280	2.339,36 €
5.3.1.16	Marca: Prysmian Modelo: Afumex 1000V Iris Tech (AS) RZ1-K 0,6/1KV 1x185 mm ² Cu	16,20	87,528	1.417,95 €
5.3.1.17	Mano de obra, incluso elementos necesarios para su montaje	25	22,50	562,50 €
SUBTOTAL				48.547,36 €

5.3.2 Tubos

TUBOS				
Nº de orden	Denominación	Longitud (m)	Precio Ud (€/m)	Importe
5.3.2.1	Marca: Pensa Modelo: HFXP Tubo corrugado libre de alógenos estándar negro, Ø16mm	1209,93	1,95	2.359,36 €
5.3.2.2	Marca: Pensa Modelo: RAL Tubo rígido enchufable de aluminio, Ø16mm	55	2,16	118,80 €
5.3.2.3	Marca: Pensa Modelo: Ecoflex Blindado Tubo flexible de acero recubierto de PVC, Ø20mm	1205,03	4,08	4.922,60 €
5.3.2.4	Marca: Pensa Modelo: RAL Tubo rígido enchufable de aluminio, Ø20mm	55	2,76	157,88 €
5.3.2.5	Marca: Pensa Modelo: HFXP Tubo corrugado libre de alógenos estándar negro, Ø20mm	531,15	2,28	1.217,10 €
5.3.2.6	Marca: Pensa Modelo: RAL Tubo rígido enchufable de aluminio, Ø50mm	79,87	11,02	886,25 €
5.3.2.7	Marca: Pensa Modelo: RB-PA Tubo flexible pemsaflex de Poliamida, Ø63mm	13,38	49,39	666,92 €
5.3.2.8	Mano de obra, incluso elementos necesarios para su montaje	1	2.448,39	2.454,47 €
SUBTOTAL				12.783,39 €



5.3.3 Canalizaciones

CANALIZACIONES				
Nº de orden	Denominación	Longitud (m)	Precio Ud (€/m)	Importe
5.3.3.1	Marca: Pemsa Modelo: Pemsaband LX Bandeja portacables metálica de chapa perforada Dimensiones: 200x60mm	246,70	15,03 €	3.707,90 €
5.3.3.2	Marca: Pemsa Modelo: Pemsaband Tapa recta metálica para bandejas Pemsaband Dimensiones: 200x60mm	246,70	9,64 €	2.378,19 €
5.3.3.3	Marca: Pemsa Modelo: Pemsaband curva 90º click Accesorio para bandejas, una curva de 90º Dimensiones: 200x60mm	7	35,02 €	245,14 €
5.3.3.4	Marca: Pemsa Modelo: Pemsaband Tapa para accesorio curva 90º click Dimensiones: 200x60mm	7	23,59 €	165,13 €
5.3.3.5	Marca: Pemsa Modelo: Pemsaband Accesorio para bandejas, bifurcación en forma de T Dimensiones: 200x60mm	2	45,44 €	90,88 €
5.3.3.6	Marca: Pemsa Modelo: Pemsaband Tapa para accesorio T click Dimensiones: 200x60mm	2	31,82 €	63,64 €
5.3.3.7	Marca: Pemsa Modelo: RPLUS G.S. Soporte reforzado para bandeja (cada 3m) Dimensiones: 200x54mm	43	7,41 €	318,63 €
5.3.3.8	Marca: Pemsa Modelo: RPLUS G.S. Soporte reforzado para bandeja (cada 3m) Dimensiones: 600x92mm	40	17,93 €	717,20 €
5.3.3.9	Mano de obra, incluso elementos necesarios para su montaje	15	22,50 €	337,50 €
SUBTOTAL				8.024,21 €



5.3.4 Tabla resumen capítulo III

SUBTOTAL	PRESUPUESTO TOTAL CAPÍTULO III	IMPORTE
5.3.1	CONDUCTORES	48.547,36 €
5.3.2	TUBOS	12.783,39 €
5.3.3	CANALIZACIONES	8.024,21 €
SUBTOTAL		68.354,96 €

5.4 CAPÍTULO IV: PUESTA A TIERRA

5.4.1 Puesta a tierra

PUESTA A TIERRA NAVE INDUSTRIAL				
Nº de orden	Denominación	Cantidad	Precio Ud	Importe
5.4.1.1	Marca: KLK Pica de acero recubierta de cobre de 2m de longitud y Ø14mm. Incluida soldadura aluminotérmica CADWEL a la red de tierra y otros accesorios.	6	16,19 €	97,14 €
5.4.1.2	Marca: KLK Arqueta de registro de instalación de tierra con tapa de registro de fundición de aluminio y dimensiones 210x210x48mm, recibida en hormigón HM-20-E-40-2B de espesor 25cm y 80cm de profundidad.	6	44,94 €	269,64 €
5.4.1.3	Red de tierra constituida con cable de cobre desnudo de 50 mm ²	229,60	6,95 €	1.595,72 €
5.4.1.4	Marca: KLK Grapa de aleación de cobre para la conexión de las picas con la red de tierra, (incluida tornillería inoxidable de acero).	6	8,34 €	50,04 €
5.4.1.5	Marca: Uriarte Modelo: CCST-50 Caja de seccionamiento de tierra con pletina de seccionamiento y bornes de conexión. (Incluidos accesorios)	1	25,87 €	25,87 €
5.4.1.6	Mano de obra, incluso elementos incluidos para su montaje	15	22,50 €	337,50 €
SUBTOTAL				2.375,91 €



5.5 CAPÍTULO V: EQUIPOS DE ALUMBRADO

5.5.1 Alumbrado interior

ALUMBRADO INTERIOR				
Nº de orden	Modelo	Cantidad	Precio Ud	Importe
5.5.1.1	Philips TCW060 2xTL5-28W HF	93	39,00 €	3.627,00 €
5.5.1.2	Philips TMX204 2xTL5-14W HFP +GMX555 MB	10	82,00 €	820,00 €
5.5.1.3	Philips TMX204 1xTL5-28W HFP +GMX555 MB	8	72,00 €	576,00 €
5.5.1.4	Philips TBS260 4xTL5-14W HFP P	15	175,00 €	2.625,00 €
5.5.1.5	Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF C3	38	73,00 €	2.774,00 €
5.5.1.6	Philips TBS165 K 4xTL5-14W HF M2	50	78,00 €	3.900,00 €
5.5.1.7	Philips MPK460 1xHPI-P250W-BU P-D635-NB	56	505,00 €	28.280,00 €
5.5.1.8	Mano de obra, incluso elementos necesarios para su montaje	25	22,50 €	562,50 €
SUBTOTAL				43.164,50 €

5.5.2 Alumbrado exterior

ALUMBRADO EXTERIOR				
Nº de orden	Modelo	Cantidad	Precio Ud	Importe
5.5.2.1	Philips SGP 340 SON-T150W K FG	19	289,00 €	5.491,00 €
5.5.2.2	Mano de obra, incluso elementos necesarios para su montaje	5	22,50 €	112,50 €
SUBTOTAL				5.603,50 €

5.5.3 Alumbrado de emergencia y señalización

ALUMBRADO DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN				
Nº de orden	Modelo	Cantidad	Precio Ud	Importe
5.5.3.1	Uriarte EF1-E	40	28,38 €	1.135,20 €
5.5.3.2	Uriarte EFIL-E	48	33,63 €	1.614,24 €
5.5.3.3	Mano de obra, incluso elementos necesarios para su montaje	7	22,50 €	157,50 €
SUBTOTAL				2.906,94 €

5.5.4 Tabla resumen capítulo V

SUBTOTAL	PRESUPUESTO TOTAL CAPÍTULO V	IMPORTE
5.5.1	ALUMBRADO INTERIOR	43.164,50 €
5.5.2	ALUMBRADO EXTERIOR	5.603,50 €
5.5.3	ALUMBRADO DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN	2.906,94 €
SUBTOTAL		51.674,94 €

5.6 CAPÍTULO VI: ELEMENTOS VARIOS

5.6.1 Tomas de corriente, bases, interruptores...

ELEMENTOS VARIOS				
Nº de orden	Denominación	Cantidad	Precio Ud	Importe
5.6.1.1	Marca: Legrand Modelo: Schuko Toma de corriente monofásicas (2P+T) de 16A empotrada	91	8,51 €	774,41 €
5.6.1.2	Marca: Legrand Modelo: Schuko Toma de corriente trifásica (3P+T) de 16A	10	18,39 €	183,90 €
5.6.1.3	Marca: Legrand Interruptor unipolar 10A	15	7,68 €	115,20 €
5.6.1.4	Marca: Legrand Conmutador 10A	10	8,87 €	88,70 €
5.6.1.5	Marca: Legrand Llave de cruce 10A	2	16,25 €	32,50 €
5.6.1.6	Marca: Legrand Pulsador 10A	6	21,56 €	129,36 €
5.6.1.7	Marca: Legrand Fotocélula 10A	1	40,20 €	40,20 €
5.6.1.8	Mano de obra, incluso elementos necesarios para su montaje	6	22,50 €	135,00 €
SUBTOTAL				1.499,27 €

5.7 CAPÍTULO VII: COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA

5.7.1 Batería de condensadores

BATERÍA DE CONDENSADORES				
Nº de orden	Denominación	Cantidad	Precio Ud	Importe
5.7.1.1	Marca: Cydesa Baterías de condensadores estándar ED 400V, 50Hz con regulador FPM de (12 escalones de 12,5KVAr)= 150KVAr fijado al suelo de Dimensiones: 1000x600x400mm	1	3.495 €	3.495 €
5.7.1.2	Mano de obra, incluso elementos necesarios para su montaje	2	22,50 €	45,00 €
SUBTOTAL				3.540 €

5.8 CAPÍTULO VIII: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

5.8.1 Obra civil

PREPARACIÓN DEL TERRENO				
Nº de orden	Denominación	Cantidad	Precio Ud	Importe
5.8.1.1	Preparación y acondicionamiento para la instalación del edificio prefabricado de Schneider EHC-3 dimensiones del foso para su colocación: 4500 mm de longitud, 3500 mm de anchura y una profundidad de 530 mm una vez colocado el lecho de arena de río lavada y nivelada de 150 mm y la losa de hormigón armado de 200 mm. Incluye la colocación de tubos de canalización y todos sus elementos, así como la mano de obra.	1	840 €	840 €
SUBTOTAL				840 €

5.8.2 Caseta del centro

CASETA PREFABRICADA QUE ALBERGA AL TRANSFORMADOR				
Nº de orden	Denominación	Cantidad	Precio Ud	Importe
5.8.2.1	Caseta prefabricada EHC-3 T1D, de la marca SCHNEIDER, con paneles que forman la envolvente, armadura de hormigón unidas entre sí y al colector de tierras. Se incluye tanto el precio de transporte como su montaje y accesorios.	1	7.123 €	7.123 €
SUBTOTAL				7.123 €



5.8.3 Transformador de potencia

TRANSFORMADOR				
Nº de orden	Denominación	Cantidad	Precio Ud	Importe
5.8.3.1	Transformador con potencia de 630KVA en baño de aceite, de hata 24KV MT/BT, de la marca SCHNEIDER, el lado de MT (primario) es de 20KV (13,2KV) y el de BT (secundario) de 420V en vacío con cuatro bornes (3 fases + neutro). Grupo de conexión Dyn11, tensión de cortocircuito 4%. Dimensiones del transformador: 1444 mm de largo, 959 mm de ancho y 1651 mm de alto, con un peso total de 1840 Kg. Se incluye tanto su transporte como su instalación.	1	13.175 €	13.175 €
SUBTOTAL				13.175 €

5.8.4 Aparamenta en media tensión

CELDA DEL TRANSFORMADOR				
Nº de orden	Denominación	Cantidad	Precio Ud	Importe
5.8.4.1	<u>CELDA DE LÍNEA (CML):</u> Celda de llegada de línea de la marca SCHNEIDER, Un=24KV, In=400A, de 375 mm de ancho por 1600 mm de alto y 940 mm de profundidad, y 120 Kg de peso. Dotada con un interruptor-seccionador (SF6), permite comunicar el embarrado de conjunto de las celdas con los cables, cortar la corriente asignada, seccionar esta unión o poner a tierra simultáneamente los tres bornes de los cables de MT. Se incluye el transporte, montaje y conexión.	1	2.085 €	2.085 €
5.8.4.2	<u>CELDA DE PROTECCIÓN CON FUSIBLES (CMP-F):</u> Celda de la marca SCHNEIDER, Un=24KV, In=400A, de 750 mm de ancho por 1600 mm de alto y 1038 mm de profundidad, y 200 Kg de peso. Protección mediante 3 fusibles limitadores de 24KV y de 40A a la salida del cable. Se incluye el transporte, montaje y conexión.	1	2.727 €	2.727 €
5.8.4.3	<u>CELDA DE MEDIDA (CMM):</u> Celda de medida de tensión e intensidad con entrada inferior y salida superior por barras laterales, de la marca SCHNEIDER, Un=24KV, In=400A, de 375 mm de ancho por 1600 mm de alto y 940 mm de profundidad, y 130 Kg de peso. Dispone de tres transformadores de tensión y otros tres de intensidad. Se incluye el transporte, montaje y conexión.	1	5.114 €	5.114 €
SUBTOTAL				9.926 €



5.8.5 Equipo de baja tensión del CT

CUADRO AUXILIAR Y CUADRO DE BT DEL CT				
Nº de orden	Denominación	Cantidad	Precio Ud	Importe
5.8.5.1	Armario de polyester Marca: Uriarte Modelo: Safybox Bres-54, con IP66, de 3 módulos, de medida: 500x400x200 mm con placa de montaje y puesta a tierra	1	250,82 €	250,82 €
5.8.5.2	Interruptor automático NS1000 Calibre: 1000A; Poder de corte: 50KA IV Polos; Curva C	1	8.984,79 €	8.984,79 €
5.8.5.3	Relé diferencial con toroidal RH197M Sensibilidad: 2A; IV Polos	1	824,89 €	824,89 €
5.8.5.4	Armario de polyester Marca: Uriarte Modelo: Safybox Bres-43, con IP66, de 2 módulos, de medida: 400x300x200 mm con placa de montaje y puesta a tierra	1	199,54 €	199,54 €
5.8.5.5	Interruptor diferencial iLD Clase AC Calibre 25A; Sensibilidad: 30mA; 4P	1	300,80 €	300,80 €
5.8.5.6	Interruptor automático iC60L Calibre: 10A; Poder de corte: 25KA IV Polos; Curva B	1	342,69 €	342,69 €
5.8.5.7	Philips TCW060 2xTL5-28W HF	3	39,00 €	117,00 €
5.8.5.8	Uriarte EF1-E	1	28,38 €	28,38 €
5.8.5.9	Marca: Legrand Modelo: Schuko Toma de corriente monofásicas (2P+T) de 16A superficial	1	8,51 €	8,51 €
5.8.5.10	Marca: Legrand Conmutador 10A	2	8,87 €	17,74 €
5.8.5.11	Mano de obra, incluso elementos necesarios para su montaje	9	22,50 €	202,50 €
SUBTOTAL				11.277,66 €



5.8.6 Puesta a tierra del CT

PUESTA A TIERRA DEL CT				
Nº de orden	Denominación	Cantidad	Precio Ud	Importe
5.8.6.1	Tierra de protección del CT describe un rectángulo de dimensiones 5x3m a 0,8 m de profundidad con conductor de cobre desnudo de 50 mm ² y 4 picas de acero recubiertas por cobre de Ø14mm y 2 m de longitud. Incluida línea de tierra inferior formada por conductor de cobre desnudo de 50 mm ² . Incluye arquetas de registro y caja de seccionamiento. Incluida soldadura aluminotérmica y otros elementos para conexión. En el precio se establece la mano de obra.	1	680 €	680 €
5.8.6.2	Puesta de tierra interior del CT: conjunto de conductores de cobre de 50 mm ² y conexionada a todas las partes metálicas (celdas, transformador, rejillas, herrajes, puertas, etc)	1	180,50 €	180,50 €
5.8.6.3	Tierra de servicio dispuesta en hilera con 4m de conductor de cobre desnudo de 50 mm ² que une a 2 picas de Ø14mm y 2 m de longitud separadas 2 metros entre sí, y enterradas verticalmente a 0,8 m de profundidad. Unido al los bornes del secundario del transformador gracias a un conductor de cobre desnudo de 50 mm ² . Se incluye arquetas de registro y caja de seccionamiento. Incluidos elementos de protección. En el precio se establece la mano de obra.	1	398,68 €	398,68 €
5.8.6.4	Punta de tipo Franklin de 5 m de altura para la protección ante descarga atmosférica de rayos de 10KA. En el precio se incluye su instalación.	1	728,32 €	728,32 €
SUBTOTAL				1.987,50 €

5.8.7 Tabla resumen capítulo VIII

SUBTOTAL	PRESUPUESTO TOTAL CAPÍTULO VIII	IMPORTE
5.8.1	OBRA CIVIL	840 €
5.8.2	CASETA DEL CENTRO	7.123 €
5.8.3	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	13.175 €
5.8.4	APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN	9.926 €
5.8.5	EQUIPO DE BAJA TENSIÓN DEL CT	11.277,66 €
5.8.6	PUESTA A TIERRA DEL CT	1.987,50 €
SUBTOTAL		44.329,16 €



5.9 CAPÍTULO IX: EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD

5.9.1 SEGURIDAD Y SALUD

SEGURIDAD Y SALUD				
Nº de orden	Denominación	Cantidad	Precio Ud	Importe
5.9.1	Casco de seguridad dieléctrico con pantalla para protección de descargas eléctricas, amortizable en 5 usos.	2	3,73 €	7,46 €
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	2	54,45 €	108,90 €
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.	2	3,14 €	6,28 €
5.9.6	Gafas antipolvo antiempañables, panorámicas, amortizables en 3 usos.	2	0,81 €	1,62 €
5.9.7	Cascos de protectores auditivos, con arnés a la nuca, amortizable en 3 usos. Certificado CE.	2	3,12 €	6,24 €
5.9.8	Juego de protecciones antirruído de silicona ajustables. Certificado CE.	4	1,41 €	5,64 €
5.9.9	Faja protección lumbar, amortizable en 4 usos. Certificado CE.	2	2,80 €	5,60 €



Instalación eléctrica en BT de una nave industrial con CT
Iñigo Berruezo Lizarbe
Presupuesto

Nº de orden	Denominación	Cantidad	Precio Ud	Importe
5.9.10	Chaleco de trabajo de poliéster-algodón, amortizable en un uso. Certificado CE.	2	13,50 €	27,00 €
5.9.11	Par de rodilleras ajustables, de protección ergonómica, amortizable en 3 usos. Certificado CE.	2	2,63 €	5,26 €
5.9.12	Cinturón portaherramientas amortizable en 4 usos.	1	5,89 €	5,89 €
5.9.13	Mono de trabajo, de una pieza de poliéster-algodón, amortizable en un uso. Certificado CE.	2	15,29 €	30,58 €
5.9.14	Par de guantes de uso general de lona y serraje. Certificado CE.	4	1,40 €	5,60 €
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.	2	9,32 €	18,64 €
5.9.16	Cinta balizamiento bicolor (blanco-roja) de material plástico, incluso colocación y desmontaje.	24	0,62 €	14,88 €
5.9.17	Lámpara portátil de mano, con cesto protector y mango aislante, amortizable en 3 usos.	1	3,45 €	3,45 €
5.9.18	Extinto 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				295,27 €



5.10 RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN

ORDEN	DESCRIPCIÓN	TOTAL (EUROS)
CAPÍTULO I	ACOMETIDA	2.950,78 €
CAPÍTULO II	PROTECCIONES	64.831,66 €
CAPÍTULO III	CONDUCTORES, TUBOS, CANALIZACIONES	68.354,96 €
CAPÍTULO IV	PUESTA A TIERRA	2.375,91 €
CAPÍTULO V	EQUIPOS DE ALUMBRADO	51.674,94 €
CAPÍTULO VI	ELEMENTOS VARIOS	1.499,27 €
CAPÍTULO VII	COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA	3.540,00 €
CAPÍTULO VIII	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	44.329,16 €
CAPÍTULO IX	EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD	295,27 €
TOTAL	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	239.851,95 €
	GASTOS GENERALES (5%)	11.992,60 €
	BENEFICIO ÍNTEGRO (10%)	23.985,20 €
	PRESUPUESTO EJ. POR CONTRATA SIN IVA	275.829,74 €
	HONORARIOS DEL PROYECTO (4%)	11.033,19 €
	HONORARIOS DIRECCIÓN DE OBRA (4%)	11.033,19 €
TOTAL	PRESUPUESTO TOTAL SIN IVA	297.896,12 €
	IVA (21%)	62.558,19 €
TOTAL	PRESUPUESTO TOTAL	360.454,31 €

El total del presente proyecto asciende a la cantidad de

“TRESCIENTOS SESENTA MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO EUROS CON TREINTA Y UNO CÉNTIMOS”

Pamplona, 20 de Junio de 2013.

Iñigo Berruezo Lizarbe



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

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

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Alumno: Iñigo Berruezo Lizarbe

Tutor: José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 20/06/2013



ÍNDICE:

6.1 INTRODUCCIÓN.....	4
6.1.1 Objeto.....	4
6.1.2 Ámbito de aplicación.....	5
6.2 CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.....	5
6.2.1 Autor del estudio básico de seguridad y salud	5
6.2.2 Datos de la obra	5
6.3 DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA.....	6
6.4.1 Actividad de obra.....	6
6.4.2 Trabajos en altura	7
6.4.3 Manipulación y transporte de materiales.....	8
6.4.4 Canalización de la línea.....	10
6.4.5 Instalación y montaje del CT.....	11
6.4.6 Colocación del cableado y luminarias	13
6.4.7 Instalación de tubos de canalización y arquetas	14
6.5 TRABAJOS ELÉCTRICOS.....	16
6.5.1 Riesgos asociados a esta actividad	16
6.5.2 Trabajos en instalaciones de baja tensión (BT).....	17
6.5.2.1 En tensión	17
6.5.2.2 Sin tensión	19
6.5.2.3 Trabajos en proximidad de instalaciones de BT.....	20
6.5.3 Equipos de protección individual (EPIs).....	21



Instalación eléctrica en BT de una nave industrial con CT
Iñigo Berruezo Lizarbe
Estudio de seguridad y salud

6.6 PLANES DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN	22
6.6.1 Medicina preventiva y primeros auxilios	22
6.6.2 Formación sobre seguridad.....	23



6.1 INTRODUCCIÓN

6.1.1 Objeto

El objeto de este estudio es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1197 del 24 de Octubre por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los diferentes riesgos laborales que puedan ser evitados, proponiendo las posibles medidas técnicas para ello; definiendo la relación de los riesgos que no pueden eliminarse especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a disminuir dichos riesgos.

El siguiente estudio de seguridad es básico, debido a que se cumplen las siguientes condiciones:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o inferior a 450.759 euros.
- Que la duración estimada de las obras e instalaciones sea inferior o igual a 30 días laborables, empleándose en algún momento como máximo 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea inferior a 500.

Este estudio de seguridad establece, durante la ejecución de los trabajos de la unidad de obra citada, las previsiones respecto a la prevención de riesgos y accidentes profesionales.

Así mismo, este estudio de seguridad pretende:

- Dar cumplimiento a la Ley 31/1995 de 8 de Noviembre de prevención de riesgos laborales en lo referente a la obligación de un empresario titular de un Centro de Trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.
- Recordar a las diferentes partes, promotor, contratista, etc., de sus obligaciones en materia de seguridad, comunicar a los diferentes organismos la existencia de esta obra, obtener las licencias necesarias, etc.

Basándose en este Estudio Básico de Seguridad, se elaborará un Plan de Seguridad y Salud, en el que tendrán en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato.



6.1.2 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.

6.2 CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

6.2.1 Autor del estudio básico de seguridad y salud

El autor del presente estudio básico de seguridades:

Nombre: Iñigo Berruezo Lizarbe
Domicilio: C/ Avenida baja Navarra 17, 3ºB
Dirección: 31300 Tafalla (Navarra)

6.2.2 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: Barasoain
Provincia: Navarra (España)
Polígono industrial: Txapardía
Nº de parcela: 593

Nº DE TRABAJADORES PREVISTOS SIMULTÁNEAMENTE:

Plantilla: 20 Trabajadores

PLAZO DE EJECUCIÓN TOTAL APROXIMADO:

Duración de ejecución: 30 Días laborables

INFRAESTRUCTURAS:

Se dispone de acceso rodado, abastecimiento de agua, saneamiento, etc.



6.3 DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA

DATOS DEL EMPLAZAMIENTO	
Acceso a la obra	Los propietarios del local
Edificaciones colindantes	Naves industriales (Acciona, Dinescón, etc..)
Suministro de energía eléctrica	Acometida individual (Iberdrola)
Suministro de agua	Acometida individual (Mancomunidad de Mairaga)
Sistema de saneamiento	El de la vivienda
Servidumbres y condicionantes	Saneamientos
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.

6.4 RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LAS ACTIVIDADES DE OBRA

6.4.1 Actividad de obra

Para la realización del presente proyecto de ejecución de obra, se tendrán en cuenta las siguientes unidades constructivas:

- Canalización de la línea
- Instalación y montaje del CT
- Manipulación y transporte de materiales
- Puesta en servicio en tensión



- Tendido de conductores en canalización subterránea y empotrada en obra
- Colocación del cableado y luminarias
- Instalación de tubos de canalización y arquetas
- Tendido y tensado de conductores
- Trabajos en altura
- Trabajos en centros de transformación
- Trabajos en tensión

6.4.2 Trabajos en altura

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes a la ejecución de trabajos en altura considerando como tal a todo aquel que se desarrolle a más de 2 metros de altura según el Real Decreto 1627/1997.

➤ Principales riesgos derivados:

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Desplomes.
- Cortes.
- Sobrecarga física.
- Contactos eléctricos.
- Carga física.

➤ Medidas preventivas a adoptar:

- Inspección del estado del terreno y del lugar de trabajo en altura, observando, pinchando y golpeando el apoyo o empujándolo perpendicularmente a la línea en caso de tratarse de trabajos en apoyos.
- Si el trabajo se realiza sobre un apoyo consolidación o arriostamiento del mismo en caso del mal estado, duda o modificación de sus condiciones de equilibrio (vg.: corte de conductores).
- Ascenso y descenso con medios y métodos seguros.
- Escaleras adecuadas y sujetas por su parte superior hasta 3,5 m
- Uso de sistemas anticaídas (línea de vida, cestas, barquillas, etc)
- Estancia en el lugar de trabajo en altura utilizando el arnés de seguridad con dos puntos de amarre o con línea de vida.



- Delimitar y señalizar la zona de trabajo.
- Llevar herramientas atadas a la muñeca.
- Cuerdas y poleas (si fuera necesario) para subir y bajar materiales.
- Evitar zona de posible caída de objetos.
- Interrupción de trabajos si así se considera por el Director de obra.
- Amarre escaleras de ganchos con cadena de cierre.
- Para trabajos en horizontal amarre de ambos extremos.
- Las propias de trabajos en proximidad (Distancias, Apantallamiento, Descargo...) si fueran necesarias.

➤ Protecciones individuales a utilizar (EPIs)

- Cinturón de seguridad (arnés) con sistema de seguridad y posicionamiento.
- Guantes de protección frente a riesgos mecánicos.
- Botas de seguridad o de trabajo.

6.4.3 Manipulación y transporte de materiales

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes al transporte de los materiales en el lugar de ejecución de la obra, tanto para las personas que están ejecutando la operación como para las que se encuentran en las proximidades.

➤ Principales riesgos derivados:

- Caída de personas al mismo nivel.
- Cortes.
- Caída de objetos.
- Desprendimientos, desplomes y derrumbes.
- Atrapamiento.
- Confinamiento.
- Condiciones ambientales y señalización.
- Sobrecarga física.



➤ Medidas preventivas a adoptar:

- Inspección del estado del terreno.
- Utilizar los pasos y vías existentes.
- Limitar la velocidad de los vehículos.
- Delimitación de puntos peligrosos (zanjas, pozos).
- Respetar zonas señalizadas y delimitadas.
- Exigir y mantener orden.
- Precaución en transporte de materiales.
- El responsable de las maniobras tomará las medidas oportunas para impedir el acceso de personas a la zona afectada por los trabajos.
- Se comprobará el correcto estado de todos los elementos necesarios para la operación, así como la adecuación de los medios de amarre y sustentación. Se prestará especial atención a la verificación de que los dispositivos de seguridad funcionan correctamente, así como la verificación de I.T.V. y seguro del vehículo.
- Siempre que sea factible, se aproximará el medio de transporte a la carga a manipular, utilizándolo con las menores cantidades posibles de pluma y cable desplegados, para evitar movimientos no deseados.
- La grúa se manejará preferentemente desde el lado opuesto al posible vuelco de la misma.
- Se comprobará la reacción de la máquina y el equilibrado de la carga, levantando ligeramente ésta del transporte o del suelo.
- No se realizarán maniobras más allá de los límites marcados en las instrucciones de la máquina.
- La manipulación de las cargas, se efectuará sin movimientos bruscos.
- El responsable de las maniobras vigilará constantemente el desplazamiento de la carga y que ésta no quede suspendida mientras la máquina está desatendida.

➤ Protecciones individuales a utilizar (EPIs)

- Guantes protección.
- Cascos de seguridad.
- Botas de seguridad.



6.4.4 Canalización de la línea

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes a la apertura de zanja y la canalización de una línea subterránea de BT, tanto para las personas que la llevan a cabo como para aquellas otras que se encuentran en las proximidades.

➤ Principales riesgos derivados:

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Desprendimientos, desplomes y derrumbes.
- Choques y golpes.
- Proyecciones.
- Explosiones.
- Electrocuciiones.
- Cortes.
- Sobrecarga física.
- Confinamiento y atrapamiento.
- Atropello.

➤ Medidas preventivas a adoptar:

- Conocimiento de las instalaciones mediante planos.
- Notificación a todo el personal de la obra, de los cruzamientos y paralelismos con otras líneas eléctricas de alta, media y baja tensión, así como canalizaciones de agua, gas y líquidos inflamables.
- Hacer uso correcto de las herramientas necesarias para la apertura de la zanja, tanto si son:
 - Manuales (picos, palas, etc.).
 - Mecánicas (perforador neumático).
 - Motorizadas (vehículos).
- Se debe entibar la zanja siempre que el terreno sea blando, comprobando el estado del terreno y entibado después de fuertes lluvias y cada vez que se reinicia el trabajo.



- Siempre que sea previsible el paso de peatones o vehículos junto al borde del corte se dispondrán vallas o palenques móviles que se iluminarán cada 10 m. con puntos de luz portátil y grado de protección no menor de IP-44 según UNE 20.324.
- En general las vallas o palenques acotarán no menos de 1 m, el paso de peatones y 2 m, el de vehículos.
- Se dispondrá en la obra, para proporcionar en cada caso el equipo indispensable al trabajador, de una provisión de palancas, cuñas, barras, puntales, tabloneros, que no se utilizarán para la entibación y se reservarán para equipo de salvamento, así como de otros medios que puedan servir para eventualidades o socorrer a los trabajadores que puedan accidentarse.
- En caso de entubado y hormigonado, señalar y delimitar la zona de trabajo a fin de evitar posibles accidentes.

➤ Protecciones individuales a utilizar (EPIs)

- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Gafas contra impactos.
- Protectores auditivos.

6.4.5 Instalación y montaje del CT

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes a los trabajos de instalación y montaje del CT una vez hecho el agujero y la cama de asiento del mismo, tanto para las personas que están ejecutando la operación como para las que se encuentran en las proximidades.

➤ Principales riesgos derivados:

- Desplome de la carga.
- Golpes, atrapamiento y aplastamiento durante la manipulación.
- Golpes y cortes con herramienta manual.
- Sobreesfuerzos.



➤ Medidas preventivas a adoptar:

- Antes de proceder a la elevación del CT, se debe revisar que los elementos de enganche se han anclado de manera correcta y son seguros.
- Se prohíbe el transporte de cargas suspendidas sobre las zonas en las que se encuentren los trabajadores.
- Deberá vigilarse que el eslingado de carga se encuentra acorde con el peso a elevar y que no se encuentra deteriorado.
- Si en el lugar de descarga y maniobra existiesen personas ajenas al trabajo, se debe limitar la zona impidiendo el paso de personas o circulación.
- Cuando existan tendidos eléctricos próximos a la obra, deberá respetarse la distancia mínima de seguridad.
- Debe haber operarios que desde el suelo dirijan la maniobra de los gruistas. Para ello deben encontrarse siempre visible al conductor y utilizar un código de símbolos claro y conocido por ambos.
- La carga siempre se manejará lo más cercana al suelo posible.
- Hasta que el CT no esté depositado al suelo perfectamente, la grúa que lo sujeta de la parte superior no lo soltará.
- Los trabajadores no deben encontrarse en el radio de acción de las grúas.
- Los movimientos deben ser despacio; no realizar maniobras imprevistas.
- El asentamiento de las grúas debe ser seguro para evitar contratiempos al elevar el depósito.
- El maniobrado para la descarga debe ser guiado por una persona desde el exterior.
- Para el montaje de equipos:
 - Los equipos se descargarán sobre un carro específico para trasladarlo hasta el borde de la entrada donde se la acoplarán unas ruedas especiales para el traslado hasta el punto de ubicación.
 - La carga se empuja con mucho cuidado para evitar que se desestabilice.
 - Nunca arrastrar equipos por el suelo aunque parezca liso.
 - Una vez en su sitio, se nivelará y con herramientas manuales en condiciones se asentará.



➤ Protecciones individuales a utilizar (EPIs)

- Casco de seguridad.
- Ropa de trabajo adecuada (monos).
- Calzado de seguridad.
- Fajas y muñequeras contra sobreesfuerzos.

6.4.6 Colocación del cableado y luminarias

Se definen y se establecen las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante los trabajos de instalación del cableado y luminarias en los báculos. Afecta a todos los trabajos de instalación de cableado y luminarias en la obra.

➤ Principales riesgos derivados:

- Caída de objetos en manipulación
- Golpes/Cortes por objetos y herramientas
- Sobreesfuerzos
- Caídas en altura
- Caídas al mismo nivel
- Contactos eléctricos

➤ Medidas preventivas a adoptar:

- Las escaleras de mano a utilizar serán del tipo tijera, dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura.
- Para la utilización de escalera se recomienda el seguimiento de las instrucciones de seguridad expuestas en los procedimientos correspondientes.
- Se prohíbe la formación de andamios utilizando escaleras de mano a modo de borriquetas.
- Para la utilización de andamios se recomienda el seguimiento de las instrucciones de seguridad expuestas en los procedimientos correspondientes.



- Se prohíbe, de manera general, la utilización de escaleras de mano o andamios en lugares con riesgo de caída desde altura durante los trabajos de electricidad, si antes no se han instalado las protecciones de seguridad adecuadas.
- La herramienta a utilizar por los electricistas instaladores estará protegida con material aislante normalizado contra los contactos con la energía eléctrica.
- Las herramientas de los instaladores eléctricos cuyo aislamiento esté deteriorado serán retiradas y sustituidas por otras en buen estado, de forma inmediata.
- Las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica serán anunciadas a todo el personal de la obra antes de ser iniciadas, para evitar accidentes.
- Antes de hacer entrar en carga a la instalación eléctrica, se hará una revisión en profundidad de las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes de los cuadros generales eléctricos directos o indirectos, de acuerdo con el reglamento electrotécnico de baja tensión.

➤ Protecciones individuales a utilizar (EPIs)

- Casco de seguridad aislante, de protección contra arco eléctrico, para la protección de la cabeza
- Pantalla de seguridad contra arco adaptable a casco, para la protección de la cara
- Botas de seguridad aislantes, con puntera y plantilla reforzada y suela antideslizante
- Guantes de trabajo
- Guantes aislantes para baja tensión
- Ropa de protección para el mal tiempo

6.4.7 Instalación de tubos de canalización y arquetas

Se definen y se establecen las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse en trabajo en que se vayan a instalar tubos de canalización y arquetas.

Afecta a todos los trabajos, en esta obra, que impliquen la instalación de este tipo de elementos.



➤ Principales riesgos derivados:

- Atrapamientos y golpes con partes móviles de maquinaria
- Atropellos
- Aplastamientos
- Caídas al mismo y a distinto nivel
- Contactos con energía eléctrica
- Cortes con objetos (herramientas manuales)
- Sobreesfuerzos
- Exposición a ruido

➤ Medidas preventivas a adoptar:

- Antes del inicio de los trabajos, se adoptarán las medidas de seguridad contempladas para interferencias con servicios afectados por las obras.
- La existencia de conductores eléctricos próximos a la zona de trabajo será señalizada con antelación al inicio de los trabajos.
- En zanjas próximas a conducciones de agua, se asegurarán estos para impedir su rotura.
- En trabajos próximos a conducciones de gas, se ejecutarán de forma que se impida su rotura, y con los medios necesarios para que en el caso de posibles escapes, no se ponga en peligro la vida de los trabajadores.
- Las características del terreno pueden verse alteradas por las condiciones climatológicas, debiendo ser vigiladas en especial después de las lluvias, nieve, hielo y deshielo.
- En caso de presencia de agua se procederá a su achique, bombeo o desvío de la corriente que la produzca, ya que puede dar lugar a desprendimientos.
- No se acopiarán materiales en zonas próximas al borde de las excavaciones.
- Se establecerá una distancia de seguridad desde la zanja, y se señalizará para el tráfico de maquinaria en sus proximidades.
- Toda la maquinaria cumplirá con sus medidas de protección específicas.



- Se evitará en lo posible la circulación de máquinas y vehículos en las proximidades de los bordes de excavación para evitar sobrecargas y efectos de vibraciones.
- En caso de concentración de personas se acompañará la marcha atrás de los vehículos con señales acústicas, siendo conveniente que ésta sea dirigida por un operario que se situará en el costado izquierdo del vehículo.

➤ Protecciones individuales a utilizar (EPIs)

- Casco de seguridad homologado
- Ropa de trabajo de protección contra el mal tiempo
- Botas de seguridad con puntera de acero
- Guantes de trabajo para descarga
- Mascarillas anti-polvo
- Protectores auditivos

6.5 TRABAJOS ELÉCTRICOS

Definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante la realización de trabajos eléctricos.

Afecta a la realización de trabajos eléctricos en cualquier situación o fase de obra en el presente proyecto.

6.5.1 Riesgos asociados a esta actividad

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas a distinto nivel



- Caídas al mismo nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Pisadas sobre objetos
- Choque contra objetos móviles/inmóviles
- Proyección de fragmentos o partículas
- Contactos eléctricos
- Exposición a radiaciones
- Explosiones
- Incendios

6.5.2 Trabajos en instalaciones de baja tensión (BT)

6.5.2.1 En tensión

- El responsable de los trabajos determinará en el propio lugar de trabajo, si en función de las medidas de seguridad previstas, puede realizarse el trabajo en tensión.
- Los trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados, siguiendo un procedimiento previamente estudiado. Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.
- Solamente las reposiciones de fusibles podrán ser realizadas por trabajadores autorizados cuando la maniobra del dispositivo portafusible conlleve la desconexión del fusible y el material de aquel ofrezca una protección completa contra los contactos directos y los efectos de un posible arco eléctrico (R.D.614/2001).
- Las personas que realicen el trabajo en tensión cumplirán las prescripciones siguientes:
 - * A nivel del suelo, colocarse sobre objetos aislantes (alfombra o banqueta aislante)
 - * Utilizar casco, guantes aislantes para BT y herramientas aisladas.



Instalación eléctrica en BT de una nave industrial con CT
Iñigo Berruezo Lizarbe
Estudio de seguridad y salud

- * Usar guantes de cuero de protección mecánica, sobre los guantes aislantes, en los trabajos en los que se prevea la posibilidad de arco eléctrico con desprendimiento de material fundido o posible perforación de los guantes aislantes.
 - * Utilizar pantalla facial con banda antirradiación adaptable al casco cuando exista riesgo particular de accidente ocular (arco eléctrico, cortocircuito).
 - * Utilizar ropas secas y llevar ropa de lluvia, en caso de lluvia. Las ropas no deben tener partes conductoras y cubrirán totalmente los brazos y las piernas. Los trabajadores no llevarán objetos conductores, tales como pulseras, relojes, cadenas que puedan contactar accidentalmente con elementos en tensión.
 - * Aislar, siempre que sea posible, los conductores o partes conductoras desnudas que estén en tensión, próximos al lugar de trabajo, incluido el neutro. El aislamiento se efectuará mediante fundas, telas vinílicas, capuchones, etc.
 - * La zona de trabajo deberá señalizarse y/o delimitarse adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otros trabajadores o personas ajenas penetren en dicha zona y accedan a elementos en tensión.
 - * Los trabajos se prohibirán o suspenderán en caso de tormenta, lluvia o vientos fuertes, nevadas, o cualquier otra condición ambiental desfavorable que dificulte la visibilidad, o la manipulación de las herramientas. Los trabajos en instalaciones Interiores directamente conectadas a líneas aéreas eléctricas deberán interrumpirse en caso de tormenta.
- Está prohibido realizar trabajos en tensión en los lugares en los que exista riesgo de incendio o explosión.
 - Además de las protecciones antes indicadas, será obligatorio el uso de arnés anticaídas y cinturón de seguridad para trabajos en alturas superiores a dos metros.



6.5.2.2 Sin tensión

- Antes de iniciar todo trabajo, se realizarán las operaciones siguientes:

* En el lugar de corte:

a) Apertura de los circuitos, a fin de aislar todas las fuentes de tensión que pueden alimentar la instalación en la que debe trabajarse. Esta apertura debe efectuarse en cada uno de los conductores, comprendiendo el neutro, y en los conductores de alumbrado público si los hubiere. Si existiesen redes de neutro en bucle, no se efectuará el corte y se comprobará en el punto de trabajo la ausencia de tensión en el mismo. Caso de existir tensión en el neutro es necesario abrir en el origen.

b) Bloquear, si es posible, y en posición de apertura, los aparatos de corte. En cualquier caso, colocar en el mando de estos aparatos una señalización de prohibición de maniobrarlo.

c) Verificación de la ausencia de tensión. La verificación se efectuará en cada uno de los conductores y en una zona lo más próxima posible al punto de corte.

* En el propio lugar de trabajo:

d) verificación de la ausencia de tensión.

e) Puesta en cortocircuito. En el caso de redes aéreas, una vez efectuada la verificación de ausencia de tensión, se procederá seguidamente a la puesta en cortocircuito. Dicha operación debe efectuarse lo más cerca posible del lugar de trabajo y en cada uno de los conductores sin tensión, incluyendo el neutro y los conductores de alumbrado público, si existieran. En el caso de redes conductoras aisladas, si la puesta en cortocircuito no puede efectuarse, debe procederse como si la red estuviera en tensión, en cuanto a protección personal se refiere.

f) Delimitar la zona de trabajo, señalizándola adecuadamente, cuando haya posibilidad de error en la identificación de la misma.

- Las operaciones y maniobras para dejar sin tensión una instalación de baja tensión, antes de iniciar el “trabajo sin tensión” y la reposición de la tensión, al finalizarlo, las realizarán trabajadores autorizados, según RD 614/2001.

- La manipulación de fusibles aéreos se hará, generalmente, previo corte y comprobación de ausencia de tensión a ambos lados del mismo.



6.5.2.3 Trabajos en proximidad de instalaciones de BT

- Antes de iniciar el trabajo en proximidad de elementos en tensión, un trabajador autorizado determinará la viabilidad del trabajo, adoptándose las medidas de seguridad necesarias para reducir al mínimo posible el número de elementos en tensión y las zonas de peligro de los elementos que permanezcan en tensión.

- Cuando los trabajos deban realizarse en la proximidad de partes conductoras desnudas en tensión pertenecientes a instalaciones de baja tensión y no sea posible dejarlas sin tensión, se adoptarán las medidas de protección siguientes, necesarias para garantizar la seguridad del personal:
 - * Delimitar perfectamente la zona de trabajo, señalizándola adecuadamente.

 - * Aislar las partes conductoras desnudas bajo tensión, dentro de la zona de trabajo, mediante pantallas, barreras, fundas, capuchones, telas vinílicas, cuyas características (mecánicas y eléctricas) y forma de instalación garanticen su eficacia protectora.. Si estas operaciones no se hacen con corte previo, debe actuarse como en un trabajo en tensión.

 - * Informar a los trabajadores directa o indirectamente implicados, de los riesgos existentes, la situación de los elementos en tensión, los límites de la zona de trabajo y cuantas precauciones y medidas de seguridad deban adoptar para no invadir la zona de peligro.

- Los metros y reglas empleados en la proximidad de partes desnudas en tensión o insuficientemente protegidas, deben ser de material no conductor.

- En el caso de trabajos en instalaciones de baja tensión próximas a otras de alta tensión, se seguirá lo establecido en el apartado “Trabajos en la proximidad de instalaciones de alta tensión en tensión”.



Reposición después del trabajo:

- Después de la ejecución del trabajo y antes de dar tensión a la instalación, deben efectuarse las operaciones siguientes:

* En el lugar del trabajo:

- a) Si el trabajo ha necesitado la participación de varias personas, el responsable del mismo las reunirá y notificará que se va a proceder a dar servicio.
- b) retirar las puestas en cortocircuito, si las hubiere.

* En el lugar del corte:

- c) Retirar el enclavamiento o bloqueo y/o señalización.
- d) Cerrar circuitos

6.5.3 Equipos de protección individual (EPIs)

Los equipos de protección personal a utilizar por estos operarios serán:

- Casco de seguridad para la protección de la cabeza, según norma UNE-EN 397.
- Pantalla facial de protección frente proyecciones por arco eléctrico con banda inactiva, adaptable al casco, según norma UNE-EN 166 A 172.
- Calzado de seguridad. Clase S3, según norma UNE-EN 345.
- Guantes de protección frente a riesgos mecánicos, según norma UNE-EN 388 y UNE-EN 420.
- Guantes aislantes para baja tensión. Clase 00, según norma UNE-EN 60903.
- Guantes aislantes para alta tensión. Clase 3, según norma UNE-EN 60903.
- Cinturón de seguridad con arnés anticaída.
- Ropa de trabajo adecuada a las condiciones ambientales.



Aunque no son como tales equipos de protección individual, enumeramos algunos equipos de trabajo de importancia, como pueden ser:

- Trepadores
- Banqueta y alfombra aislantes
- Verificadores de ausencia de tensión
- Pértigas aislantes para maniobras
- Dispositivos de puestas a tierra y en cortocircuito

6.6 PLANES DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN

6.6.1 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:

- **TAFALLA:** Centro de Salud (Ambulatorio)

Calle San Martín de Unx 11, 31300 Tafalla- 948 70 40 34

Distancia: 8 km



- **PAMPLONA:** Hospital Virgen del Camino

Calle Irunlarrea 4, 31008 Pamplona – 948 42 94 00

Distancia: 30 Km.

6.6.2 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.

Pamplona, Junio 2013.

Iñigo Berruezo Lizarbe



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

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

BIBLIOGRAFÍA Y PÁGINAS WEB

Alumno: Iñigo Berruezo Lizarbe

Tutor: José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 20/06/2013



ÍNDICE:

7.1 REGLAMENTO, NORMATIVAS Y LIBROS	2
7.2 PÁGINAS WEB DE EMPRESAS	3
7.2.1 Empresas de las que se han escogido los productos	3
7.2.2 Otras direcciones WEB de interés	5



7.1 REGLAMENTO, NORMATIVAS Y LIBROS

Para la realización del proyecto se han debido consultar los reglamentos, normativas y libros que se exponen a continuación:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Real decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002.
- Reglamento sobre 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 sobre Condiciones técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento sobre Acometidas Eléctricas. Colección de Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. Colección de Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Normas UNE y recomendaciones de UNESA que sean de aplicación.
- Normas tecnológicas de la edificación. Código Técnico de la edificación.
- Normas particulares de “Iberdrola distribución eléctrica”.
- Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría (UNESA).
- Instalaciones eléctricas de enlace y centros de transformación. Alberto Guerrero Fernandez. Ed. McGraw-Hill.



- Instalaciones eléctricas de alumbrado e industriales. Fernando Martinez Dominguez. Ed. Paraninfo.
- Instalaciones eléctricas en media y baja tensión. José García Trasanco. Ed. Paraninfo.
- Instalaciones eléctricas en baja tensión. Narciso Moreno Alfonso. Ed. Thomson.
- Libro de DIBUJO ELÉCTRICO, de Esquemas de Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión de José Javier Crespo Ganuza e Iñaki Ustarroz Irizar.
- Catálogo de lámparas y luminarias PHILIPS.
- Catálogos de Aparamenta de BT de SCHNEIDER: Interruptores automáticos, diferenciales, armarios, bases de corriente.

7.2 PÁGINAS WEB DE EMPRESAS

7.2.1 Empresas de las que se han escogido los productos

Las páginas Web de los distintos fabricantes de los que se han escogido los distintos elementos para realizar el presente proyecto son las siguientes:

- **RUBHIMA:** Calculo de la previsión de carga de las máquinas, así como sus dimensiones, etc....

<http://www.rubhima.com/>

- **PHILIPS:** Lámparas y luminarias para cualquier tipo de uso o local.

<http://www.lighting.philips.com/>



- **PRYSMIAN:** Cables eléctricos de baja, media y alta tensión para todo tipo de aplicaciones.

<http://www.prysmian.es/>

- **SCHNEIDER:** Aparataje: interruptores automáticos magnetotérmicos, interruptores automáticos diferenciales, transformador de potencia, caseta prefabricada del CT,...

<http://www.schneider-electric.com/>

- **PEMSA:** Sistemas de bandeja metálica para cables con tapas, y tubos para canalizaciones de conductores.

<http://www.pemsa-rejiband.com/>

- **LEGRAND:** Interruptores, conmutadores, llaves de cruce, tomas de corriente...

<http://www.legrand.es/>

- **VOLTIUM:** Catálogo multimarca del sector eléctrico, con información sobre las normativas y reglamentos del mundo de la instalación.

<http://www.voltium.com/>

- **CYDESA:** Batería de condensadores.

<http://www.cydesa.com/>

- **URIARTE:** Luminarias de emergencia y señalización, armarios de distribución.

<http://www.uriarte.net/>

- **KLK ELECTRO MATERIALES:** Picas para la puesta a tierra y arquetas.

<http://www.klk.es/>



- **INGESCO:** Pararrayos punta franklin.

<http://www.ingesco.com/>

7.2.2 Otras direcciones WEB de interés

- **UNESA:** Asociación Española de la Industria Eléctrica.

<http://www.unesa.es/>

- **IBERDROLA:** Genera, distribuye y comercializa electricidad y gas natural.

<http://www.iberdrola.es/>

7.2.3. Otras páginas de interés

<http://www.todoexpertos.com/>

<http://www.soloingenieria.net/>

Pamplona, Junio 2013.

Iñigo Berruezo Lizarbe