



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN NAVE INDUSTRIAL CON  
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Mikel Goñi Jusue

José Valdenebro García

Pamplona, 06/09/2012



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN NAVE INDUSTRIAL CON  
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

MEMORIA

Mikel Goñi Jusue

José Valdenebro García

Pamplona, 06/09/2012

## ÍNDICE MEMORIA

<b>1.1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
1.1.1. OBJETO DEL PROYECTO.....	5
1.1.2. SITUACIÓN.....	5
1.1.3. DESCRIPCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LA NAVE.....	5
1.1.4. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD.....	6
1.1.5. SUMINISTRO DE ENERGÍA.....	7
1.1.6. PREVISIÓN DE CARGAS.....	8
1.1.7. DISTRIBUCIÓN DE LOS CUADROS.....	9
1.1.8. NORMATIVA.....	10
<b>1.2. ESQUEMAS DE DISTRIBUCION.....</b>	<b>11</b>
1.2.1. ESQUEMA DE DISTRIBUCION ESCOGIDO.....	13
<b>1.3. ALUMBRADO.....</b>	<b>13</b>
1.3.1. INTRODUCCIÓN.....	13
1.3.2. CONCEPTOS LUMINOTÉCNICOS.....	14
1.3.3. PROCESO DE CÁLCULO.....	17
1.3.3.1. ILUMINACIÓN INTERIOR.....	18
1.3.3.2. ALUMBRADO EXTERIOR.....	19
1.3.3.3. ALUMBRADOS ESPECIALES: ALUMBRADO DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN.....	19
1.3.4. ACCIONAMIENTO DE LUMINARIAS.....	23
<b>1.4. DISTRIBUCIÓN INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.....</b>	<b>24</b>
1.4.1. INTRODUCCIÓN.....	24
1.4.2. FACTORES PARA EL CÁLCULO DE CABLES.....	24
1.4.2.1. CRITERIO TÉRMICO.....	24
1.4.2.2. CAÍDA DE TENSIÓN Y PÉRDIDA DE POTENCIA.....	25
1.4.3. PRESCRIPCIONES GENERALES.....	26
1.4.3.1. INTRODUCCIÓN.....	26
1.4.3.2. NATURALEZA DE LOS CONDUCTORES.....	26
1.4.3.2.1. CONDUCTORES ACTIVOS.....	27
1.4.3.2.2. CONDUCTOR NEUTRO.....	27
1.4.3.2.3. CONDUCTORES DE PROTECCIÓN.....	28
1.4.4. SISTEMAS DE CANALIZACIÓN.....	29
1.4.4.1. CANALIZACIONES.....	29
1.4.4.2. TUBOS PROTECTORES.....	30

<b>1.4.5. RECEPTORES.....</b>	<b>32</b>
1.4.5.1. INTRODUCCIÓN.....	32
1.4.5.2. RECEPTORES PARA ALUMBRADO.....	32
1.4.5.3. RECEPTORES A MOTOR.....	33
<b>1.4.6. TOMAS DE CORRIENTE.....</b>	<b>33</b>
1.4.6.1. INTRODUCCIÓN.....	33
1.4.6.2. TIPOS DE TOMAS DE CORRIENTE.....	33
1.4.6.3. SITUACIÓN Y NÚMERO DE TOMAS DE CORRIENTE.....	34
<b>1.4.7. PROCESO PARA EL CÁLCULO DE LAS SECCIONES.....</b>	<b>35</b>
1.4.7.1. CÁLCULO DE LA INTENSIDAD.....	35
1.4.7.2. CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN.....	36
<b>1.4.8. SOLUCIONES ADOPTADAS.....</b>	<b>38</b>
1.4.8.1. CONDUCTORES.....	38
<b>1.4.9. CANALIZACIONES.....</b>	<b>39</b>
<b>1.5. PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN.....</b>	<b>40</b>
1.5.1. INTRODUCCIÓN.....	40
1.5.2. CONCEPTOS BÁSICOS.....	41
1.5.3. PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	41
1.5.3.1. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS.....	42
1.5.3.2. PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS.....	43
1.5.3.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS CORTOCIRCUITOS....	43
1.5.3.2.2. CONSECUENCIAS DE LOS CORTOCIRCUITOS.....	44
1.5.3.3. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.....	44
1.5.3.3.1. CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO MÁXIMA.....	44
1.5.3.3.2. CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO MÍNIMA.....	45
1.5.3.4. CÁLCULO DE LAS IMPEDANCIAS.....	47
1.5.3.4.1. IMPEDANCIA DIRECTA ( $Z_d$ ).....	47
1.5.3.4.2. IMPEDANCIA DE LA LINEA DE MT/AT ( $Z_a$ ).....	47
1.5.3.4.3. IMPEDANCIA DEL TRANSFORMADOR DE	
DISTRIBUCIÓN.....	47
1.5.3.4.4. IMPEDANCIA DE LOS CONDUCTORES.....	48
1.5.3.4.5. IMPEDANCIA DE LOS AUTOMATISMOS.....	48
1.5.3.4.6. IMPEDANCIA DIRECTA MÁXIMA.....	48
1.5.3.4.7. IMPEDANCIA HOMOPOLAR.....	49
1.5.4. PROTECCIÓN DE LAS PERSONAS.....	49



1.5.4.1. PROTECCION CONTRA CONTACTOS DIRECTOS.....	50
1.5.4.2. PROTECCION CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.....	51
1.5.5. SOLUCIÓN ADOPTADA.....	52
1.5.5.1. CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN.....	53
1.5.5.2. CUADRO AUXILIAR 1.....	57
1.5.5.3. CUADRO AUXILIAR 2.....	59
1.5.5.4. CUADRO AUXILIAR 3.....	60
1.5.5.5. CUADRO AUXILIAR 4.....	62
1.5.5.6. CUADRO AUXILIAR 5.....	64
1.5.5.7. CUADRO AUXILIAR 6.....	66
1.5.5.8. CUADRO AUXILIAR 7.....	70
1.5.5.9. CUADRO AUXILIAR 8.....	72
<b>1.6. POTENCIA A COMPENSAR.....</b>	<b>74</b>
<b>1.7. PUESTAS A TIERRA.....</b>	<b>75</b>
1.7.1. INTRODUCCIÓN.....	75
1.7.2. OBJETIVO DE LA PUESTA A TIERRA.....	76
1.7.3. PARTES DE LA PUESTA A TIERRA.....	77
1.7.3.1. EL TERRENO.....	77
1.7.3.2. LAS TOMAS DE TIERRA.....	77
1.7.3.2.1. ELECTRODO.....	78
1.7.3.2.2. LÍNEA CON ENLACE A TIERRA.....	78
1.7.3.2.3. PUNTO DE PUESTA A TIERRA.....	79
1.7.3.3. LA LÍNEA PRINCIPAL DE TIERRA.....	79
1.7.3.4. LAS DERIVACIONES DE LAS LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA.....	79
1.7.3.5. LOS CONDUCTORES DE PROTECCIÓN.....	79
1.7.4. ELEMENTOS A CONECTAR A LA TOMA DE TIERRA.....	80
1.7.5. SOLUCIÓN ADOPTADA.....	80
<b>1.8. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....</b>	<b>81</b>
1.8.1. INTRODUCCIÓN.....	81
1.8.2. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES.....	81
1.8.3. TIPOS DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	81
1.8.3.1. DE RED PÚBLICA.....	81
1.8.3.2. DE ABONADO.....	82
1.8.4. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.....	82
1.8.5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL C.T.....	82
1.8.6. CARACTERÍSTICAS DE LAS CELDAS.....	83
1.8.7. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	83
1.8.7.1. OBRA CIVIL.....	83
1.8.7.1.1. LOCAL.....	83
1.8.7.1.2. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS.....	83
1.8.8. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	86

1.8.8.1. INTRODUCCIÓN.....	86
1.8.8.2. CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN...	86
1.8.8.3. CARACTERÍSTICA DE LA APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN.....	87
1.8.8.4. CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LAS CELDAS Y C.T.....	89
1.8.8.5. CUADRO AUXILIAR DE BT DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	92
1.8.8.6. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....	92
1.8.8.7. INSTANCIAS.....	93
1.8.9. APARATOS DE MEDIA TENSIÓN.....	93
1.8.10. AISLAMIENTO.....	93
1.8.11. INSTALACIONES SECUNDARIAS EN EL C.T.....	94
1.9. RESUMEN DEL PRESUPUESTO TOTAL DE LA INSTALACIÓN.....	95

## **1.1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1.1. OBJETO DEL PROYECTO**

En dicho punto se va a describir la Instalación eléctrica en Baja Tensión de una nave industrial dedicada a la fabricación de cremalleras para las direcciones de los automoviles.

La instalación eléctrica constará de:

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

### **1.1.2. SITUACIÓN**

La nave se encuentra en la localidad de Orkoien, en el polígono industrial Arazuri-Orkoien calle/C en la comarca de Pamplona (Navarra).

### **1.1.3. DESCRIPCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LA NAVE**

El recinto tiene una superficie aproximada de 2438 m<sup>2</sup>, consta de: la propia nave en donde se realizará la actividad, una caseta dedicada al centro de transformación, una zona para aparcamiento de vehículos y otra zona para los camiones que traen la materia prima o que llegan para llevarse el producto terminado.

La nave industrial tiene una zona de producción y otra zona destinada a vestuarios y oficinas.

<b>ZONA</b>	<b>SUPERFICIE (m<sup>2</sup>)</b>
Taller	1086,61
Área de descanso	32,16
Almacén de herr. y mantenim.	32,5
Aseo femenino ofic.	16,01

Aseo masculino ofic.	16,01
Despacho 1	25,20
Despacho 2	21,42
Sala de reuniones	44,73
Laboratorio	38,40
Pasillo de oficinas	23,68
C.G.D.	10,49
Vestuario femenino	24,12
Aseo femenino	40,87
Vestuario masculino	23,45
Aseo masculino	42,21
Pasillo vestuarios	45,88

Distribución de alturas:

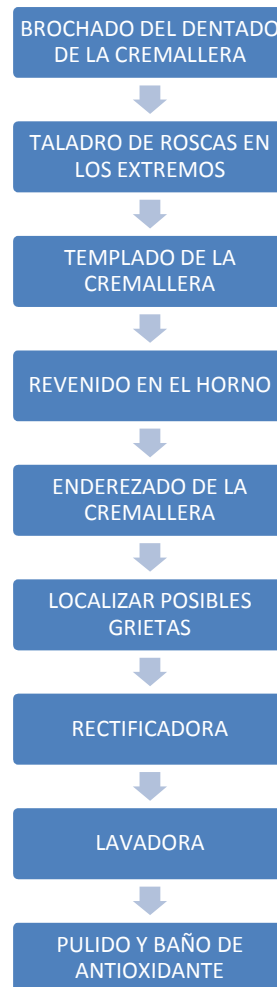
- La altura de las naves es de 9,5m en cumbrera y 6m hasta las vigas delta.
- La altura del almacén de herramientas y mantenimiento y zona de vestuarios es de 4m.
- La altura desde el suelo hasta el falso techo en la zona de oficinas y área de descanso es de 2,85 m.

#### 1.1.4. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

La nave industrial que se prevé construir será una fábrica destinada a la fabricación de cremalleras para las direcciones de los automóviles.

Consistirá en una línea de producción que se divide en varias zonas de trabajo.

A continuación se describe de forma esquemática las fases necesarias para la fabricación de las cremalleras.



### 1.1.5. SUMINISTRO DE ENERGÍA

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

La empresa suministradora (Iberdrola) se compromete, previo acuerdo, a facilitar e instalar una línea aérea hasta el Centro de Transformación.

### 1.1.6. PREVISIÓN DE CARGAS

Descripción	Potencia (W)
Brocha 1	23500
Brocha 2	23500
Taladro	15000
Temple	117000
Horno	165000
Enderezadora	15000
C.G.M.	17000
Rectificadora	45000
Lavadora	6000
Pulidora	12000
Puente Grúa	6000
Puerta de Nave	750
TC trifásicas	30000
TC monofásicas	37700
<b>TOTAL</b>	<b>513450</b>

Alumbrado	Potencia (W)
Alumbrado interior	15698
Alumbrado exterior	1750
Alumbrado de emergencia	270
<b>TOTAL</b>	<b>17718</b>

<b>POTENCIA TOTAL INSTALADA</b>	<b>531168W</b>
-------------------------------------	----------------

### 1.1.7. DISTRIBUCIÓN DE LOS CUADROS

La instalación se compone de un cuadro general y 8 cuadros secundarios.

- **Cuadro general:** Está situado en un lateral de la nave, se accede desde el taller.
- **Cuadro auxiliar I:** Situado en la zona de producción, contiene los elementos de protección de las líneas que alimentan la brocha 1, brocha 2, taladro, tc monofásica y tc trifásica.
- **Cuadro auxiliar II:** Situado en la zona de producción, contiene los elementos de protección de las líneas que alimentan el temple, tc monofásica y tc trifásica.
- **Cuadro auxiliar III:** Situado en la zona de producción, contiene los elementos de protección de las líneas que alimentan el horno, tc monofásica y tc trifásica.
- **Cuadro auxiliar IV:** Situado en la zona de producción, contiene los elementos de protección de las líneas que alimentan la enderezadora, CGM, rectificadora, tc monofásica y tc trifásica.
- **Cuadro auxiliar V:** Situado en la zona de producción, contiene los elementos de protección de las líneas que alimentan la lavadora, pulidora, puente grúa, puerta de nave, tc monofásica y tc trifásica.
- **Cuadro auxiliar VI:** Situado en la zona de producción, contiene los elementos de protección de las líneas que alimentan, el alumbrado del taller, el alumbrado de emergencia del taller, alumbrado exterior, alumbrado C.G.D., tc monofásica y tc trifásica.
- **Cuadro auxiliar VII:** Situado en el acceso a las oficinas desde el taller, contiene los elementos de protección de las líneas que alimentan el alumbrado de la zona de oficinas, el alumbrado de emergencia de las oficinas y tc monofásica.
- **Cuadro auxiliar VIII:** Situado en el acceso a la zona de vestuarios desde el taller, contiene los elementos de protección de las líneas que alimentan el alumbrado de la zona de vestuarios, el alumbrado de emergencia de los vestuarios, el alumbrado del área de descanso, el alumbrado del almacén de herramientas y tc monofásica.

### 1.1.8. NORMATIVA

La realización del proyecto y la ejecución de las instalaciones se efectuaran de acuerdo con la normativa vigente, la cual se detalla a continuación:

- Reglamento electrotécnico para Baja Tensión, que fue aprobado por el consejo de Ministros, reflejado en el Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002 y publicado en el BOE N°.224 de fecha 18 de septiembre de 2002.
- Reglamento sobre centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación. Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre.
- 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. Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre.
- Reglamento de verificaciones eléctricas y regularidad en el suministro de energía eléctrica. Real Decreto de 12 de Marzo de 1954.
- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía. Decreto 3151/1968 de 28 de Noviembre.
- Reglamento sobre Acometidas Eléctricas. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía. Real Decreto 2949/1982 de 15 de Octubre.
- Normas Tecnológicas de la Edificación, Instalaciones: IEB: Baja tensión; IEI: Alumbrado interior; IEP: Puesta a tierra.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Anexo IV: Reglamento de iluminación en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre. Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales.
- NBE-CPI/96: condiciones de Protección contra Incendios en los Edificios, aprobada por el Real Decreto 2177/1996, de 4 de octubre, y publicada en el BOE el día 29 de octubre de 1996.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de “Iberdrola distribución eléctrica S.A.”
- Ley de prevención de riesgos laborales. Real Decreto 31/1995, de 8 de noviembre.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de riesgos laborales. Real Decreto 1267/1997 sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.



## 1.2. ESQUEMAS DE DISTRIBUCION

A continuación se describen aquellos aspectos más significativos que deben reunir los sistemas de protección en función de los distintos esquemas de conexión de la instalación:

### **Esquema TT:**

En los esquemas TT el neutro o compensador se conecta directamente a tierra. La masa de la instalación receptora está conectada a una toma de tierra separada a 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.

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.

La corriente de fallo está fuertemente limitada por la impedancia de las tomas de tierra, pero puede generar una tensión de contacto peligrosa. La corriente de fallo es generalmente demasiado débil como para requerir protecciones contra sobreintensidades, por lo que se eliminará preferentemente mediante un dispositivo de corriente diferencial residual.

En caso de fallo del aislamiento de un receptor, la corriente de fallo circula por el circuito llamado bucle de fallo, constituido por la impedancia del fallo en la masa del receptor, la conexión de dicha masa al conductor de protección, el propio conductor de protección y su puesta a tierra; el bucle se cierra con las bobinas del transformador y el circuito de alimentación. Se cumplirá la siguiente condición:

$$RA \times I_a = U$$

**RA:** Es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

**Ia:** Es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.

**U:** Es la tensión de contacto límite convencional (50, 24V u otras, según los casos). En el esquema TT, se utilizan los dispositivos de protección siguientes:

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

**Esquema TN:**

Los esquemas TN tienen un punto de la 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.

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 o establecimiento.

Las características de los dispositivos de protección y las secciones de los conductores se eligen de manera que, si se produce en un lugar cualquiera un fallo, de impedancia despreciable, entre un conductor de fase y el conductor de protección o una masa, el corte automático se efectúe en un tiempo igual, como máximo, al valor especificado, y se cumpla la condición siguiente:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

**Z<sub>s</sub>:** Es la impedancia del bucle de detecto, incluyendo la de la fuente, la del conductor activo hasta el punto de defecto y la del conductor de protección, desde el punto de defecto hasta la fuente.

**I<sub>a</sub>:** Es la corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de corte automático en un tiempo como máximo igual al definido en la tabla 1 para tensión nominal igual a U<sub>0</sub>. En caso de utilización de un dispositivo de corriente diferencial-residual, la es la corriente diferencial asignada.

**U<sub>0</sub>:** es la tensión nominal entre fase y tierra, valor eficaz en corriente alterna.

U <sub>0</sub> (V)	Tiempo de interrupción
230	0,4
400	0,2
>400	0,1

Existen tres tipos diferentes de esquemas TN que se distinguen según la disposición relativa del conductor neutro y del conductor de protección:

- Esquemas TN-S: El conductor neutro y el de protección son distintos en todo el esquema.
- Esquema TN-C: Las funciones de neutro y protección están combinadas en un solo conductor en todo el esquema.
- Esquema TN-C-S: Las funciones de neutro y protección están combinadas en un solo conductor en una parte del esquema.

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

### **Esquema IT:**

En el esquema IT, la alimentación de la instalación está aislada de tierra, o conectada a ella con una impedancia  $Z$  elevada. Esta conexión se lleva a cabo generalmente en el punto neutro o en un punto neutro artificial. Las masas de la instalación están interconectadas y conectadas a tierra. En caso de fallo del aislamiento, la impedancia del bucle de fallo es elevada (viene determinada por la capacidad de la instalación con respecto a tierra o por la impedancia  $Z$ ). En el primer fallo, el incremento de potencial de las masas permanece limitado y sin peligro. La interrupción no es necesaria y la continuidad está asegurada, pero debe buscarse y eliminarse el fallo para lograr un servicio competente. Con ese objeto, un controlador permanente de aislamiento (CPA) vigila el estado de aislamiento de la instalación. Si al primer fallo no eliminado se añade un segundo, se transforma en cortocircuito, el cual deberá ser eliminado por los dispositivos de protección contra sobrecorrientes.

### **1.2.1. ESQUEMA DE DISTRIBUCION ESCOGIDO**

El esquema de distribución elegido para distribuir las líneas que alimentan todas las máquinas de la Nave Industrial, es el esquema TT. La solución más segura sería elegir el esquema IT, pero debido a los problemas que presenta a la hora de realizar un cambio o ampliación a la instalación nos hace desechar esta opción.

Por otro lado el esquema TN al ser tan parecido al esquema TT, y este último ser el más utilizado en este tipo de instalaciones, ha sido el motivo que nos ha decantado para elegir este esquema de distribución. Las ventajas que este esquema tiene en lo que respecta a su mantenimiento, ampliaciones futuras y seguridad contra incendios aconseja su empleo en este tipo de instalaciones. También la ventaja del régimen TT es que la seguridad de la instalación está en función de la resistencia de utilización, la del usuario ( $R_u$ ), es decir, la podemos vigilar y controlar, la seguridad está en nuestras manos, bajo nuestra responsabilidad.

## **1.3. ALUMBRADO**

### **1.3.1. INTRODUCCIÓN**

El objeto de todo alumbrado artificial, es complementar la luz natural o en su defecto reemplazarla, para que se pueda continuar con la actividad a realizar, durante las horas donde la luz diurna es insuficiente o inexistente en lugares cubiertos donde se desarrollen actividades laborales, docentes, deportivas y recreativas.

En el caso del alumbrado industrial, la iluminación es un factor de productividad y rendimiento, y con el que conseguimos aumentar la seguridad laboral.

A la hora de proyectar nuestra instalación debemos considerar:

- a) La intensidad de iluminación: debemos suministrar una cantidad de luz que sea suficiente para crear unas buenas condiciones de visibilidad.
- b) La distribución espacial de la luz, que comprende la combinación de la luz difusa y luz dirigida, el ángulo de incidencia, la distribución de las luminarias, la medida de la homogeneidad y el grado de deslumbramiento.
- c) Utilización de fuentes luminosas que aseguren, para cada caso una satisfactoria distribución de los colores.
- d) Utilización de los aparatos adecuados para cada tipo de local.

### 1.3.2. CONCEPTOS LUMINOTÉCNICOS

Para la realización del proyecto es necesario tener en cuenta una serie de conceptos básicos sobre luminotecnía, estos son:

- Flujo radiante ( $\Phi$ ): Se define como la potencia emitida, transportada o recibida, en forma de radiación. La unidad del flujo radiante es el vatio (W).
- Flujo luminoso ( $\Phi_v$ ): Es la magnitud que deriva del flujo radiante al evaluar su acción sobre el observador. Es la energía luminosa emitida por unidad de tiempo. La unidad del flujo luminoso es el Lúmen (Lm).
- Lumen: Es el flujo luminoso emitido por un foco puntual de una Candela de intensidad sobre una porción esférica de un metro cuadrado a la distancia de un metro que corresponde a un ángulo sólido de un estereo-radián.
- Angulo sólido ( $w$ ): Se define por el volumen formado por la superficie lateral de un cono cuyo vértice coincide con el centro de una esfera de radio  $r$ , y cuya base se encuentra situada sobre la superficie de la esfera, si el radio es un metro y la superficie de la base del cono es un metro cuadrado, el ángulo sólido vale un estereo-radián.

$$W = \frac{S}{r^2}$$

$$\Phi_v = I \times w$$

siendo:

$w$ : ángulo sólido.

$S$ : superficie de la base del cono.

$r$ : radio de la base del cono.

$I$ : intensidad lumínica.

$\Phi_v$  : flujo luminoso.

- Energía radiante ( $Q_e$ ): Es la energía emitida, transportada o recibida en forma de radiación. La unidad es el Julio (J).
- Cantidad de luz ( $Q_v$ ): Es la energía en función del tiempo del flujo luminoso, durante una duración dada de tiempo. Las unidades son: Lúmen por segundo ( $Lm \cdot sg$ ) o Lúmen por hora ( $Lm \cdot hora$ ).
- Intensidad luminosa (I): Es el flujo emitido en una dirección dada, por unidad de ángulo sólido. La unidad es la Candela (Cd).
- Candela (Cd): Se define como la intensidad luminosa en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia  $540 \cdot 10^{12}$  Hz y cuya intensidad radiante en esa dirección es  $1/683$  w\* estereo-radián.
- Distancia luminosa: Conjunto de la intensidad luminosa de una lámpara en todas direcciones.
- Iluminancia (E): Es el flujo luminoso recibido por unidad de superficie. Es el cociente entre el flujo luminoso recibido por un elemento de la superficie que contiene al punto y el área de dicho elemento. La unidad es el Lux (Lx).

$$E = \frac{\Phi_v}{S}$$

- Lux (Lx): Se define como la iluminancia producida por un flujo de un lumen que se distribuye uniformemente sobre una superficie de un metro cuadrado.

$$1 \text{Lux} = \frac{1 \text{Lm}}{1 \text{m}^2}$$

- Luminancia: Es la intensidad luminosa en una dirección dada por unidad de superficie aparente iluminada. Su unidad es  $Cd \cdot m^2$
- Rendimiento luminoso o eficacia luminosa: Es la relación entre el flujo emitido por la fuente y la potencia empleada para obtener tal flujo, con ella se puede evaluar el ahorro de energía que puede dar una lámpara con respecto a otra. Su unidad de medida es el lumen por vatio ( $Lm/ W$ ).

Valores indicativos del rendimiento luminoso de algunos tipos de lámpara son:

Incandescentes (1-2000W): 8- 20 Lm/ W

Incandescentes con halogenuros (3-10000W): 18- 22 Lm/ W

Fluorescentes tubulares (4-250W): 40- 93 Lm/ W

Fluorescentes compactas (5-36W): 50- 82 Lm/ W

Vapor de mercurio (50-2000W): 40- 58 Lm/ W

Halogenuros metálicos (75-3500W): 60- 95 Lm/ W

Sodio a alta presión (50-1000W): 66- 130 Lm/ W

Sodio a baja presión (18-180W): 100- 183 Lm/ W

- Temperatura del 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 un elemento cuantitativo.

La Comisión Electrónica Internacional (CEI) con fines prácticos de aplicación ha sugerido la siguiente clasificación, en cuanto a correspondencia entre la apariencia de color y la temperatura de color de las lámparas:

- Blanco cálido: 3000 K
- Blanco: 3500K
- Blanco frío: 4200 K
- Luz día: 6500 K

Ejemplos de distintas temperaturas de color:

Incandescentes: 2600-2800 K

Incandescentes con halogenuros: 3000 K

Fluorescentes tubulares: 2600-6500 K

Fluorescentes compactas: 2700 K

Vapor de mercurio: 4000-4500 K

Halogenuros metálicos : 4800-6500 K

Sodio a alta presión: 2100 K

Sodio a baja presión: 1800 K

Existe una relación entre la temperatura de color y el nivel de iluminación de una determinada instalación de forma que para tener una sensación visual confortable, a bajas iluminaciones le deben corresponder lámparas con una baja temperatura de color y a altas iluminaciones, lámparas con una temperatura de color elevada.

– Reproducción cromática: Es la capacidad de una fuente de luz de reproducir los colores. Se expresa por un número comprendido entre 0 y 100. Una fuente de luz con  $R_a = 100$ , muestra todos los colores correctamente. Cuanto menor es el índice, peor es la reproducción cromática.

Para estimar la calidad de reproducción cromática de una fuente de luz, se establece la siguiente escala de valores:  $R_a < 50$  rendimiento bajo; entre 50 y 80 rendimiento moderado; entre 80 y 90 bueno y entre 90 y 100 rendimiento excelente.

### 1.3.3. PROCESO DE CÁLCULO

Para el cálculo de la iluminación se ha utilizado el programa informático de cálculo Dialux 4.10. A continuación se expone el procedimiento de cálculo.

Para comenzar introducimos en el programa los siguientes datos:

- Nivel de luxes recomendados (extraídos de tablas de libros especializados) para la actividad a desarrollar.
- Dimensiones de la zona a iluminar.
- Índice de reflexión de techo, paredes y suelo.
- Factor de mantenimiento.
- Tipo de luminaria y lámpara con sus características (lúmenes, distribución de la iluminación...). Utilizamos el catálogo de PHILIPS.

Con estos datos el programa realiza los cálculos y propone una solución, en la cual expone el número de luxes que hay en toda la superficie de la zona a estudio a la altura del plano útil, el número de luminarias a colocar, el lugar de colocación de éstas en el plano... El programa permite hacer ajustes sobre estas cuestiones. En este caso se han elegido las luminarias y el número de éstas que aparecen en la tabla anterior y su colocación aparece detallada en los planos de iluminación.

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

En la siguiente tabla se exponen los resultados de la iluminación de las distintas zonas, calculadas con el programa Dialux:

**1.3.3.1. ILUMINACIÓN INTERIOR**

Local	Luminaria	Número	Potencia (W)
Zona de producción	Philips HPK888 P-WB 1xSON400W PR AC	24	9600
Sala de reuniones	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000	12	840
Aseos masc. oficinas	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000	2	140
Aseos fem. oficinas	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000	2	140
Despacho 1	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000	6	420
Despacho 2	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000	6	420
Laboratorio	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000	12	840
Pasillo de oficinas	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000	3	210
Área de descanso	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000	6	420
Aseo femenino	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000	6	420
Vestuario fem.	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000	6	420
Aseo masc.	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000	6	420
Vestuario masc.	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000	6	420
Pasillo de vestuarios	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000	6	420
Almacén de herramientas y mant.	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000	6	420
C.G.D.	Philips TCS097 2xTL-D18W HFP O	4	152



### 1.3.3.2. ALUMBRADO EXTERIOR

Para la iluminación exterior no se ha usado el programa, se han elegido unas luminarias indicadas para exterior y se colocarán a lo largo de todo el perímetro de la nave para proporcionar visibilidad suficiente durante la noche. Se instalarán a 4 metros de altura sobre el suelo y a una distancia de 14 metros entre ellas.

Se ha elegido el proyector Philips SNF 300- MASTER HPI-T PLUS de 250 W.

	Nº de luminarias	Potencia unidad (W)	Potencia total (W)
Exterior	7	250	1750

### 1.3.3.3. ALUMBRADOS ESPECIALES: ALUMBRADO DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN

Las instalaciones especiales destinadas a alumbrados especiales tienen por objeto asegurar, aún faltando el alumbrado general, la iluminación en los locales y el acceso hasta las salidas, para una eventual evacuación de público o iluminar otros puntos que señalen.

Se distinguen 2 tipos de alumbrado especial: de emergencia y de señalización.

#### • Alumbrado de señalización

El alumbrado de señalización se instala para funcionar de un modo continuo durante determinados periodos de tiempo. Debe señalar de modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de los locales durante todo el periodo que permanezca con personas. Deberá estar alimentado, al menos por dos suministros, sean ellos normales, complementario o procedente de fuente propia de energía eléctrica admitida.

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

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

#### • Alumbrado de emergencia

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

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

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

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

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

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

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

- La iluminancia mínima será de 5 lux
- El flujo luminoso mínimo será de 30 lúmenes
- La separación mínima será de  $h$ ; siendo  $h$  la altura de ubicación comprendida entre 2 y 2.5 metros.

Criterio de ubicación de las luminarias de emergencia:

- En todas las puertas de las salidas de emergencia
- Cerca de las escaleras para que todos los escalones queden iluminados
- Cerca de los cambios de nivel del suelo
- Para iluminar todas las salidas obligatorias y señales de seguridad
- Cerca de todos los cambios de dirección
- Cerca de todas las intersecciones en los pasillos
- Cerca de los equipos de extinción de fuego así como de puntos de alarma
- En el exterior de los edificios junto a las salidas
- Cerca de los puestos de socorro
- En ascensores y montacargas
- En todos los aseos y servicios
- Salas de generadores de motores y salas de control

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

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

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

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

Justificación de los tipos de lámparas y luminarias empleadas:

En el mercado actual existen aparatos que proporcionan en un mismo soporte, los alumbrados de emergencia y señalización. Como esta solución está permitida, es la que se utilizará en este proyecto.

En concreto, se utilizarán luminarias de la marca LEGRAND serie U21. Estas luminarias disponen de varias referencias las cuales varían en cuanto a lúmenes proporcionados, autonomía, potencia de las lámparas, índices de protección y tipo de acumuladores de carga. Las características principales de estas lámparas se pueden consultar en el catálogo del fabricante.

Las lámparas se colocarán a diferentes alturas dependiendo del local donde se vayan a instalar.

Así, en el área de oficinas, vestuarios, recibidor, los almacenes y el taller de mantenimiento se colocarán justo encima de los marcos de las puertas o similar, a una altura de 2,30 metros.

En los locales con grandes alturas como es el caso de la zona de producción, se colocarán a una altura superior, a 3,5 metros del suelo, ya que tienen que iluminar un área mayor.

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

Local	Luminaria	Flujo por lámpara (Lm)	Cobertura de la lámpara (m <sup>2</sup> )	Nº de lámparas	Potencia lumin. (W)	Potencia total (W)
Zona de producción	-Ref.61707	310	62	18	6	108
Sala de reuniones	-Ref.661701 -Ref.61705	70 155	14 31	1 + 1	6	12
Aseos masc. oficinas	-Ref.661701	70	14	1	6	6
Aseos fem. oficinas	-Ref.661701	70	14	1	6	6
Despacho 1	-Ref.61705	155	31	1	6	6
Despacho 2	-Ref.61705	155	31	1	6	6
Laboratorio	-Ref.61706	210	42	1	6	6
Pasillo de oficinas	-Ref.661701	70	14	3	6	18

Área de descanso	-Ref.61706	210	42	1	6	6
Aseo femenino	-Ref.661701	70	14	1	6	6
Vestuario fem.	-Ref.661701	70	14	3	6	18
Aseo masc.	-Ref.661701 -Ref.61705	70 155	14 31	1 + 1	6	12
Vestuario masc.	-Ref.661701	70	14	3	6	18
Pasillo de vestuarios	-Ref.61705	155	31	2	6	12
Almacén de herramientas y mant.	-Ref.61706	210	42	1	6	6
C.G.D.	-Ref.661701	70	14	1	6	6

La tabla se ha obtenido mediante los cálculos realizados en el apartado pertinente del documento nº 2 : “Cálculos”.

### 1.3.4. ACCIONAMIENTO DE LUMINARIAS

Mediante el accionamiento de los interruptores instalados al lado del cuadro de alumbrado situado en el cuadro auxiliar 6, se activan las luminarias del taller y del exterior.

Para las oficinas, áreas de descanso, vestuarios y el almacén de herramientas mediante interruptores colocados a la entrada de cada sala.

## **1.4. DISTRIBUCIÓN INTERIOR DE LA INSTALACIÓN**

### **1.4.1. INTRODUCCIÓN**

Se define la instalación de enlace, como el conjunto de conductores y elementos de tipo eléctrico, que establecen la conexión entre la red de distribución pública y las instalaciones interiores.

Se llaman líneas interiores a las instalaciones llevadas a cabo en el interior de los edificios. Comprenden en este caso, desde el punto de conexión con el transformador hasta los aparatos receptores.

La conducción eléctrica del centro de transformación a los distintos receptores de la instalación se va a realizar en baja tensión, para ello se emplearán tensiones normalizadas como indica el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Emplearemos por lo tanto corriente alterna trifásica 400 / 230 V.

Los conductores de corriente eléctrica deben calcularse de modo que tengan la resistencia mecánica suficiente para las conducciones de la línea y además no sufran calentamientos excesivos, así como una caída de tensión en el propio conductor dentro de los límites establecidos en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Los cables no presentarán empalmes y su sección será uniforme. Los conductores a utilizar serán de cobre o aluminio, aislados y normalmente unipolares.

### **1.4.2. FACTORES PARA EL CÁLCULO DE CABLES**

El cálculo de las líneas de distribución se calculan mediante dos criterios:

1. Criterio térmico ( Intensidad máxima admisible del conductor).
2. Criterio de la caída de tensión.

#### **1.4.2.1. CRITERIO TÉRMICO**

Si por un conductor cuya resistencia es “R” ohmios, circula una intensidad de “I” amperios, se eleva su temperatura hasta que el calor transmitido por la corriente al conductor, se iguala al calor cedido por el conductor al ambiente en igual tiempo; según la ley de Joule, la cantidad de calorías recibidas en un segundo son:

$$Q = 0,24 \times I_2 \times R \text{ Calorías}$$

Partiendo de esta fórmula y teniendo en cuenta que las calorías cedidas dependen de la temperatura del conductor respecto del ambiente que la rodea, a su superficie, al material que forma su aislante, etc. Se demuestra que el aumento de temperatura es directamente proporcional al cuadrado de la intensidad (considerando despreciables las variaciones de la resistencia con la temperatura).

$$\Delta T = \left(\frac{I}{I_n}\right)^2 \times \Delta T_n$$

Donde:

$\Delta T$ : incremento admisible de la temperatura.

$\Delta T_n$ : incremento de la temperatura en condiciones normales.

$I_n$ : intensidad nominal en condiciones normales.

$I$ : intensidad admisible.

El calor que adquiere un conductor, lo va cediendo a través del medio que le rodea (aislamiento, tubo, pared, aire, etc.), produciéndose un equilibrio entre el calor que recibe por el paso de la corriente y el que desprende hacia el exterior.

$$Q = M \times C \times \Delta T$$

Si la intensidad crece, el calor producido por el paso de la corriente crece también. Al cabo de un periodo transitorio, el calor cedido al exterior será igual al producido por el paso de intensidad, por lo tanto si la intensidad es elevada, la temperatura del conductor es elevada, con el peligro de deterioro de los aislantes por no estar diseñados para soportar esas temperaturas (con el riesgo de provocar cortocircuitos).

Por lo tanto, para cada sección de los conductores existe un límite de carga en amperios que no debe sobrepasarse, que se corresponde con la temperatura máxima admisible que puede soportar esa sección del conductor sin que la instalación corra riesgos.

La tabla 1 de la ITC-BT-19 nos indica las intensidades admisibles y para líneas subterráneas (acometida) se seguirán las tablas de la ITC-BT-07 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

En las ITCs correspondientes vendrán también los factores de corrección a utilizar para realizar dichos cálculos.

#### 1.4.2.2. CAÍDA DE TENSIÓN Y PÉRDIDA DE POTENCIA

Una vez calculada la sección de acuerdo con la intensidad que ha de circular. Hay que calcularla también con el criterio de caída de tensión, para asegurarnos de que la caída de tensión producida en el conductor es menor del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para fuerza. Se utilizarán las siguientes fórmulas, dependiendo del tipo de red que tengamos:

Monofásica:

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

Trifásica:

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

Siendo:

U: caída de tensión en voltios

L: longitud de la línea en metros

In: intensidad nominal de la línea en amperios

Cos $\varphi$ : factor de potencia

C: conductividad del material del conductor (56 para el cobre)

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

Una vez obtenida la sección por ambos métodos (criterio térmico y criterio de caída de tensión), se elegirá la mayor sección de las dos. Teniendo en cuenta que alguna de estas secciones pueden verse modificadas al calcularse en el correspondiente capítulo el  $t_{mincc}$ .

### 1.4.3. PRESCRIPCIONES GENERALES (ITC-BT 19)

#### 1.4.3.1. INTRODUCCIÓN

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



### 1.4.3.2. NATURALEZA DE LOS CONDUCTORES

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

#### 1.4.3.2.1. 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.

La sección de los conductores será tal que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 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 de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente.

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente para una temperatura ambiente del aire de 40° C y para distintos métodos de instalación, agrupamientos y tipos de cable, están señaladas la tabla 1 de la instrucción ITC BT 19 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

#### 1.4.3.2.2. CONDUCTOR NEUTRO

En la instrucción ITC-BT 07, se establecen las secciones mínimas del conductor neutro en función de la sección de los conductores de fase, para Redes Subterráneas en Baja Tensión.

Los cables podrán ser de uno o más conductores y de tensión no inferior a 0,6/1 kV. La sección de estos conductores será la adecuada a las intensidades y caídas de tensión previstas y, en todo caso, esta sección no será inferior a 6 mm<sup>2</sup> para conductores de cobre y a 16 mm<sup>2</sup> para los de aluminio.

En lo que afecta al presente proyecto, en las líneas a dos (fase y neutro) o tres conductores, el conductor neutro tendrá una sección igual a la del conductor de fase. En las distribuciones a 4 hilos (tres fases y neutro), se establece con la tabla 7.1 de la ITC-BT 07 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

Conductores Fase (mm <sup>2</sup> )	Sección Neutro (mm <sup>2</sup> )
6 (Cu)	6

10 (Cu)	10
16 (Cu)	10
16 (Al)	16
25	16
35	16
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

En lo referente a la ITC-BT-19 indica que en instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases.

#### 1.4.3.2.3. CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

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

Secciones de los conductores de fase (mm <sup>2</sup> )	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S / 2$
- Con un mínimo de 2.5 mm <sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica. - Con un mínimo de 4 mm <sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica.	

Cuando la sección de los conductores de fase o polares sea superior a 35 mm<sup>2</sup>, se puede admitir para los conductores de protección, unas secciones menores que las que resulten de la aplicación de las tablas pero por lo menos iguales a 16 mm<sup>2</sup>.

Los conductores de protección irán bajo los mismos tubos que los conductores de fase y las conexiones se realizarán por medio de empalmes, por piezas de conexión de apriete por rosca o por medio de uniones soldadas sin el empleo de ácido.

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.

La instalación deberá presentar una resistencia de aislamiento por lo menos igual a  $1000 \times U$  ohmios, siendo  $U$  la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de 250000 ohmios.

La rigidez dieléctrica de una instalación, ha de ser tal, que desconectados los aparatos de utilización, resista durante un minuto una prueba de tensión de  $2U + 1000$  voltios a frecuencia industrial, siendo  $U$  la tensión máxima de servicio expresada en voltios y con un mínimo de 1500 V.

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

Las conexiones en ningún caso se realizarán por medio de simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá de realizarse siempre utilizando bornes de conexión o regletas de conexión. Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres.

#### **1.4.4. SISTEMAS DE CANALIZACIÓN**

##### **1.4.4.1. CANALIZACIONES**

Para poder llevar la corriente eléctrica por los cables es necesario el uso de canalizaciones a lo largo de la nave, por ello se debe encontrar la solución más idónea para garantizar el suministro y la seguridad de la instalación

En el mercado hay muchos sistemas de instalación de los conductores para una canalización fija. Algunas de estas variantes son: conductores desnudos colocados sobre aisladores, conductores aislados colocados sobre aisladores, conductores aislados bajo molduras, conductores aislados fijados directamente sobre las paredes, conductores aislados sobre bandejas (de escalera, perforadas, soportes), etc.

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

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

#### 1.4.4.2. TUBOS PROTECTORES

Hay muchas clases de tubos, dependiendo de las necesidades que tengamos. Algunas de estas son: Tubos metálicos rígidos blindados, tubos metálicos rígidos blindados con aislamiento interior, tubos aislantes rígidos normales curvos, tubos aislantes flexibles normales, tubo PVC rígido, etc.

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

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

Tanto el diámetro de los tubos como el número de conductores que deben pasar por cada uno están largamente especificados en las tablas de la instrucción ITC BT 21 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Para la colocación de las canalizaciones **bajo tubos protectores** se tendrá que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinadas únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o

derivación.

- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener.
- En ningún caso se permitirá la unión de conductores como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta las posibilidades de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

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

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

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

- El aislamiento del cable ha de ser tal que asegure en su parte conductora una continuidad eléctrica duradera. Normalmente el aislamiento del cable se determina con los picos de

tensión que este tiene que soportar en cualquier momento.

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

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

#### **1.4.5. RECEPTORES (ITC-BT-43)**

##### **1.4.5.1. INTRODUCCIÓN**

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

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase del local, emplazamiento, utilización, etc.), teniendo en cuenta los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación, necesarias para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos. Soportarán la influencia de los agentes externos a que estén sometidos en servicio, por ejemplo, polvo, humedad, gases y vapores.

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

##### **1.4.5.2. RECEPTORES PARA ALUMBRADO (ITC-BT-44)**

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

- Serán accionadas por interruptores, previstos para cargas inductivas o, en defecto de esta característica, tendrá una capacidad de corte no inferior a dos veces la intensidad del receptor o grupo de receptores.
- Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de la lámpara. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.
- En el caso de lámparas fluorescentes, será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,90.

### **1.4.5.3. RECEPTORES A MOTOR (ITC-BT-47)**

Según indica el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, en su Instrucción 47, las secciones mínimas que deben tener los conductores de conexión de los motores, con objeto de que no se produzca en ellos un calentamiento excesivo serán las siguientes:

- Un solo motor

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor.

- Varios motores

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

### **1.4.6. TOMAS DE CORRIENTE**

#### **1.4.6.1. INTRODUCCIÓN**

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

#### **1.4.6.2. TIPOS DE TOMAS DE CORRIENTE**

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

- Tomas de corriente monofásicas de 16 A á 230 V. (2P+T).

- Tomas de corriente trifásicas de 32 A á 400 V. (4P+T).

### 1.4.6.3. SITUACIÓN Y NÚMERO DE TOMAS DE CORRIENTE

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

- Zona de Producción:

5 tomas de corriente trifásicas de 32 A á 400 V. (4P+T)  
12 tomas de corriente monofásica de 16 A á 230 V. (2P+T)

- C.G.D:

2 tomas de corriente monofásica de 16 A á 230 V. (2P+T)  
1 toma de corriente trifásicas de 32 A á 400 V. (4P+T)

- Zona de oficinas:

- Pasillo de oficinas:

2 tomas de corriente monofásica de 16 A á 230 V. (2P+T)

- Sala de reuniones:

6 tomas de corriente monofásica de 16 A á 230 V. (2P+T)

- Despacho 1:

3 tomas de corriente monofásica de 16 A á 230 V. (2P+T)

- Despacho 2:

4 tomas de corriente monofásica de 16 A á 230 V. (2P+T)

- Laboratorio:

8 tomas de corriente monofásica de 16 A á 230 V. (2P+T)

- Aseo masculino:



1 toma de corriente monofásica de 16 A á 230 V. (2P+T)

- Aseo femenino:

1 toma de corriente monofásica de 16 A á 230 V. (2P+T)

- Zona de vestuarios:

- Vestuario Femenino:

2 tomas de corriente monofásica de 16 A á 230 V. (2P+T)

- Aseo Femenino:

2 tomas de corriente monofásica de 16 A á 230 V. (2P+T)

- Vestuario Masculino:

2 tomas de corriente monofásica de 16 A á 230 V. (2P+T)

- Aseo Masculino:

1 toma de corriente monofásica de 16 A á 230 V. (2P+T)

- Pasillo de vestuarios:

2 tomas de corriente monofásica de 16 A á 230 V. (2P+T)

- Área de descanso:

3 tomas de corriente trifásicas de 16 A á 230 V. (4P+T)

- Almacén de herramientas:

5 tomas de corriente monofásica de 16 á 230 V. (2P+T)

## **1.4.7. PROCESO PARA EL CÁLCULO DE LAS SECCIONES**

### **1.4.7.1. CÁLCULO DE LA INTENSIDAD**

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:

Se necesitan los siguientes datos de partida:

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

En primer lugar se calcula la intensidad de cada receptor

- Monofásica: 
$$I_n = \frac{P}{V \times \cos\varphi}$$

- Trifásica: 
$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$

Dónde:

- I: Intensidad en A.
- P: Previsión de potencia del receptor en W.
- V: Tensión de la línea que le suministra en V. En este caso 230/400V.
- 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, 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.

#### 1.4.7.2. 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 más 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, ITCBT-07 si es subterránea o en la ITC-BT-19 si es una instalación interior.

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

- Criterio de caída de tensión:

Se basa en la caída de tensión que se produce desde el punto de suministro de la línea hasta el último punto de carga. 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.

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

- Monofásica: 
$$S = \frac{2LI_n \cos\varphi}{\Delta V \gamma}$$

- Trifásica: 
$$S = \frac{\sqrt{3}LI_n \cos\varphi}{\Delta V \gamma}$$

Siendo:

U: caída de tensión en voltios

L: longitud de la línea en metros

In: intensidad nominal de la línea en amperios

Cosφ: factor de potencia

γ: conductividad del material del conductor (56 para el cobre)

S: sección del cable en  $mm^2$

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 las ITC's correspondientes. El tipo de instalación y los conductores se detallan en el documento cálculos.

## 1.4.8. SOLUCIONES ADOPTADAS

### 1.4.8.1. CONDUCTORES

- RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN, (para la acometida).  
 Conductor: cobre recocido flexible clase 5  
 Aislamiento: polietileno reticulado (XLPE)  
 Cubierta: Mezcla especial cero halógenos, tipo AFUMEX Z1.

T<sup>a</sup> de servicio:  
Servicio permanente: 90°C  
Cortocircuito: 250°C

- RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN, (interior de la Nave Industrial).

Conductor: cobre recocido flexible clase 5  
Aislamiento: polietileno reticulado (XLPE)  
Cubierta: PVC

T<sup>a</sup> de servicio:  
Servicio permanente: 90°C  
Cortocircuito: 250°C

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

Las secciones adoptadas, se justifican en el documento Cálculos del presente proyecto, tanto por lo que se refiere a intensidades admisibles como a caídas de tensión.

#### 1.4.9. CANALIZACIONES

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

- Línea general de alimentación:

La línea general de alimentación partirá desde el centro de transformación (cuadro de baja tensión) hasta el cuadro general de distribución en el interior de la nave, situado a 60 metros. Irá enterrado a 0.7 m de profundidad. Se realizará una zanja de 40x70cm. Con arena lavada debajo del tubo y relleno de tierra excavada. Se llevarán tres fases y neutro, constituida cada una de las fases por tres conductores unipolares de 300 mm<sup>2</sup> y el neutro por tres cables unipolares de 150mm<sup>2</sup> (ITC-07). Los cables de cada fase irán dispuestos en trébol y separados entre sí d=0,25 m.

- Canalización general:

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

- Derivaciones:

En la zona de producción, la derivación de esta canalización a las diferentes máquinas, iluminación y alumbrado de emergencia se realizará a través de bandeja portacables de malla de acero galvanizado de 200 mm de ancho y 35 mm de alto, Esta bandeja irá rodeando las diferentes zonas de la empresa, a una altura de 4 metros (los cables irán por la bandeja sin tubo protector), cuando lleguen a cada punto, bajarán mediante tubos en montaje superficial..

La canalización de la zona de oficinas se realizará a través de tubos de PVC que irá a través de falso techo, por catas y/o empotrado en la pared.

La canalización de la zona de vestuarios, área de descanso, alumbrado exterior y el almacén de herramientas se realizará a través de tubos en montaje superficial.

Para el alumbrado exterior se realizara bajo tubo grapado a la fachada de la nave.

TIPO DE TUBO	LONGITUD (m)
Tubo de PVC flexible de Ø 16 mm.	40
Tubo de PVC flexible de Ø 20 mm.	390
Tubo de acero flexible galvanizado de Ø 20 mm.	81

## 1.5. PROTECCIONES EN BAJA TENSION

### 1.5.1. INTRODUCCIÓN

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

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

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

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

### 1.5.2. CONCEPTOS BÁSICOS

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

**Interruptor diferencial:** es un dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones eléctricas con el fin de proteger a las personas de las derivaciones causadas por faltas 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 predeterminado.

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

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

### 1.5.3. PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN

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

Cuando se disponen varios interruptores en serie, generalmente se requiere que estos sean selectivos. La selectividad es la coordinación de dispositivos de corte automático para que un defecto, producido en un punto cualquiera de la red, sea eliminado por el interruptor colocado inmediatamente aguas arriba del defecto, y solo por él. La selectividad de las protecciones es un elemento esencial que debe ser tomado en cuenta desde el momento de la concepción de una instalación en baja tensión, con el fin de garantizar a los usuarios la mejor disponibilidad de la energía. La selectividad es importante en todas las

instalaciones para el confort de los usuarios, pero fundamentalmente solo se encuentra en las instalaciones que alimentan los procesos industriales de fabricación. Un dispositivo de protección se considera selectivo cuando solamente dispara el interruptor inmediatamente anterior al punto defectuoso, tomando como base el sentido de flujo de la energía. En caso de fallar el interruptor, tiene que actuar otro de orden superior.

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

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

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

### 1.5.3.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS

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

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

Debe instalarse un dispositivo que asegure 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 etc.....



Según la **ITC-BT 22** del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, lo dispositivos de protección contra sobrecargas serán **fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o interruptores automáticos de corte omnipolar con curva térmica de corte.**

### 1.5.3.2 PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS

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

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

#### 1.5.3.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS CORTOCIRCUITOS

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

Desde otro punto de vista, los cortocircuitos pueden ser: monofásicos: 80% de los casos, bifásicos: 15% de los casos. Los de este tipo, suelen degenerar en trifásicos, trifásicos: de origen, sólo el 5% de los casos.

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, admite como dispositivo de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

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

Los dispositivos de protección deben ser previstos para interrumpir toda la corriente del cortocircuito en los conductores, antes que ésta pueda causar daños como consecuencia

de los efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones. Todo dispositivo que asegure la protección contra cortocircuito debe responder a las dos siguientes **condiciones**:

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

#### 1.5.3.2.2. CONSECUENCIAS DE LOS CORTOCIRCUITOS

Depende de la naturaleza y duración de los defectos, del punto de la instalación afectado y de la magnitud de la intensidad.

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

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

Según **el circuito afectado**, pueden presentarse:

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

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

Para la correcta aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20.460 se deberá aplicar lo indicado en la tabla 1 de la ITC BT 22, del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

#### 1.5.3.3. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

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

##### 1.5.3.3.1. CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO MÁXIMA

Estas corrientes corresponden a un cortocircuito en los bornes de salida del dispositivo de protección, considerando la configuración de la red y al tipo de cortocircuito

de mayor aporte. En general, en las instalaciones de baja tensión el tipo de cortocircuito de mayor aporte es el trifásico.

Estas corrientes se utilizan para determinar:

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

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

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

$$I_{ccmax} = \frac{U_s}{\sqrt{3} \times Z_d} \qquad I_{ccmax} = \frac{U_s \times C}{2 \times Z_d}$$

Donde:

**I<sub>cc</sub>** = corriente de cortocircuito eficaz en A.

**C** = Variación de tensión. Su valor para instalaciones de baja tensión, a 230/400 V es de 1.

**U<sub>s</sub>** = tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.

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

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

$$PDC \geq I_{ccmax}$$

Siendo PDC el poder de corte de los interruptores magnetotérmicos que escogeremos.

### 1.5.3.3.2. CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO MÍNIMA

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

Estas corrientes se utilizan para determinar:

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

Esta corriente se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I_{ccmin} = \frac{U_s \times C \times \sqrt{3}}{|2Z_d + Z_0|}$$

Donde:

**I<sub>cc</sub>** = corriente de cortocircuito eficaz en A.

**C** = Variación de tensión. Su valor para instalaciones de baja tensión, a 230/400 V es de 0,95.

**U<sub>s</sub>** = tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.

**Z<sub>d nueva</sub>** = impedancia directa en Ω, teniendo en cuenta la temperatura de cortocircuito que es de 250°C.

**Z<sub>0</sub>** = impedancia homopolar en Ω.

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

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

Donde:

- **I<sub>cálculo</sub>**: Es la intensidad prevista partiendo de la previsión de cargas que va a ser alimentada por la línea en la que está la protección, su tensión y el factor de potencia. Por tanto se puede determinar de la siguiente manera:

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

- **I<sub>admisible</sub>**: Es la máxima intensidad que puede circular por el cable sin que sufra daños irreversibles. Se obtiene de la tabla 1 de la ITC-BT 19 del Reglamento de Baja Tensión.

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

Finalmente ya se puede conocer el tipo de curva del interruptor magnetotérmico, de forma que la I<sub>ccmin</sub> sea mayor o igual que la corriente de magnetización, siendo esta corriente para cada curva:

Curva B: I<sub>mag</sub> = 5I<sub>n</sub> ≤ I<sub>ccmin</sub>

Curva C: I<sub>mag</sub> = 10I<sub>n</sub> ≤ I<sub>ccmin</sub>

Curva D: I<sub>mag</sub> = 20I<sub>n</sub> ≤ I<sub>ccmin</sub>

### 1.5.3.4. CÁLCULO DE LAS IMPEDANCIAS

#### 1.5.3.4.1. IMPEDANCIA DIRECTA ( $Z_d$ )

Cada constituyente de una red de baja tensión se caracteriza por una impedancia  $Z$  compuesta de:

- un elemento resistivo puro  $R$ .
- un elemento inductivo puro  $X$ , llamado reactancia.

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

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

#### 1.5.3.4.2. IMPEDANCIA DE LA LINEA DE MT/AT ( $Z_a$ )

La potencia de cortocircuito de la red es un dato de la compañía distribuidora de energía (500MVA). Despreciando la resistencia frente a la reactancia se puede calcular la impedancia de la red aguas arriba, llevada al secundario del transformador:

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

Donde:

$U_S$  = tensión en vacío del secundario del transformador en voltios.

$S_{cc}$  = potencia de cortocircuito en VA.

$Z_a$  = impedancia aguas arriba del defecto en  $j\Omega$ . Es totalmente inductiva.

#### 1.5.3.4.3. IMPEDANCIA DEL TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN ( $Z_T$ )

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

$$Z_T = X = \frac{U_{cc} \times U_S^2}{S}$$

Donde:

$U_S$  = tensión en vacío entre fases en voltios.

$U_{cc}$  = tensión de cortocircuito en %. (4%)

$S$  = potencia aparente en VA del transformador (630 KVA)

$Z_T$  = impedancia o reactancia al secundario en  $j\Omega$ .

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

#### 1.5.3.4.4. IMPEDANCIA DE LOS CONDUCTORES ( $Z_L$ )

La resistencia de los conductores se calculará según la fórmula:

$$R = \rho \times L / S$$

Donde:

$R$  = resistencia del conductor en  $\Omega$ .

$\rho$  = resistividad del material. La resistividad  $\rho$  de un conductor de cobre a 20°C es de  $0,011724 \Omega \frac{mm^2}{m}$

$L$  = longitud del conductor.

$S$  = sección por fase del conductor.

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

#### 1.5.3.4.5. IMPEDANCIA DE LOS AUTOMATISMOS ( $Z_{aut}$ )

Ésta impedancia representa los automatismos (protecciones, reles, bobinas...) de aguas arriba. El valor de la impedancia de cada automatismo es de  $0,15 j\Omega$ .

$$Z_{aut} = X_{aut} = n^\circ \text{ de automatismos} \times 0,15 j\Omega$$

En el  $N^\circ$  de automatismos se incluye el que se está calculando, así como otros de otra índole, diferenciales, fusibles... etc.

$$|Z_d| = \sqrt{R^2 + X^2}$$

#### 1.5.3.4.6. IMPEDANCIA DIRECTA MÁXIMA ( $Z_{d_{nueva}}$ ):

Con el objetivo de determinar la curva del interruptor magnetotérmico, se procede a calcular la nueva impedancia directa. Para ello se debe tener en cuenta la  $Z_d$  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°). Para ello se hace la siguiente transposición:

$$Zl_{250^\circ} = Zl_{20^\circ} \cdot (1 + \alpha\Delta T)$$

Donde:

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

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

Por tanto:

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

Luego:

$$|Z_{dnueva}| = \sqrt{R^2 + X^2}$$

#### 1.5.3.4.7. IMPEDANCIA HOMOPOLAR ( $Z_0$ )

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

$$Z_0 = Z_{a0} + Z_{T0} + Z_{L0} + Z_{auto}$$

Donde:

$$Z_{a0} = 0$$

$$Z_{T0} = Z_T$$

$$Z_{L0} = 3 \times Z_{L250^\circ}$$

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

Luego:

$$|Z_0| = \sqrt{(Z_{L0})^2 + X^2}$$

#### 1.5.4. PROTECCIÓN DE LAS PERSONAS

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

- a) 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, etc.
- b) Cuando la persona se pone en contacto con una parte metálica que accidentalmente se encuentra bajo tensión (Contacto Indirecto), como puede ser la carcasa conductora de un motor o máquina, etc., 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 30 mA se ha comprobado que no son peligrosos para el hombre, así como tiempos inferiores a 30 ms. 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 Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, fija según la instrucción ITC-BT 24 estos valores:

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

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

#### **1.5.4.1. PROTECCION 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 ello se impide cualquier contacto accidental con las partes activas de la instalación. Si los obstáculos son metálicos, se deben tomar también las medidas de protección previstas contra contactos indirectos.
- Recubrimiento con material aislante (ej. aislamiento de cables, portalámparas...). No se consideran materiales aislantes apropiados la pintura, los barnices, las lacas o productos similares.

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



### 1.5.4.2. PROTECCION 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:

$$R_A \times I_A < U$$

Siendo:

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

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

$U$  = tensión de contacto límite convencional.

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

- Dispositivos de protección de corriente diferencial residual.
- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles 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 interruptor 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.

### 1.5.5. SOLUCIÓN ADOPTADA

En el cuadro general de distribución se ha de colocar un interruptor magnetotérmico, un interruptor diferenciales para la línea 1, 2 y 3, con un magnetotérmico para cada línea, y un diferencial y automático para las líneas 4, 5 y 6, con el fin de proteger las seis líneas correspondientes a los cinco cuadros auxiliares y a la batería de condensadores.

En los cuadros auxiliares se ha de colocar un interruptor magnetotérmico y otro diferencial para la protección de cada una de las máquinas que alimentan. Para la protección de las tomas de corriente, se ha de colocar un interruptor diferencial para proteger tanto a las tomas de corriente trifásicas, como a las monofásicas. A su vez las tres tomas de corriente monofásicas de 16A, irán protegidas por un interruptor magnetotérmico. Mientras que la toma de corriente monofásica de 25 A y las tomas de corriente trifásicas tanto la de 16 A, como la de 32 A irán protegidos cada una con un interruptor magnetotérmico. En el caso de los aparatos de alumbrado irán protegidos con un interruptor magnetotérmico cada una de las distintas agrupaciones de aparatos existentes, además de un diferencial cada 2 o 3 agrupaciones para cubrir posibles desperfectos en las líneas. Las tomas de corriente de la zona de las oficinas, situadas en el cuadro auxiliar cinco irán protegidas, según su ubicación y uso, con un interruptor magnetotérmico y otro diferencial.

**La distribución de las distintas protecciones estará representada en el plano del esquema unifilar de la instalación.**

Los elementos de protección utilizados son de la marca Merlin Gerin. A su elección tendremos 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, dotaremos a los situados aguas arriba por encima de estos de un retraso de 30-60 ms. 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.

El diferencial de cabecera, así como los que protegen a las líneas que alimentan cada máquina, tendrán una sensibilidad de 300 mA, mientras que los demás, tendrán una sensibilidad de 30 mA.

### 1.5.5.1. CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

#### ENTRADA:

Sección del cable:  $3 \times (3 \times 300/150) \text{ mm}^2$   
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:

Características principales:

- Calibre: 1600A
- Poder de corte: 35KA
- N° de polos: III+N
- Curva: C

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider: (C.A.7 y C.A.8)

Características principales:

- Calibre: 250A
- Sensibilidad: 300mA
- N° de polos: 4P

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider: (C.A.4 y C.A.5)

Características principales:

- Calibre: 400A
- Sensibilidad: 300mA
- N° de polos: 4P

#### SALIDA:

##### CUADRO AUXILIAR 1

Sección del cable:  $3 \times 50/25 + 25 \text{ TT} \text{ mm}^2$   
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:

Características principales:

- Calibre: 160A
- Poder de corte: 25KA
- N° de polos: III+N
- Curva: C

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider:

Características principales:

- Calibre: 250A
- Sensibilidad: 300mA
- N° de polos: 4P

CUADRO AUXILIAR 2

Sección del cable:  $3 \times 150/95 + 95 \text{TT} \text{mm}^2$

RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:

Características principales:

- Calibre: 400A
- Poder de corte: 25KA
- N° de polos: III+N
- Curva: C

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider:

Características principales:

- Calibre: 400A
- Sensibilidad: 300mA
- N° de polos: 4P

CUADRO AUXILIAR 3

Sección del cable:  $3 \times 185/95 + 95 \text{TT} \text{mm}^2$

RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:

Características principales:

- Calibre: 400A
- Poder de corte: 25KA
- N° de polos: III+N
- Curva: C

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider:

Características principales:

- Calibre: 400A
- Sensibilidad: 300mA
- N° de polos: 4P

#### CUADRO AUXILIAR 4

Sección del cable: 3x95/50+50TTmm<sup>2</sup>  
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 250A
- Poder de corte: 25KA
- N° de polos: III+N
- Curva: D

#### CUADRO AUXILIAR 5

Sección del cable: 3x16/16+16TTmm<sup>2</sup>  
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 100A
- Poder de corte: 25KA
- N° de polos: III+N
- Curva: D

#### CUADRO AUXILIAR 6

Sección del cable: 3x35/16+16TTmm<sup>2</sup>  
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 125A
- Poder de corte: 25KA
- N° de polos: III+N
- Curva: D

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 125A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: 4P

#### CUADRO AUXILIAR 7

Sección del cable:  $3 \times 16/16 + 16 \text{TT} \text{mm}^2$   
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 100A
- Poder de corte: 25KA
- N° de polos: III+N
- Curva: D

#### CUADRO AUXILIAR 8

Sección del cable:  $3 \times 6/6 + 6 \text{TT} \text{mm}^2$   
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 50A
- Poder de corte: 25KA
- N° de polos: III+N
- Curva: C

#### LÍNEA DE BATERÍA DE CONDENSADORES

Sección del cable:  $3 \times 150/95 + 95 \text{TT} \text{mm}^2$   
RV-K 0.6/1KV PRYSMIAN

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:  
Características principales:

- Calibre: 400A
- Poder de corte: 25 KA
- N° de polos: III+N
- Curva B

- Interruptor automático diferencial de la marca Merlin Gerin:  
Características principales:

- Calibre: 400A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

### 1.5.5.2. CUADRO AUXILIAR 1

#### **ENTRADA:**

Sección del cable:  $3 \times 50/25 + 25 \text{TT} \text{mm}^2$   
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:

Características principales:

- Calibre: 160A
- Poder de corte: 25KA
- N° de polos: III+N
- Curva B

#### **SALIDA:**

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider: Para (L.1 C.1, L.1 C.2 Y L.1 C.3)

Características principales:

- Calibre: 250A
- Sensibilidad: 300mA
- N° de polos: 4P

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider: Para (L.1 C.4 Y L.1 C.5)

Características principales:

- Calibre: 40A
- Sensibilidad: 300mA
- N° de polos: 4P

LINEA 1 CIRCUITO 1 (L.1 C.1)

Sección del cable:  $3 \times 6/6 + 6 \text{TT} \text{mm}^2$   
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:

Características principales:

- Calibre: 50A
- Poder de corte: 15KA
- N° de polos: III+N
- Curva: D

LINEA 1 CIRCUITO 2 (L.1 C.2)

Sección del cable:  $3 \times 6/6 + 6TTmm^2$   
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 50A
- Poder de corte: 15KA
- Nº de polos: III+N
- Curva: D

LINEA 1 CIRCUITO 3 (L.1 C.3)

Sección del cable:  $3 \times 4/4 + 4TTmm^2$   
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 40A
- Poder de corte: 15KA
- Nº de polos: III+N
- Curva: D

LINEA 1 CIRCUITO 4 (L.1 C.4)

Sección del cable:  $3 \times 4/4 + 4TTmm^2$   
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 15KA
- Nº de polos: III+N
- Curva: D

LINEA 1 CIRCUITO 5 (L.1 C.5)

Sección del cable:  $4/4 + 4TTmm^2$   
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 20A



- Poder de corte: 10KA
- N° de polos: I+N
- Curva: D

### 1.5.5.3. CUADRO AUXILIAR 2

#### ENTRADA:

Sección del cable: 3x185/95+95TTmm<sup>2</sup>  
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:  
Características principales:
  - Calibre: 400A
  - Poder de corte: 25KA
  - N° de polos: III+N
  - Curva: B

#### SALIDA:

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider: Para (L.2 C.2 y L.2 C.3)  
Características principales:
  - Calibre: 40A
  - Sensibilidad: 300mA
  - N° de polos: 4P

#### LINEA 2 CIRCUITO 1 (L.2 C.1)

Sección del cable: 95/50+50TTmm<sup>2</sup>  
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:  
Características principales:
  - Calibre: 250A
  - Poder de corte: 15KA
  - N° de polos: III+N
  - Curva: D
- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 250A
- Sensibilidad: 300mA
- N° de polos: 4P

#### LINEA 2 CIRCUITO 2 (L.2 C.2)

Sección del cable: 3x6/6+6TTmm<sup>2</sup>  
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 15KA
- N° de polos: III+N
- Curva: D

#### LINEA 2 CIRCUITO 3 (L.2 C.3)

Sección del cable: 2,5/2,5+2,5TTmm<sup>2</sup>  
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 20A
- Poder de corte: 10KA
- N° de polos: I+N
- Curva: D

### 1.5.5.4. CUADRO AUXILIAR 3

#### ENTRADA:

Sección del cable: 3x185/95+95TTmm<sup>2</sup>  
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 400A
- Poder de corte: 25KA
- N° de polos: III+N
- Curva: C

**SALIDA:**

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider: Para (L.3 C.2 y L.3 C.3)

Características principales:

- Calibre: 40A
- Sensibilidad: 300mA
- N° de polos: 4P

LINEA 3 CIRCUITO 1 (L.3 C.1)

Sección del cable: 150/95+95TTmm<sup>2</sup>  
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:

Características principales:

- Calibre: 400A
- Poder de corte: 20KA
- N° de polos: III+N
- Curva: C

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider:

Características principales:

- Calibre: 400A
- Sensibilidad: 300mA
- N° de polos: 4P

LINEA 3 CIRCUITO 2 (L.3 C.2)

Sección del cable: 3x6/6+6TTmm<sup>2</sup>  
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 20KA
- N° de polos: III+N
- Curva: D

LINEA 3 CIRCUITO 3 (L.3 C.3)

Sección del cable:  $2,5/2,5+2,5TTmm^2$   
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 20A
- Poder de corte: 10KA
- N° de polos: I+N
- Curva: C

#### 1.5.5.5. CUADRO AUXILIAR 4

##### ENTRADA:

Sección del cable:  $3x95/50+50TTmm^2$   
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 250A
- Poder de corte: 25KA
- N° de polos: III+N
- Curva: C

##### SALIDA:

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider: Para (L.4 C.1, L.4 C.2 Y L.4 C.3)

Características principales:

- Calibre: 250A
- Sensibilidad: 300mA
- N° de polos: 4P

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider: Para (L.4 C.4 Y L.4 C.5)  
Características principales:

- Calibre: 40A
- Sensibilidad: 300mA
- N° de polos: 4P

LINEA 4 CIRCUITO 1 (L.4 C.1)

Sección del cable:  $3x4/4+4TTmm^2$

RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 40A
- Poder de corte: 20KA
- N° de polos: III+N
- Curva: D

LINEA 4 CIRCUITO 2 (L.4 C.2)

Sección del cable: 3x16/16+16TTmm<sup>2</sup>  
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 40A
- Poder de corte: 20KA
- N° de polos: III+N
- Curva: D

LINEA 4 CIRCUITO 3 (L.4 C.3)

Sección del cable: 3x25/16+16TTmm<sup>2</sup>  
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 100A
- Poder de corte: 20KA
- N° de polos: III+N
- Curva: D

LINEA 4 CIRCUITO 4 (L.4 C.4)

Sección del cable: 3x2,5/2,5+2,5TTmm<sup>2</sup>  
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 20KA
- N° de polos: III+N

- Curva: D

LINEA 4 CIRCUITO 5 (L.4 C.5)

Sección del cable: 2,5/2,5+2,5TTmm<sup>2</sup>  
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 20A
- Poder de corte: 15KA
- N° de polos: I+N
- Curva: D

#### **1.5.5.6. CUADRO AUXILIAR 5**

##### **ENTRADA:**

Sección del cable: 3x16/16+16TTmm<sup>2</sup>  
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 100A
- Poder de corte: 25KA
- N° de polos: III+N
- Curva: C

##### **SALIDA:**

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider: Para (L.5 C.1, L.5 C.2, L.5 C.3 y L.5 C.4)

Características principales:

- Calibre: 80A
- Sensibilidad: 300mA
- N° de polos: 4P

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider: Para (L.5 C.5 Y L.5 C.6)  
Características principales:

- Calibre: 40A
- Sensibilidad: 300mA
- N° de polos: 4P

LINEA 5 CIRCUITO 1 (L.5 C.1)

Sección del cable:  $3 \times 2,5/2,5 + 2,5 \text{TT} \text{mm}^2$   
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 15KA
- N° de polos: III+N
- Curva: D

LINEA 5 CIRCUITO 2 (L.5 C.2)

Sección del cable:  $3 \times 4/4 + 4 \text{TT} \text{mm}^2$   
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 32A
- Poder de corte: 15KA
- N° de polos: III+N
- Curva: D

LINEA 5 CIRCUITO 3 (L.5 C.3)

Sección del cable:  $3 \times 2,5/2,5 + 2,5 \text{TT} \text{mm}^2$   
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 15KA
- N° de polos: III+N
- Curva: C

LINEA 5 CIRCUITO 4 (L.5 C.4)

Sección del cable:  $3 \times 2,5/2,5 + 2,5 \text{TT} \text{mm}^2$   
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 15KA
- Nº de polos: III+N
- Curva: D

#### LINEA 5 CIRCUITO 5 (L.5 C.5)

Sección del cable:  $3 \times 4/4 + 4TTmm^2$   
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 15KA
- Nº de polos: III+N
- Curva: D

#### LINEA 5 CIRCUITO 6 (L.5 C.6)

Sección del cable:  $2,5/2,5 + 2,5TTmm^2$   
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 20A
- Poder de corte: 10KA
- Nº de polos: I+N
- Curva: D

### 1.5.5.7. CUADRO AUXILIAR 6

#### ENTRADA:

Sección del cable:  $3 \times 35/16 + 16TTmm^2$   
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 125A
- Poder de corte: 25KA
- Nº de polos: III+N
- Curva: C



**SALIDA:**

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider: Para (L.6 C.1, L.6 C.2 y L.6 C.3 )

Características principales:

- Calibre: 100A
- Sensibilidad: 300mA
- N° de polos: 4P

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider: Para (L.6 C.4 Y L.6 C.5)

Características principales:

- Calibre: 25A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: 4P

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider: Para (L.6 C.6 Y L.6 C.7)

Características principales:

- Calibre: 40A
- Sensibilidad: 300mA
- N° de polos: 4P

LINEA 6 CIRCUITO 1 (L.6 C.1)

Sección del cable: 6/6+6TTmm<sup>2</sup>  
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:

Características principales:

- Calibre: 32A
- Poder de corte: 15KA
- N° de polos: I+N
- Curva: C

LINEA 6 CIRCUITO 2 (L.6 C.2)

Sección del cable: 6/6+6TTmm<sup>2</sup>  
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:

Características principales:

- Calibre: 32A

- Poder de corte: 15KA
- N° de polos: I+N
- Curva: C

LINEA 6 CIRCUITO 3 (L.6 C.3)

Sección del cable: 6/6+6TTmm<sup>2</sup>  
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 32A
- Poder de corte: 15KA
- N° de polos: I+N
- Curva: B

LINEA 6 CIRCUITO 4 (L.6 C.4)

Sección del cable: 1,5/1,5+1,5TTmm<sup>2</sup>  
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 15KA
- N° de polos: I+N
- Curva: D

LINEA 6 CIRCUITO 5 (L.6 C.5)

Sección del cable: 2,5/2,5+2,5TTmm<sup>2</sup>  
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 15KA
- N° de polos: I+N
- Curva: B

LINEA 6 CIRCUITO 6 (L.6 C.6)

Sección del cable: 3x16/16+16TTmm<sup>2</sup>  
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 25KA
- N° de polos: III+N
- Curva: D

LINEA 6 CIRCUITO 7 (L.6 C.7)

Sección del cable: 2,5/2,5+2,5TTmm<sup>2</sup>  
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 20A
- Poder de corte: 15KA
- N° de polos: I+N
- Curva: D

LINEA 6 CIRCUITO 8 (L.6 C.8)

Sección del cable: 4/4+4TTmm<sup>2</sup>  
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 20A
- Poder de corte: 15KA
- N° de polos: I+N
- Curva: B

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 25A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: 2P

### 1.5.5.8. CUADRO AUXILIAR 7

#### ENTRADA:

Sección del cable:  $3 \times 16/16 + 16 \text{TT} \text{mm}^2$   
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 100A
- Poder de corte: 25KA
- N° de polos: III+N
- Curva C

#### SALIDA:

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider: Para (L.7 C.1, L.7 C.2 Y L.7 C.3)

Características principales:

- Calibre: 40A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: 4P

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider: Para (L.7 C.4 Y L.7 C.5)

Características principales:

- Calibre: 80A
- Sensibilidad: 300mA
- N° de polos: 4P

#### LINEA 7 CIRCUITO 1 (L.7 C.1)

Sección del cable:  $2,5/2,5 + 2,5 \text{TT} \text{mm}^2$   
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 10KA
- N° de polos: III+N
- Curva: B

#### LINEA 7 CIRCUITO 2 (L.7 C.2)

Sección del cable:  $2,5/2,5+2,5TTmm^2$

RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 10KA
- N° de polos: I+N
- Curva: B

LINEA 7 CIRCUITO 3 (L.7 C.3)

Sección del cable:  $1,5/1,5+1,5TTmm^2$

RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:

Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 10KA
- N° de polos: I+N
- Curva: C

LINEA 7 CIRCUITO 4 (L.7 C.4)

Sección del cable:  $4/4+4TTmm^2$

RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:

Características principales:

- Calibre: 25A
- Poder de corte: 10KA
- N° de polos: I+N
- Curva: B

LINEA 7 CIRCUITO 5 (L.7 C.5)

Sección del cable:  $4/4+4TTmm^2$

RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:

Características principales:

- Calibre: 25A
- Poder de corte: 10KA

- N° de polos: I+N
- Curva: B

### 1.5.5.9. CUADRO AUXILIAR 8

#### ENTRADA:

Sección del cable:  $3 \times 6/6 + 6TTmm^2$   
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 50A
- Poder de corte: 25KA
- N° de polos: III+N
- Curva: B

#### SALIDA:

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider: Para (L.8 C.1, L.8 C.2 Y L.8 C.3)

Características principales:

- Calibre: 40A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: 4P

#### LINEA 8 CIRCUITO 1 (L.8 C.1)

Sección del cable:  $4/4 + 4TTmm^2$   
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:  
Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 6KA
- N° de polos: I+N
- Curva: B

#### LINEA 8 CIRCUITO 2 (L.8 C.2)

Sección del cable:  $4/4 + 4TTmm^2$   
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 6KA
- N° de polos: III+N
- Curva: B

LINEA 8 CIRCUITO 3 (L.8 C.3)

Sección del cable: 1,5/1,5+1,5TTmm<sup>2</sup>  
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:

Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 6KA
- N° de polos: III+N
- Curva: D

LINEA 8 CIRCUITO 4 (L.8 C.4)

Sección del cable: 4/4+4TTmm<sup>2</sup>  
RZ1-K 0.6/1 KV PRYSMIAN.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Schneider:

Características principales:

- Calibre: 25A
- Poder de corte: 6KA
- N° de polos: III+N
- Curva: B

- Interruptor automático diferencial de la marca Schneider:

Características principales:

- Calibre: 40A
- Sensibilidad: 30mA
- N° de polos: 2P

## **1.6. POTENCIA A COMPENSAR**

Únicamente la potencia activa se puede transformar en potencia mecánica o en potencia calorífica; por consiguiente, tanto las empresas suministradoras de energía eléctrica como los usuarios deben procurar, para una instalación dada, obtener el máximo de potencia activa.

De una manera general, la expresión factor de potencia se utiliza para designar la relación de la potencia que se dispone realmente en las instalación (potencia activa) y la que hubiera podido disponerse si la tensión y la corriente de la instalación estuviera idealmente en fase.

De una forma más estricta, se denomina factor de potencia a la relación entre la potencia activa o efectiva y la potencia aparente de una instalación:

$$\text{Factor de potencia} = P/S = \cos\varphi$$

Un elevado factor de potencia produce, en general, las siguientes ventajas:

- Facilita el suministro de la tensión nominal a los aparatos receptores, tales como motores, lámparas, etc.
- Mejora la regulación de la tensión en transformadores, motores, etc.
- Disminuye las pérdidas por calentamiento en los conductores de alimentación.
- Disminuye las pérdidas por calentamiento en los transformadores.
- Permite la obtención de la potencia activa nominal en los transformadores y generadores.
- Libera potencia de los generadores y transformadores, lo que permite soportar sobrecargas adicionales.
- Evita la pérdida de capacidad de carga de los conductores.
- Disminuye los costes de tarificación de energía eléctrica, por una de estas causas:
  - a) Si existe penalización por actuar con bajo factor de potencia.
  - b) Si existe bonificación por actuar con elevado factor de potencia.

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

$$\text{Cos } \varphi = \sum P / \sum S = 251.297 / 302.576,5 = 0,83$$

Por lo tanto, la potencia reactiva consumida será:

$$Q = P * \text{tg } \varphi = 344944 \text{VAR}$$

La idea es colocar un condensador en la acometida para corregir el factor de potencia, puesto que la compañía suministradora de energía eléctrica (en este caso Iberdrola) dependiendo de dicho factor, en la factura eléctrica aplica un recargo o una bonificación. La expresión mediante la cual se obtiene el recargo o la bonificación, dependiendo del factor de potencia, es la siguiente:



$$K_r = (17/\cos^2\phi) - 21$$

Por tanto con el factor de potencia que presenta la instalación antes de compensar la energía reactiva consumida, la compañía eléctrica, nos aplicaría un recargo del 0,95 % sobre el término de potencia.

Para el factor de potencia que presentara la instalación después de compensar la energía reactiva, la compañía eléctrica nos aplicara una bonificación del 2,16%, sobre el término de potencia.

$$\begin{array}{ll} \cos\phi = 0,87 & K_r = 4,28 \\ \cos\phi = 0,95 & K_r = -2,16 \end{array}$$

Habiendo un ahorro del 2,16% sobre el termino de potencia en la factura eléctrica. Aparte del ahorro económico que supone en la factura eléctrica, la compensación de la energía reactiva reporta mejoras en las prestaciones y funcionamiento de la instalación, disminuyendo las caídas de tensión y las perdidas por efecto Joule.

Se elegirá una batería de condensadores que pueda llegar a suministrar una energía reactiva mayor de 170358 VAr. El equipo seleccionado para la corrección automática del factor de potencia es una batería de condensadores de 180KVAR de la serie VARSET marca Schneider.

Las baterías automáticas elegidas tienen una serie de características:

- Tensión asignada: 400 V, trifásicos 50 Hz.
- Grado de protección IP31
- Auto transformador 400/230 V, integrado.
- Normas: IEC 60439-1, EN 60439-1 y IEC 61921

## **1.7. PUESTAS A TIERRA**

### **1.7.1. INTRODUCCIÓN**

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

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

El límite de tensión admisible entre una masa cualquiera en relación a tierra, o entre masas distintas, nos viene definido en la instrucción 18 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

- Locales húmedos            24 voltios.
- Locales secos                50 voltios.

Estos valores son los máximos que se supone soporta el cuerpo humano sin alteraciones significativas.

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

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

### **1.7.2. OBJETIVO DE LA PUESTA A TIERRA**

La puesta a tierra, es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de sección suficiente, entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo, con el objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no 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.

La instalación a tierra se convierte en una especie de embudo sumidero que manda a tierra toda la corriente eléctrica que se salga de su recorrido normal y también enviará a tierra corrientes o descargas de origen atmosférico o procedente de otras fuentes.

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

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

Para ello es necesario conocer:

- Los elementos que forman las instalaciones.

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

### **1.7.3. PARTES DE LA PUESTA A TIERRA**

#### **1.7.3.1. EL TERRENO**

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

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

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

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

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

#### **1.7.3.2. LAS TOMAS DE TIERRA**

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

La toma de tierra consta de tres partes fundamentales:

### 1.7.3.2.1. ELECTRODO

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

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

Según su estructura, los electrodos pueden ser:

- **Placas:** Serán placas de cobre o hierro zincado. En caso de ser necesarias varias placas, estas se colocaran separadas una distancia de 3 metros.
- **Picas:** Pueden estar formadas por tubos de acero zincado de 60 mm de diámetro mínimo, o de cobre de 14 mm de diámetro, y con unas longitudes nunca inferiores a los 2 metros. En el caso de ser necesarias varias picas, la distancia entre ellas será, al menos, igual a la longitud.
- **Conductores enterrados:** Se usaran cables de cobre desnudo de al menos 35 mm<sup>2</sup> 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 los 50 cm.
- **Mallas metálicas:** Formadas por electrodos simples del mismo tipo unidos entre sí y situados bajo tierra.

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

### 1.7.3.2.2. LÍNEA CON ENLACE A 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 mm<sup>2</sup> de sección en caso de ser de cobre o su equivalente de otros metales.

### **1.7.3.2.3. PUNTO DE PUESTA A TIERRA**

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

### **1.7.3.3. LA LÍNEA PRINCIPAL DE TIERRA**

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

Serán de cobre y se dimensionarán con la máxima corriente de falta que se prevé, siendo como mínimo de  $16 \text{ mm}^2$  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.

### **1.7.3.4. LAS DERIVACIONES DE LAS LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA**

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

### **1.7.3.5. LOS 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 19.

#### 1.7.4. ELEMENTOS A CONECTAR A LA TOMA DE TIERRA

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

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

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

#### 1.7.5. SOLUCIÓN ADOPTADA

El electrodo de puesta a tierra está formado por un conductor de cobre de 50 mm<sup>2</sup> desnudo y enterrado a una profundidad de 0.8 m. El conductor abarca todo el perímetro de la nave, 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 4, 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 borneo principal de tierra del cuadro general 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 auxiliares 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 distinguirán fácilmente de los conductores activos por el color amarillo-verde.

## **1.8. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

### **1.8.1. INTRODUCCIÓN**

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

Al centro de transformación llegará la acometida de alta tensión a 13.2 KV subterránea, y en él se dispondrán los elementos necesarios y exigidos por la reglamentación vigente. Las necesidades de la instalación serán cubiertas mediante un transformador de 1000 KVA.

### **1.8.2. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES**

Para la elaboración del proyecto se ha tenido en cuenta todas las especificaciones relativas a centros de transformación contenidas en los reglamentos y disposiciones oficiales siguientes:

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas y Centros de transformación, e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 3.275/82, de noviembre de 1982).
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002, de agosto de 2002).
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de Iberdrola.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.

### **1.8.3. TIPOS DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

#### **1.8.3.1. DE RED PÚBLICA**

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

### 1.8.3.2. DE ABONADO

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

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

### 1.8.4. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

El centro de transformación está ubicado en un edificio prefabricado a unos quince metros de la nave industrial y estará destinado exclusivamente a su uso. El acceso al centro de transformación se hará mediante dos puertas frontales que se han construido en dicho edificio prefabricado.

### 1.8.5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL C.T.

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 será prefabricado de la marca ORMAZABAL, modelo PFU-5, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envolvente metálica según la norma UNE-20.099-90 de la marca ORMAZABAL. Se encuentra situado en la parte lateral de la nave.

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

Los compartimentos diferenciados serán los siguientes:

- a) Compartimiento de aparellaje.
- b) Compartimiento del juego de barras.



- c) Compartimiento de conexión de cables.
- d) Compartimiento de mando.
- e) Compartimiento de control.

### **1.8.6. CARACTERÍSTICAS DE LAS CELDAS**

Los tipos generales de celdas empleadas en este proyecto son sistema CGM: celdas modulares de aislamiento en aire equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción de arco.

Responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE-20.099-90.

### **1.8.7. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN**

#### **1.8.7.1. OBRA CIVIL**

##### **1.8.7.1.1. LOCAL**

El centro estará ubicado en una caseta independiente destinada únicamente a esta finalidad, situado en la parte lateral de la nave.

La caseta será de construcción prefabricada de hormigón de la marca ORMAZABAL, modelo PFU-4.

El acceso al centro de transformación estará restringido al personal de la Compañía Eléctrica suministradora y al personal de mantenimiento especialmente autorizado. Se dispondrá de dos puertas, una peatonal y otra para el CT. Dichas puertas permanecerán cerradas con un sistema de cierre que permitirá el acceso a ambos tipos de personal, teniendo en cuenta que el primero lo hará con la llave normalizada por la Compañía Eléctrica.

##### **1.8.7.1.2. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS**

Se trata de una constitución prefabricada de hormigón modelo PFU-4 de ORMAZABAL.

Las características más destacadas del prefabricado serán:

## **Compacidad**

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

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

## **Facilidad de instalación**

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

## **Material**

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

## **Equipotencialidad**

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

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

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

## **Impermeabilidad**

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

## **Pinturas**

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

### **Grados de protección**

Serán conformes a la UNE 20324/89 de tal forma que la parte exterior del edificio prefabricado será IP239, excepto las rejillas de ventilación donde el grado de protección será IP339.

Los componentes principales que formarán el edificio prefabricado son los que se indican a continuación:

### **Envolvente**

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

La envolvente estará diseñada de tal forma que se garantizará una total impermeabilidad y equipotencialidad del conjunto, así como una elevada resistencia mecánica.

En la base de la envolvente irán dispuestos, tanto en el lateral 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.

### **Suelos**

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

### **Cuba de recogida de aceite**

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

### **Puertas y rejillas de ventilación**

Estarán construidas en chapa de acero galvanizado recubierta con resina epoxi. Esta doble protección, galvanizado más pintura, las hará muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

Las puertas estarán abisagradas para que se puedan abatir 180° hacia el exterior, y se podrá mantener en la posición de 90° con retenedor metálico.

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

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

	Dimensiones exteriores	Dimensiones interiores	Dimensiones excavación
Longitud (mm)	4460	4280	5260
Anchura (mm)	2380	2200	3180
Altura (mm)	3035	2355	560(profundidad)

Peso = 12.000 Kg

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

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

## 1.8.8. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

### 1.8.8.1. INTRODUCCIÓN

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

En primer lugar habrá una celda de línea, que se utiliza para la maniobra de entrada de los cables que forman el circuito de alimentación del centro de transformación. Después se conectará una celda de protección, que se utiliza para la ejecución de maniobras para la conexión y desconexión del transformador o para su protección, realizándose esta última mediante fusibles. Seguidamente se conectará una celda de medida, justo antes del transformador de MT/BT. Para finalizar se conectará el transformador a un cuadro de baja tensión, en el que se ubicarán las distintas protecciones del alumbrado y de las tomas de corriente del centro.

### **1.8.8.2. CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN**

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

### **1.8.8.3. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA EN MEDIA TENSIÓN:**

Características generales de los tipos de aparamenta empleados en la instalación.

#### **Celdas CGM:**

El sistema CGM está formado por un conjunto de celdas modulares de media tensión, con aislamiento y corte de hexafloruro de azufre (SF<sub>6</sub>), cuyos embarrados se conectan utilizando unos elementos patentados por ORMAZABAL y denominados “conjuntos de unión”, consiguiendo una unión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas.

Las partes que componen estas celdas son:

- Base y frente:

La altura y el diseño de esta base permiten el paso de cables entre celdas sin necesidad de foso, y presentan el mismo unifilar del circuito principal y ejes de accionamiento de la aparamenta a la altura idónea para su operación. Igualmente, la altura de esta base facilita la conexión de los cables frontales de la 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 y los accesos de los accionamientos del mando y, en la parte inferior, se encuentran las tomas para las lámparas de señalización de tensión y el panel de acceso de 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.

- Cuba:

La cuba fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles. El gas SF<sub>6</sub> se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,3 bares. 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 la ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, los cables, o la aparamenta del centro de transformación.

- Interruptor – Seccionador – Seccionador de puesta a tierra:

El interruptor disponible en el sistema CHM tiene las tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra (salvo para el interruptor de la celda CMIP).

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 o motorizada.

- Fusibles (Celda CMP-F):

En las celdas CMP-F de protección mediante fusibles, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve, debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos.

- Conexión de cables:

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

- Enclavamientos:

Los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGM pretenden que:

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

- Características eléctricas:

Las características generales de las celdas CGM son las siguientes:

	24 kV
<b>Onda de choque [kV]</b>	
Entre fases y tierra	125
Distancia de seccionamiento	145
<b>Frecuencia industrial 1 min [kV]</b>	
Entre fases y tierra	50
Distancia de seccionamiento	60

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmicas y dinámicas.

#### 1.8.8.4. CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LAS CELDAS Y C.T.

##### CGM-CML. Interruptor seccionador

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

La celda CML de interruptor seccionador, o celda de línea, está constituida por un módulo metálico, con aislamiento y corte en SF<sub>6</sub>, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con 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 detención de tensión en los cables de acometida.

Permite comunicar el embarrado del conjunto de celdas con los cables, cortar la corriente asignada, seccionar esta unión o poner a tierra simultáneamente las tres bornes de los cables de media tensión.

Otras características constructivas:

- Capacidad de ruptura:
  - Corriente principalmente activa 400 A
  - Corriente capacitiva 31.5 A
  - Corriente inductiva 16 A
  - Falta a tierra 63 A
- Intensidad de cortocircuito: 16 KA/20 KA
- Capacidad de cierre: 40 KA

### **Celda de protección con fusibles**

Celda con envolvente metálica, prefabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo UN=24 KV e In=400 A y 480 mm de ancho por 850 mm de fondo por 1800 mm de alto y 215 Kg de peso.

La celda CMP-F de protección con fusibles está constituida por un módulo metálico, con aislamiento y corte en SF6, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior frontal mediante bornes enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor.

Otras características constructivas:

- Capacidad de ruptura:
  - Corriente principalmente activa 400 A
  - Corriente capacitiva 31.5 A
  - Corriente inductiva 16 A
  - Falta a tierra 63 A
- Intensidad de cortocircuito: 16 KA/20 KA
- Capacidad de cierre: 40 KA
- Fusible: 3x40A

### **Celda de medida**

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo de Un=24 KV y 800 mm de ancho por 1025 mm de fondo por 1800 mm de alto y 180 kg de peso.

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

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

La celda de medida contiene:

- 2 juegos de barras tripolar In = 400 A



- 3 transformadores de intensidad de relación 15-30/5 A Clase 0.5, aislamiento 24 KV
- 3 transformadores de tensión, bipolares de relación 13200-22000/110, Clase 0.5, aislamiento 24 KV
- Embarrado de puesta a tierra.

### **Transformador**

Será una máquina trifásica reductora de tensión, siendo la tensión entre fases a la entrada de 13,2 KV, y la tensión a la salida de 400 V entre fases y 230 V entre fases y neutro. El transformador a instalar será de la marca Cotradis (ORMAZABAL) conectado con acoplamiento Dyn 11.

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

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

- Potencia: 1000 KVA
- Tensión primaria: 13,2/20 KV
- Refrigeración: natural
- Aislamiento: aceite mineral
- Cuba de aletas: llenado integral

### **EQUIPO BASE:**

- Pasatapas de media tensión de porcelana
- Pasatapas de baja tensión de porcelana
- Conmutador de regulación maniobrable sin tensión
- 2 cáncamos de elevación y desencubado
- Orificio de llenado
- Dispositivo de vaciado y toma de muestras
- 4 ruedas bidireccionales
- 2 tomas de puesta a tierra

## CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL TRANSFORMADOR:

-

Potencia en KVA	400
Tensión primaria	13,2 / 20
Tensión secundaria en vacío	420
Grupo de conexión	Dyn 11
Pérdidas en vacío (W)	1400
Pérdidas en carga (W)	10500
Tensión de cortocircuito (%)	6
Caída de tensión a plena carga (%)	1,22
Rendimiento (%)	98,8

## - DIMENSIONES DEL TRANSFORMADOR:

Potencia (KVA)	1000
Largo (mm)	1997
Ancho (mm)	1200
Alto (mm)	1158
Volumen líquido aislante (l)	530

En cuanto a las medidas de seguridad a tomar, se colocarán rótulos indicadores, extintores, equipos para primeros auxilios, etc., de conformidad con las Normas del Reglamento de centros de Transformación en vigor.

**1.8.8.5. CUADRO AUXILIAR DE BT DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN****ENTRADA**

Sección del cable: 3x6/6+6TT mm<sup>2</sup> Cu

- Interruptor magnetotérmico de la marca MerlinGerin:  
Características principales:

- Calibre: 20 A
- Poder de corte: 10 KA
- Nº de polos: IV
- Curva C

- Interruptor automático diferencial de la marca Merlin Gerin:  
Características principales:

- Calibre: 25 A
- Sensibilidad: 30 mA
- N° de polos: IV

#### **1.8.8.6. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA**

##### **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, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las celdas prefabricadas, cubas de los transformadores, envolventes metálicas de los cuadros de baja tensión.

Los cálculos realizados para la elección de la puesta a tierra quedan indicados en el documento cálculos; optando finalmente por un sistema de picas en rectángulo de 5x4 m, cuyo código de identificación es 50-30/8/84 de UNESA.

##### **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.

Los cálculos realizados para la elección de la puesta a tierra queda indicados en el documento de cálculo; para la tierra de servicio se ha adoptado la configuración 5/82 de UNESA.

##### **Tierras interiores**

Las tierras interiores del centro de transformación tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm<sup>2</sup> de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujección y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP545.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1m.

#### **1.8.8.7. 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.

### **1.8.9. APARATOS DE MEDIA TENSIÓN**

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

### **1.8.10. AISLAMIENTO**

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

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

### **1.8.11. INSTALACIONES SECUNDARIAS EN EL C.T.**

#### **Alumbrado:**

En el interior del centro de transformación se instalará 1 luminarias de Philips, modelo Mazda TCS 160 2xTL-D58 W HFP DP; capaz de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo.

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

Se instalará también un punto de luz de alumbrado de emergencia de carácter autónomo, formado por una lámpara de emergencia y señalización de Legrand; Seri U-21 Ref.661701; 6W de, el cual señalará el acceso peatonal al centro de transformación.

#### **Ventilación:**

La ventilación del centro de transformación se realizará de modo natural por convención mediante las rejillas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto. Se dispondrá de una rejilla lateral inferior para entrada de aire de 2,21 m<sup>2</sup>, y dos rejillas situadas en la parte superior de superficie total 2,40 m<sup>2</sup> para la salida del 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 accidentales 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 a la exigencia de la norma UNE 20099.

Las celdas estarán separadas eléctricamente y mecánicamente por medio de placas metálicas y por el propio carácter aislante del interruptor seccionador, los que asegura la independencia entre ellas y evitan la posible propagación de defecto entre celdas contiguas. El centro estará dotado con el siguiente equipamiento auxiliar:

- Banqueta aislante.
- Cuadro de primeros auxilios.
- Par de guantes aislantes.
- Placa de peligro y cartel de primeros auxilios para guía en caso de accidente eléctrico (cinco reglas de oro).

### **1.9. RESUMEN DEL PRESUPUESTO TOTAL DE LA INSTALACIÓN**

PRESUPUESTO TOTAL.....474190,98 €

El total del presente proyecto asciende a la cantidad de .CUATROCIENTOS SETENTA Y CUATRO MIL CIENTO NOVENTA EUROS con NOVENTA Y OCHO.

**Pamplona, Septiembre 2012**

**Mikel Goñi Jusue**



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN NAVE INDUSTRIAL CON  
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

CÁLCULO

Mikel Goñi Jusue

José Valdenebro García

Pamplona, 06/09/2012

## ÍNDICE DE CÁLCULOS

<b>2.1. ILUMINACIÓN .....</b>	<b>3</b>
2.1.1 INTRODUCCIÓN.....	3
2.1.2 CÁLCULO DE LA ILUMINACIÓN INTERIOR DE LA NAVE.....	3
2.1.2.1 MÉTODO .....	3
2.1.2.2 SOLUCIÓN ADOPTADA .....	4
2.1.3 CÁLCULO DE LA ILUMINACIÓN EXTERIOR .....	5
2.1.4 CÁLCULO DE LA ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA .....	5
<b>2.2. CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE LÍNEA.....</b>	<b>7</b>
2.2.1 INTRODUCCIÓN.....	7
2.2.2 TABLA RESUMEN DE LOS DISTINTOS CUADROS.....	8
2.2.3 POTENCIA DE LA INSTALACIÓN .....	12
<b>2.3. CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN.....</b>	<b>13</b>
2.3.1 INTRODUCCIÓN.....	13
2.3.2 ACOMETIDA. TRANSFORMADOR–C.G.D.....	14
2.3.3 CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN Y CUADROS AUXILIARES.....	15
<b>2.4. CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO.....</b>	<b>25</b>
2.4.1 INTRODUCCIÓN.....	25
2.4.2 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR.....	25
2.4.3 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL C.G.D.....	26
2.4.4 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN LOS CUADROS AUXILIARES.....	27
2.4.4.1 INTERPRETACIÓN DE LAS TABLAS.....	27
<b>2.5. CÁLCULO DE LOS CONDENSADORES PARA LA CORRECCIÓN DEL     FACTOR DE POTENCIA.....</b>	<b>32</b>
2.5.1 BATERIA DE CONDENSADORES PARA LA INSTALACIÓN.....	32
2.5.2 CÁLCULO DEL CONDUCTOR DE LA BATERÍA.....	37
2.5.3 CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN DE LA BATERÍA.....	37
<b>2.6. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....</b>	<b>38</b>
2.6.1 INVESTIGACIÓN DEL TERRENO.....	38
2.6.2 CARACTERÍSTICAS DEL ELECTRODO.....	39
2.6.3 SECCIÓN DEL CABLE DE TIERRA Y CONDUCTOR DE	

PROTECCIÓN.....	39
2.6.4 PUNTO DE PUESTA ATIERRA.....	40
<b>2.7. CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....</b>	<b>40</b>
2.7.1 INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN.....	41
2.7.2 INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN.....	41
2.7.3 CORTOCIRCUITOS.....	42
2.7.3.1 INTRODUCCIÓN.....	42
2.7.3.2 CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.....	42
2.7.3.3 CONEXIÓN CELDAS -TRANSFORMADOR .....	43
2.7.3.4 CONEXIÓN DEL SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR AL CUADRO DE BT.....	43
2.7.4 OTRAS INSTALACIONES DEL CENTRO .....	43
2.7.4.1 ILUMINACIÓN.....	43
2.7.4.2 LUMINARIAS DE EMERGENCIA SEÑALIZACIÓN.....	44
2.7.4.3 CUADRO AUXILIAR DE BAJA TENSIÓN DEL CT.....	44
2.7.4.4 DIMENSIONAMIENTO DE LOS CABLES DEL CUADRO AUXILIAR DE BAJA TENSIÓN DEL C.T.....	44
2.7.4.5 SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.....	45
2.7.5 DIMENSIONAMIENTO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.....	45
2.7.6 DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.....	47
2.7.7 CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA ATIERRA.....	47
2.7.7.1 INTRODUCCIÓN.....	47
2.7.7.2. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA...49	
2.7.7.2.1. TIERRA DE PROTECCIÓN.....	49
2.7.7.2.1.1. CÁLCULOS DE LA TIERRA DE PROTECCIÓN.....	50
2.7.7.2.2. TIERRA DE SERVICIO.....	50
2.7.7.2.2.1. CÁLCULO DE LA TIERRA DE SERVICIO.....	51
2.7.7.2.3. TENSIONES EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN.....	51
2.7.7.2.4. TENSIONES EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.....	52
2.7.7.2.5. TENSIONES APLICADAS.....	52
2.7.7.2.6. TENSIONES TRANSFERIDAS AL EXTERIOR....	53
2.7.7.2.7. CORRECCIÓN Y AJUSTE SI PROCEDE.....	54
<b>2.8. ANEXO CÁLCULOS CON DIALUX.....</b>	<b>55</b>



## **2.1. ILUMINACIÓN**

### **2.1.1. INTRODUCCIÓN**

Para el cálculo de las luminarias del interior de la nave se ha utilizado el programa Dialux 4.10.

### **2.1.2. CÁLCULO DE LA ILUMINACIÓN INTERIOR DE LA NAVE**

#### **2.1.2.1. MÉTODO:**

En el programa Dialux hay que seguir los siguientes pasos para realizar los cálculos, algunos datos los tiene que seleccionar el usuario y otros los carga el programa según la luminaria elegida.

#### **1. Datos de partida**

- Dimensiones del local.
- Altura del plano de trabajo.
- Factores de reflexión de techo y paredes.
- Tablas de factores de utilización y rendimiento de los aparatos luminosos.
- Mantenimiento y limpieza que se realiza.
- Plano útil.

2. Elección del tipo de lámpara en función de las características de las mismas y del local.

3. Determinación del nivel de iluminación en función de la tarea a desarrollar.

4. Distribución de los aparatos para conseguir uniformidad en la iluminación.

Con todos estos datos el programa calcula el nivel de iluminación.

**2.1.2.2. SOLUCIÓN ADOPTADA:**

Las soluciones adoptadas se pueden ver con más detalle en el anexo “Cálculo de iluminación Dialux”.

Local	Luminaria	Número
Zona de producción	Philips HPK888 P-WB 1xSON400W PR AC	24
Sala de reuniones	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000	12
Aseos masc. oficinas	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000	2
Aseos fem. oficinas	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000	2
Despacho 1	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000	6
Despacho 2	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000	6
Laboratorio	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000	12
Pasillo de oficinas	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000	3
Área de descanso	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000	6
Aseo femenino	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000	6
Vestuario fem.	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000	6
Aseo masc.	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000	6
Vestuario masc.	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000	6
Pasillo de vestuarios	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000	6
Almacén de herramientas y mant.	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000	6
C.G.D.	Philips TCS097 2xTL-D18W HFP O	4

### 2.1.3. CÁLCULO DEL ILUMINACIÓN EXTERIOR

Para la iluminación exterior no se ha usado el programa, se han elegido unas luminarias indicadas para exterior y se colocarán a lo largo de todo el perímetro de la nave para proporcionar visibilidad suficiente durante la noche. Se instalarán a 4 metros de altura sobre el suelo y a se dispondrán en los accesos de la nave, tanto en los de personal como en los de camiones como en las salidas de emergencia.

Se ha elegido el proyector Philips SNF 300- MASTER HPI-T PLUS de 250 W.

	Nº de luminarias	Potencia unidad (W)	Potencia total (W)
Exterior	7	250	1750

### 2.1.4. CÁLCULO DE LA ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA

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

La colocación del alumbrado de emergencia y señalización se situarán a una altura de 2,50 m respecto del suelo, justo encima de los marcos de las puertas, excepto en la planta de producción, que se colocarán en pared a una altura de 2,5m o en techo en superficie a una altura de 2,8m.

Las luminarias de emergencia elegidas se consideran luminarias autónomas, no permanentes con señalización y son de la marca **LEGRAND** serie U21. Ejemplo:

$$\text{Zona de producción: } 1086\text{m}^2 \times 5 \frac{\text{Lm}}{\text{m}^2} = 5433 \text{ Lm}$$

$$\text{Luminaria Legrand serie U21 Ref.61707 (310Lm, cobertura } 62\text{m}^2, 1 \times 6\text{W)}$$

$$\frac{5433}{310} = 17,5 \sim 18 \text{ Lámparas}$$

## Instalación Eléctrica de Nave Industrial con Centro de Transformación

Local	Luminaria	Flujo por lámpara (Lm)	Cobertura de la lámpara (m <sup>2</sup> )	Nº de lámparas	Potencia lumin. (W)	Potencia total (W)
Zona de producción	-Ref.61707	310	62	18	6	108
Sala de reuniones	-Ref.661701 -Ref.61705	70 155	14 31	1 + 1	6	12
Aseos masc. oficinas	-Ref.661701	70	14	1	6	6
Aseos fem. oficinas	-Ref.661701	70	14	1	6	6
Despacho 1	-Ref.61705	155	31	1	6	6
Despacho 2	-Ref.61705	155	31	1	6	6
Laboratorio	-Ref.61706	210	42	1	6	6
Pasillo de oficinas	-Ref.661701	70	14	3	6	18
Área de descanso	-Ref.61706	210	42	1	6	6
Aseo femenino	-Ref.661701	70	14	1	6	6
Vestuario fem.	-Ref.661701	70	14	3	6	18
Aseo masc.	-Ref.661701 -Ref.61705	70 155	14 31	1 + 1	6	12
Vestuario masc.	-Ref.661701	70	14	3	6	18
Pasillo de vestuarios	-Ref.61705	155	31	2	6	12
Almacén de herramientas y mant.	-Ref.61706	210	42	1	6	6
C.G.D.	-Ref.661701	70	14	1	6	6

## 2. 2. CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE LÍNEA

### 2.2.1. INTRODUCCIÓN

En este apartado calcularemos las intensidades que circulan por cada uno de los circuitos que componen la instalación. Veremos también la potencia de la instalación y finalmente calcularemos la potencia del transformador que vamos a necesitar para nuestra instalación.

Para realizar los cálculos se partirá de la potencia consumida por cada uno de los receptores y se usarán las siguientes fórmulas, dependiendo del tipo de red que se tenga:

Monofásica:

$$I_n = \frac{P}{V \times \cos\varphi}$$

Trifásica

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$

Siendo:

$I_n$  = intensidad nominal (A).

P = potencia consumida en cada receptor (W).

V = tensión nominal (V).

Cos  $\varphi$  = factor de potencia de cada receptor.

Además se tendrá en cuenta el factor de corrección (FCOR) que ha de aplicarse en cada caso, dependiendo del tipo de receptor que se tenga (un solo motor, varios motores, lámparas). Al multiplicar este factor de corrección por la intensidad nominal se obtendrá  $I_{cal}$ .

Para calcular la Potencia Activa total de cada línea, se sumará las de todos los elementos de la misma línea.

## 2.2.2. TABLA RESUMEN DE LOS DISTINTOS CUADROS

## CUADRO AUXILIAR 1:

Línea	Descripción	Potencia (W)	Tensión (V)	Cos $\phi$	In (A)	Fcor	Ical (A)	Fase
L1.C1	Brocha 1	23500	400	0,85	39,90	1,25	49,90	Trifásica
L1.C2	Brocha 2	23500	400	0,85	39,90	1,25	49,90	Trifásica
L1.C3	Taladro	15000	400	0,80	27,06	1,25	33,82	Trifásica
L1.C4	1 TC trifásica	5000	400	0,9	8,01	1	8,01	Trifásica
L1.C5	4 TC monofásica	3450	230	0,9	16,67	1	16,67	R-N
<b>Total</b>		<b>70450</b>			<b>131,54</b>		<b>158,3</b>	

## CUADRO AUXILIAR 2:

Línea	Descripción	Potencia (W)	Tensión (V)	Cos $\phi$	In (A)	Fcor	Ical (A)	Fase
L2.C1	Temple	117000	400	0,85	198,76	1,25	248,34	Trifásica
L2.C2	1 TC trifásica	5000	400	0,9	8,01	1	8,01	Trifásica
L2.C3	2 TC monofásicas	3450	230	0,9	16,67	1	16,67	S-N
<b>Total</b>		<b>125450</b>			<b>223,44</b>		<b>273,02</b>	

**CUADRO AUXILIAR 3:**

Línea	Descripción	Potencia (W)	Tensión (V)	Cos $\phi$	In (A)	Fcor	Ical (A)	Fase
L3.C1	Horno	165000	400	0,80	297,7	1,25	372,12	Trifásica
L3.C2	1 TC trifásica	5000	400	0,90	8,01	1	8,01	Trifásica
L3.C3	2 TC monofásicas	3450	230	0,90	16,67	1	16,67	T-N
<b>Total</b>		<b>173450</b>			<b>322,38</b>		<b>396,8</b>	

**CUADRO AUXILIAR 4:**

Línea	Descripción	Potencia (W)	Tensión (V)	Cos $\phi$	In (A)	Fcor	Ical (A)	Fase
L4.C1	Enderezadora	15000	400	0,80	27,06	1,25	33,82	Trifásica
L4.C2	C.G.M.	17000	400	0,85	28,86	1,25	36,07	Trifásica
L4.C3	Rectificadora	45000	400	0,85	76,41	1,25	95,51	Trifásica
L4.C4	1 TC trifásica	5000	400	0,9	8,01	1	8,01	Trifásica
L4.C5	4 TC monofásicas	3450	230	0,9	16,67	1	16,67	R-N
<b>Total</b>		<b>85450</b>			<b>157,01</b>		<b>190,08</b>	

**CUADRO AUXILIAR 5:**

Línea	Descripción	Potencia (W)	Tensión (V)	Cos $\phi$	In (A)	Fcor	Ical (A)	Fase
L5.C1	Lavadora	6000	400	0,85	10,18	1,25	12,75	Trifásica
L5.C2	Pulidora	12000	400	0,85	20,37	1,25	25,46	Trifásica
L5.C3	Puente Grúa	6000	400	0,85	10,18	1,25	12,72	Trifásica
L5.C4	Puerta de Nave	750	400	0,9	1,20	1,25	1,5	Trifásica
L5.C5	1 TC trifásica	5000	400	0,9	8,01	1	8,01	Trifásica
L5.C6	2 TC monofásicas	3450	230	0,9	16,67	1	16,67	S-N
<b>Total</b>		<b>33200</b>			<b>66,61</b>		<b>77,11</b>	

**CUADRO AUXILIAR 6:**

Línea	Descripción	Potencia (W)	Tensión (V)	Cos $\phi$	In (A)	Fcor	Ical (A)	Fase
L6.C1	Alumbrado A1 (8 lámparas)	3200	230	0,9	15,46	1,8	27,83	R-N
L6.C2	Alumbrado A2 (8 lámparas)	3200	230	0,9	15,46	1,8	27,83	S-N
L6.C3	Alumbrado A3 (8 lámparas)	3200	230	0,9	15,46	1,8	27,83	T-N
L6.C4	Alumbrado C.G.D.	38	230	0,9	0,18	1,8	0,32	S-N
L6.C5	Alumbrado de emergencia (19 lámparas)	114	230	0,9	0,55	1,8	1	T-N
L6.C6	1 TC trifásica	5000	400	0,9	8,01	1	8,01	Trifásica
L6.C7	2 TC monofásicas	3450	230	0,9	16,67	1	16,67	S-N
L6.C8	Alumbrado Exterior (7 lámparas)	1750	230	0,9	8,45	1,8	15,21	T-N
<b>Total</b>		<b>19952</b>			<b>80,22</b>		<b>124,65</b>	



**CUADRO AUXILIAR 7 (Zona de oficinas)**

Línea	Descripción	Potencia (W)	Tensión (V)	Cos $\phi$	In (A)	Fcor	Ical (A)	Fase
L7.C1	Alumbrado (sala de reuniones, desp. 1 y desp. 2)	1680	230	0,9	8,11	1,8	14,6	R-N
L7.C2	Alumbrado (laboratorio, pasillo ofic. y aseos ofic.)	1330	230	0,9	6,42	1,8	11,55	S-N
L7.C3	Alumbrado de emergencia (10 lámparas)	60	230	0,9	0,28	1,8	0,50	T-N
L7.C4	14 TC monofásicas	5000	230	0,9	24,15	1	24,15	T-N
L7.C5	12 TC monofásicas	5000	230	0,9	24,15	1	24,15	S-N
<b>Total</b>		<b>13070</b>			<b>57,00</b>		<b>74,85</b>	

**CUADRO AUXILIAR 8 (Zona de vestuarios)**

Línea	Descripción	Potencia (W)	Tensión (V)	Cos $\phi$	In (A)	Fcor	Ical (A)	Fase
L8.C1	Alumbrado (área de desc. ,pasilloo vest., aseo fem., vestuario fem.)	1680	230	0,9	8,08	1,8	14,52	R-N
L8.C2	Alumbrado (Almacén de herra., aseo masc., vestuario masc.)	1260	230	0,9	6,06	1,8	10,82	S-N
L8.C3	Alumbrado de emergencia (15 lámparas)	90	230	0,9	0,43	1,8	0,77	T-N
L8.C4	18 TC monofásicas	5000	230	0,9	24,15	1	24,15	T-N
<b>Total</b>		<b>8030</b>			<b>38,72</b>		<b>50,33</b>	

Línea	Descripción	Potencia (W)	Tensión (V)	In (A)	Ical (A)
L1	Cuadro auxiliar 1	70450	400	131,54	158,30
L2	Cuadro auxiliar 2	125450	400	223,44	273,02
L3	Cuadro auxiliar 3	173450	400	322,38	396,8
L4	Cuadro auxiliar 4	88450	400	157,01	190,08
L5	Cuadro auxiliar 5	33200	400	66,61	77,11
L6	Cuadro auxiliar 6	19952	400	80,22	124,65
L7	Cuadro auxiliar 7	13070	400	57,00	74,85
L8	Cuadro auxiliar 8	8030	400	38,75	50,32
<b>Total</b>		<b>532052</b>			<b>1345,13</b>

### 2.2.3. POTENCIA DE LA INSTALACIÓN

Tras el cálculo de las potencia e intensidades de la instalación podremos calcular el transformador más adecuado a nuestras necesidades.

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} = \frac{1000KVA}{\sqrt{3} \times 400V} = 1443A$$

Elegiremos un transformador de 1000kVA, ya que nos proporcionará una intensidad de 1443A, y la demanda de nuestra nave es de 1345,13A.

## 2.3. CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN:

### 2.3.1. INTRODUCCIÓN:

Para el cálculo de la sección de los conductores debemos tener en cuenta que se deben cumplir, en todo momento, el criterio térmico y el criterio de la caída de tensión. Se escoge la sección más alta de los dos criterios.

#### CRITERIO TÉRMICO

Una vez calculada la intensidad nominal, la  $I_{cal}$  y conociendo el factor de corrección a utilizar se obtendrá la  $I_{adm}$ .

$I_{adm}$  = Es la intensidad resultante del cociente de  $I_{cal}$  entre  $F_c$ .

$F_c$  = Factor de corrección, que depende de la temperatura, del tipo de canalización y del número de conductores que se alojan en la misma.

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

#### CRITERIO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN

Se calcula la caída de tensión, con el fin de elegir un conductor que cumpla con la normativa (la caída de tensión debe ser menor del 4.5% para el alumbrado y del 6,5% para los demás usos, según la ITC-BT-19).

La caída de tensión se calculará del siguiente modo, dependiendo del tipo de red que tengamos.

##### **Monofásica:**

$$\Delta V = \frac{2LI_n \cos \varphi}{s\gamma}$$

##### **Trifásica:**

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3}LI_n \cos \varphi}{s\gamma}$$

Donde:

$\Delta V$  = caída de tensión en voltios.

$L$  = longitud de la línea en metros.

$I_n$  = Intensidad nominal de la línea en amperios.

$\cos \varphi$  = factor de potencia.

$\gamma$  = conductividad del material del conductor (56 para el cobre).

$s$  = sección del cable en  $mm^2$ .

Para finalizar obtenemos la sección del neutro y del cable de protección siguiendo la ITC correspondiente.

### 2.3.2. ACOMETIDA. TRANSFORMADOR–C.G.D.

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

Como se ha calculado anteriormente, esta línea se dimensionará para una corriente de 1443 amperios.

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

La longitud desde el centro de transformación hasta el cuadro general es de 19,5 metros. La línea será subterránea a una profundidad de 0,7 metros. Según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión se debe aplicar un factor de corrección de 0,8 por haber 3 ternas de cables unipolares separados entre sí  $d=0,25$  m.

$$I_n = 1443 \text{ A}$$

$$I = 1443 / 3 = 481 \text{ A}$$

$$I' = 481 / 0.8 = 601.25 \text{ A}$$

Atendiendo a lo establecido en la tabla 5 de la ITC-07, en la columna de cable tripolar con aislamiento de XLPE, la intensidad admisible es 620 A y la sección  $300 \text{ mm}^2$ . Para el neutro se seguirá lo expuesto en el primer punto de la ITC-07, 3 conductores de  $150 \text{ mm}^2$  de sección, con aislamiento de Polietileno Reticulado (XLPE).

Caída de tensión:

$\Delta V$  = caída de tensión en voltios.

$\Delta V$  (%) = caída de tensión de la línea, en tanto por ciento:

$L = 19,5\text{m}$ .

$I_n = 1443\text{A}$ .

$\cos \varphi = 0,95$

$\gamma = 56$

$s = 3 \times 300\text{mm}^2$ .

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3}LI_n \cos \varphi}{s\gamma} = 0,92\text{V}$$

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{400} \times 100 = 0,23\%$$

### 2.3.3. CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN Y CUADROS AUXILIARES:

Para el caso del cuadro general de distribución y sus respectivos cuadros auxiliares se realizará a través de bandeja porta cables de malla de acero galvanizado de 200mm de ancho y 35 mm de alto se llevará canalizado desde el C.G.D. a los diferentes cuadros auxiliares de la empresa. Cuando las líneas lleguen a donde están situados los cuadros auxiliares, se bajarán mediante tubos metálicos, Esta bandeja irá rodeando las diferentes zonas de la empresa, a una altura de 4 metros. La distribución de los cuadros auxiliares a los distintos puntos se realizará a través de bandeja porta cables de malla de acero galvanizado de 200 mm de ancho y 35 mm de alto, Cuando las líneas lleguen a cada punto bajarán mediante tubos en montaje superficial.

## CUADRO AUXILIAR 1:

Linea	In (A)	Ical (A)	Cosφ	L (m)	Canalización	Aislamiento	Sección (mm <sup>2</sup> )	Δv	Δv (%)	Tubo Ø(mm)
<b>L1.C1</b>	39,90	49,90	0,85	10	Bandeja perforada	XLPE	3x6/6+6TT Cu	2,18	0,54	25
<b>L1.C2</b>	39,90	49,90	0,85	8	Bandeja perforada	XLPE	3x6/6+6TT Cu	1,74	0,44	25
<b>L1.C3</b>	27,06	33,82	0,80	14	Bandeja perforada	XLPE	3x4/4+4TT Cu	2,92	0,73	25
<b>L1.C4</b>	8,01	8,01	0,9	7	Bandeja perforada- tubos en montaje superficial	XLPE	3x4/4+4 TT Cu	0,39	0,09	25
<b>L1.C5</b>	16,67	16,67	0,9	7	Bandeja perforada- tubos en montaje superficial	XLPE	4/4+4TT Cu	0,94	0,41	20

## CUADRO AUXILIAR 2:

Linea	In (A)	Ical (A)	Cosφ	L (m)	Canalización	Aislamiento	Sección (mm <sup>2</sup> )	Δv	Δv (%)	Tubo Ø(mm)
L2.C1	198,76	248,34	0,85	7	Bandeja perforada	XLPE	3x95/95+50TT Cu	0,48	0,12	-
L2.C2	8,01	8,01	0,9	6	Bandeja perforada- tubos en montaje superficial	XLPE	3x6/6+6TT Cu	0,22	0,05	25
L2.C3	16,67	16,67	0,9	6	Bandeja perforada- tubos en montaje superficial	XLPE	2,5/2,5+2,5TT Cu	1,5	0,65	20

## CUADRO AUXILIAR 3:

Linea	In (A)	Ical (A)	Cosφ	L (m)	Canalización	Aislamiento	Sección (mm <sup>2</sup> )	Δv	Δv (%)	Tubo Ø(mm)
<b>L3.C1</b>	297,7	372,12	0,80	7	Bandeja perforada	XLPE	3x150/150+95TT Cu	0,43	0,1	-
<b>L3.C2</b>	8,01	8,01	0,90	6	Bandeja perforada-tubos en montaje superficial	XLPE	3x4/4+4TT Cu	0,22	0,05	20
<b>L3.C3</b>	16,67	16,67	0,90	6	Bandeja perforada-tubos en montaje superficial	XLPE	2,5/2,5+2,5TT Cu	1,5	0,65	20



## CUADRO AUXILIAR 4:

Linea	In (A)	Ical (A)	Cosφ	L (m)	Canalización	Aislamiento	Sección (mm <sup>2</sup> )	Δv	Δv (%)	Tubo Ø(mm)
<b>L4.C1</b>	27,06	33,82	0,80	11	Bandeja perforada	XLPE	3x4/4+4TT Cu	2,30	0,57	25
<b>L4.C2</b>	28,86	36,07	0,85	7	Bandeja perforada	XLPE	3x16/16+16TT Cu	0,41	0,10	40
<b>L4.C3</b>	76,41	95,51	0,85	6	Bandeja perforada	XLPE	3x25/25+16TT Cu	0,6	0,15	-
<b>L4.C4</b>	8,01	8,01	0,9	13	Bandeja perforada-tubos en montaje superficial	XLPE	3x2,5/2,5+2,5TT Cu	1,16	0,29	20
<b>L4.C5</b>	16,67	16,67	0,9	13	Bandeja perforada-tubos en montaje superficial	XLPE	2,5/2,5+2,5TT Cu	2,78	1,2	20

## CUADRO AUXILIAR 5:

Linea	In (A)	Ical (A)	Cosφ	L (m)	Canalización	Aislamiento	Sección (mm <sup>2</sup> )	Δv	Δv (%)	Tubo Ø(mm)
L5.C1	10,18	12,75	0,85	10	Bandeja perforada	XLPE	3x2,5/2,5+2,5TT Cu	1,34	0,33	20
L5.C2	20,37	25,46	0,85	5	Bandeja perforada	XLPE	3x4/4+4TT Cu	0,84	0,21	25
L5.C3	10,18	12,72	0,85	32	Bandeja perforada	XLPE	3x2,5/2,5+2,5TT Cu	4,28	1,07	20
L5.C4	1,20	1,5	0,9	13	Bandeja perforada	XLPE	3x2,5/2,5+2,5TT Cu	0,22	0,05	20
L5.C5	8,01	8,01	0,9	9	Bandeja perforada-tubos en montaje superficial	XLPE	3x4/4+4TT Cu	0,5	0,14	25
L5.C6	16,67	16,67	0,9	9	Bandeja perforada-tubos en montaje superficial	XLPE	2,5/2,5+2,5TT Cu	1,93	0,84	20

## CUADRO AUXILIAR 6:

Linea	In (A)	Ical (A)	Cosφ	L (m)	Canalización	Aislamiento	Sección (mm <sup>2</sup> )	Δv	Δv (%)	Tubo Ø(mm)
L6.C1	15,46	27,83	0,9	69	Montaje superficial	XLPE	6/6+6TT Cu	8,9	2,23	20
L6.C2	15,46	27,83	0,9	81	Montaje superficial	XLPE	6/6+6TT Cu	10,46	2,61	20
L6.C3	15,46	27,83	0,9	92	Montaje superficial	XLPE	6/6+6TT Cu	11,88	2,97	20
L6.C4	0,18	0,32	0,9	7	tubos mont.superf	XLPE	1,5/1,5+1,5TT Cu	0,05	0,02	16
L6.C5	0,55	1	0,9	145	Bandeja perf- tubos mont.superf	XLPE	2,5/2,5+2,5TT Cu	1,86	0,46	16
L6.C6	8,01	8,01	0,9	6	Bandeja perf- tubos mont.superf	XLPE	3x16/16+16TT Cu	0,08	0,02	32
L6.C7	16,67	16,67	0,9	6	Bandeja perf- tubos mont.superf	XLPE	2,5/2,5+2,5TT Cu	1,28	0,55	16
L6.C8	8,45	15,21	0,9	81	Montaje superficial	XLPE	4/4+4TT Cu	8,57	3,72	20

## CUADRO AUXILIAR 7:

Línea	In (A)	Ical (A)	Cosφ	L (m)	Canalización	Aislamiento	Sección (mm <sup>2</sup> )	Δv	Δv (%)	Tubo Ø(mm)
L7.C1	8,11	14,6	0,9	48	Empotrada	XLPE	2,5/2,5+2,5TT Cu	9,01	3,91	20
L7.C2	6,42	11,55	0,9	52	Empotrada	XLPE	2,5/2,5+2,5TT Cu	7,72	3,35	20
L7.C3	0,28	0,50	0,9	36	Empotrada	XLPE	1,5/1,5+1,5TT Cu	0,38	0,16	16
L7.C4	24,15	24,15	0,9	42	Empotrada	XLPE	4/4+4TT Cu	8,15	3,54	20
L7.C5	24,15	24,15	0,9	37	Empotrada	XLPE	4/4+4TT Cu	7,18	3,12	20

## CUADRO AUXILIAR 8:

Linea	In (A)	Ical (A)	Cosφ	L (m)	Canalización	Aislamiento	Sección (mm <sup>2</sup> )	Δv	Δv (%)	Tubo Ø(mm)
<b>L8.C1</b>	8,08	14,52	0,9	68	tubos en montaje superficial	XLPE	4/4+4TT Cu	7,93	3,44	20
<b>L8.C2</b>	6,06	10,82	0,9	54	tubos en montaje superficial	XLPE	4/4+4TT Cu	4,69	2,04	20
<b>L8.C3</b>	0,43	0,77	0,9	67	tubos en montaje superficial	XLPE	1,5/1,5+1,5TT Cu	1,10	0,48	16
<b>L8.C4</b>	24,15	24,15	0,9	35	tubos en montaje superficial	XLPE	4/4+4TT Cu	6,79	2,95	20

## CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN:

Linea	In (A)	Ical (A)	Cosφ	L (m)	Canalización	Aislamiento	Sección (mm <sup>2</sup> )	Δv	Δv (%)	Tubo Ø(mm)
L1	131,54	158,30	0,86	51	Bandeja perforada	XLPE	3x50/50+25TT Cu	4,29	1,07	-
L2	223,44	273,02	0,88	78	Bandeja perforada	XLPE	3x150/150+95TT Cu	3,86	0,96	-
L3	322,38	396,8	0,86	86	Bandeja perforada	XLPE	3x185/185+95TT Cu	4,90	1,22	-
L4	157,15	190,33	0,86	23	Bandeja perforada	XLPE	3x95/95+50TT Cu	2,55	0,63	-
L5	66,61	77,11	0,87	15	Bandeja perforada	XLPE	3x16/16+16TT Cu	1,94	0,48	40
L6	79,75	123,79	0,9	8,5	Bandeja perforada	XLPE	3x35/35+16TT Cu	0,83	0,21	-
L7	57,00	78,45	0,9	15	Bandeja perforada	XLPE	3x16/16+16TT Cu	2,05	0,51	40
L8	38,75	50,32	0,9	29	Bandeja perforada	XLPE	3x6/6+6TT Cu	2,54	0,63	25

A continuación se explican las abreviaturas de las tablas anteriores:

**Línea** = designación de la línea eléctrica a la que hace referencia.

**I<sub>n</sub>** = intensidad nominal de la línea en amperios.

**I<sub>cat</sub>** = intensidad resultante de multiplicar I<sub>n</sub> por un factor de corrección que depende del tipo de receptor.

**L** = longitud de la línea en metros.

**Canalización** = Tipo de canalización por la que se distribuye la líneas.

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

**ϕTubo (mm)** = diámetro exterior mínimo del tubo

## 2.4. CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO:

### 2.4.1. INTRODUCCION:

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

El poder de corte deberá ser igual o superior a la corriente de cortocircuito (I<sub>cc</sub>) y se calculará siempre aguas arriba de la protección a diseñar.

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

### 2.4.2 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR:

Primeramente se calculará la impedancia aguas arriba del transformador. La potencia de cortocircuito proporcionada por la red según la compañía suministradora (en este caso IBERDROLA), es de:

$$S_{cc} = 500\text{MVA.}$$

Despreciamos la resistencia R frente a la reactancia X, para calcular la impedancia de la red aguas arriba del transformador.

$$Z_{MT} = \frac{U_{AT}^2}{S_{cc}} = \frac{13,2\text{K}^2}{500 \times 10^6} = 0,35\text{j}\Omega$$

Donde:

$Z_{MT}$  = Impedancia o reactancia aguas arriba en  $\Omega$ .

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

$$Z_{LBT} = Z_{MT} \times \left(\frac{U_{BT}}{U_{MT}}\right)^2 = 0,35 \times \left(\frac{400}{13,2K}\right)^2 = 0,32 \text{ m}\Omega.$$

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

$$Z_{TRAF0} = U_{cc} \times \left(\frac{U_{BT}^2}{S_n}\right) = \left(\frac{6}{100}\right) \times \frac{400^2}{1000 \times 10^3} = 9,6 \text{ m}\Omega j$$

Donde:

U: tensión en vacío entre fases en voltios.

U<sub>cc</sub>: tensión de cortocircuito en % (6%).

S<sub>n</sub>: potencia aparente en KVA (1000KVA).

Z<sub>TRAF0</sub>: impedancia del transformador m $\Omega$ .

Así ya se puede calcular la intensidad de cortocircuito a la salida el Transformador (secundario):

$$Z_d = Z_{LBT} + Z_{TRAF0} = 0,32 + 9,6 = 9,92 \text{ m}\Omega j$$

$$I_{cc} = \frac{U_s}{\sqrt{3} \times Z_d} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 9,92 \times 10^{-3}} = 23,28 \text{ KA}$$

Donde:

I<sub>cc</sub>: Corriente de cortocircuito en KA.

Z<sub>T</sub>: Impedancia total en m $\Omega$ j.

### 2.4.3. CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN:

Se parte de los datos obtenidos en el secundario del transformador en los que tenemos una impedancia Z<sub>T</sub>= 8.32 m $\Omega$ j inductiva.



Una vez hecho esto se calculan los valores de la resistencia, la reactancia y la impedancia, desde la acometida hasta el Cuadro General de Distribución de la empresa: 19,5 metros de acometida, formada por 3 fases de  $3 \times 300 \text{mm}^2$ .

$$R_L = \rho \frac{L}{S} = \frac{1}{56} \times \frac{19,5}{3 \times 300} = 0,387 \text{m}\Omega$$

$$Z_{TRAFO} = 9,6 \text{ m}\Omega.$$

$$Z_{BT} = 0,32 \text{ m}\Omega.$$

$$Z_{AUT} = (0,15 \text{ m}\Omega \cdot 3) = 0,45 \text{ m}\Omega$$

$$Z_d = R_L + (Z_{TRAFO} + Z_{BT} + Z_{AUT}) = 0,38 \times 10^{-3} + 10,37 \times 10^{-3} \text{j}\Omega$$

$$|Z_d| = \sqrt{R_L^2 + Z_T^2} = \sqrt{(0,38 \times 10^{-3})^2 + (10,37 \times 10^{-3})^2} = 10,37 \times 10^{-3} \Omega$$

$$I_{ccmax} = \frac{U_s}{\sqrt{3} \times Z_d} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 10,37 \times 10^{-3}} = 22,27 \text{ KA}$$

#### 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 las abreviaturas de las tablas que se describen a continuación:

Línea: Designación de la línea eléctrica a la que hace referencia

L(m): Longitud en metros desde el cuadro hasta el circuito que se alimenta

S(mm): Sección en milímetros del cable por el que pasa la corriente, desde el cuadro hasta alcanzar el circuito.

$U_n$ (V): Tensión nominal de la línea en voltios

Zd: Impedancia directa en m $\Omega$

Zo: Impedancia homopolar en m $\Omega$

Iccmax: Es la corriente de cortocircuito máxima en KA

Iccmin: Es la corriente de cortocircuito mínima en KA

$t_{micc}$ : Tiempo de desconexión para cada Iccmin (seg)

Curva: es el tiempo de disparo del interruptor.

**CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN:**

Linea	L (m)	S (mm)	$U_N$	$Z_d$ ( $m\Omega$ )	$ 2Z_d + Z_0 $	$I_{ccmax}$ (KA)	PdC (KA)	$I_{ccmin}$ (KA)	$t_{micc}$	$I_n$	Curva
L1	51	50	400	10,37	0,181	22,27	25	3,636	3,86	160	C
L2	78	150	400	10,37	0,097	22,27	25	6,785	10	400	C
L3	86	185	400	10,37	0,088	22,27	25	7,479	12,5	400	C
L4	23	95	400	10,37	0,054	22,27	25	12,188	1,24	250	D
L5	15	16	400	10,37	0,167	22,27	25	3,942	3,37	100	D
L6	8,5	35	400	10,37	0,053	22,27	25	12,418	0,16	125	D
L7	15	16	400	10,37	0,167	22,27	25	3,941	0,33	100	D
L8	29	6	400	10,37	0,833	22,27	25	0,790	1,18	50	C

**CUADRO AUXILIAR 1:**

Linea	L (m)	S (mm)	$U_N$	$Z_d$ ( $m\Omega$ )	$ 2Z_d + Z_0 $	$I_{ccmax}$ (KA)	PdC (KA)	$I_{ccmin}$ (KA)	$t_{micc}$	$I_n$	Curva
L1.C1	10	6	400	21,43	0,465	10,76	15	1,415	0,29	50	D
L1.C2	8	6	400	21,43	0,410	10,76	15	1,605	0,22	50	D
L1.C3	14	4	400	21,43	0,78	10,76	15	0,843	0,40	40	D
L1.C4	7	4	400	21,43	0,48	10,76	15	1,371	0,14	10	D
L1.C5	7	4	230	21,43	0,48	6,20	10	0,788	0,51	20	D

**CUADRO AUXILIAR 2:**

Linea	L (m)	S (mm)	$U_N$	$Z_d$ (m $\Omega$ )	$ 2Z_d + Z_0 $	$I_{ccmax}$ (KA)	PdC (KA)	$I_{ccmin}$ (KA)	$t_{micc}$	$I_n$	Curva
L2.C1	7	95	400	18,44	0,109	12,5	15	6,038	5,06	250	D
L2.C2	6	6	400	18,44	0,265	12,5	15	2,483	0,12	10	D
L2.C3	6	2,5	230	18,44	0,500	7,2	10	0,756	0,22	20	D

**CUADRO AUXILIAR 3:**

Linea	L (m)	S (mm)	$U_N$	$Z_d$ (m $\Omega$ )	$ 2Z_d + Z_0 $	$I_{ccmax}$ (KA)	PdC (KA)	$I_{ccmin}$ (KA)	$t_{micc}$	$I_n$	Curva
L3.C1	7	150	400	13,76	0,103	16,78	20	6,390	11,27	400	C
L3.C2	6	6	400	13,76	0,256	16,78	20	2,571	0,11	10	D
L3.C3	6	2,5	230	13,76	0,895	9,65	10	0,423	0,71	20	C

**CUADRO AUXILIAR 4:**

Linea	L (m)	S (mm)	$U_N$	$Z_d$ (m $\Omega$ )	$ 2Z_d + Z_0 $	$I_{ccmax}$ (KA)	PdC (KA)	$I_{ccmin}$ (KA)	$t_{micc}$	$I_n$	Curva
L4.C1	11	4	400	12,37	0,517	18,67	20	1,273	0,20	40	D
L4.C2	7	16	400	12,37	0,124	18,67	20	5,308	0,18	40	D
L4.C3	6	25	400	12,37	0,091	18,67	20	7,233	0,24	100	D
L4.C4	13	2,5	400	12,37	0,936	18,67	20	0,703	0,26	10	D
L4.C5	13	2,5	230	12,37	0,936	10,73	15	0,404	0,78	20	D

**CUADRO AUXILIAR 5:**

Linea	L (m)	S (mm)	$U_N$	$Z_d$ (m $\Omega$ )	$ 2Z_d + Z_0 $	$I_{ccmax}$ (KA)	PdC (KA)	$I_{ccmin}$ (KA)	$t_{micc}$	$I_n$	Curva
L5.C1	10	2,5	400	20,18	0,851	11,44	15	0,773	0,21	16	D
L5.C2	5	4	400	20,18	0,382	11,44	15	1723	0,11	32	D
L5.C3	32	2,5	400	20,18	2,355	11,44	15	0,279	1,64	16	C
L5.C4	13	2,5	400	20,18	1,05	11,44	15	0,627	0,32	6	D
L5.C5	9	4	400	20,18	0,552	11,44	15	1192	0,23	10	D
L5.C6	9	2,5	230	20,18	0,487	6,58	10	0,777	0,21	20	D

**CUADRO AUXILIAR 6:**

Linea	L (m)	S (mm)	$U_N$	$Z_d$ (m $\Omega$ )	$ 2Z_d + Z_0 $	$I_{ccmax}$ (KA)	PdC (KA)	$I_{ccmin}$ (KA)	$t_{micc}$	$I_n$	Curva
L6.C1	69	6	230	11,67	2,015	11,38	15	0,188	20,82	32	C
L6.C2	81	6	230	11,67	2,360	11,38	15	0,165	28,75	32	C
L6.C3	92	6	230	11,67	2,670	11,38	15	0,141	37,02	32	B
L6.C4	7	1,5	230	11,67	0,826	11,38	15	0,458	0,22	6	D
L6.C5	145	2,5	230	11,67	9,98	11,38	15	0,038	57,24	6	B
L6.C6	6	16	400	11,67	0,120	19,79	25	5,485	0,17	10	D
L6.C7	6	2,5	230	11,67	0,439	11,38	15	0,862	0,17	20	D
L6.C8	81	4	230	11,67	3,517	11,38	15	0,107	18,48	20	B

**CUADRO AUXILIAR 7:**

Linea	L (m)	S (mm)	$U_N$	$Z_d$ (m $\Omega$ )	$ 2Z_d + Z_0 $	$I_{ccmax}$ (KA)	PdC (KA)	$I_{ccmin}$ (KA)	$t_{micc}$	$I_n$	Curva
<b>L7.C1</b>	48	2,5	230	20,18	2,764	6,58	10	0,137	10,25	16	B
<b>L7.C2</b>	52	2,5	230	20,18	3,725	6,58	10	0,101	12,52	16	B
<b>L7.C3</b>	36	1,5	230	20,18	4,27	6,58	10	0,089	5,80	6	C
<b>L7.C4</b>	42	4	230	20,18	1,965	6,58	10	0,193	8,78	25	B
<b>L7.C5</b>	37	4	230	20,18	1,802	6,58	10	0,210	7,42	25	B

**CUADRO AUXILIAR 8:**

Linea	L (m)	S (mm)	$U_N$	$Z_d$ (m $\Omega$ )	$ 2Z_d + Z_0 $	$I_{ccmax}$ (KA)	PdC (KA)	$I_{ccmin}$ (KA)	$t_{micc}$	$I_n$	Curva
<b>L8.C1</b>	68	4	230	87,35	3,737	1,520	6	0,101	32,07	16	B
<b>L8.C2</b>	54	4	230	87,35	3,142	1,520	6	0,120	22,72	16	B
<b>L8.C3</b>	67	1,5	230	87,35	8,481	1,520	6	0,045	22,72	6	D
<b>L8.C4</b>	35	4	230	87,35	2,33	1,520	6	0,162	12,47	25	B

## 2.5. CÁLCULO DE LOS CONDENSADORES PARA LA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA.

### 2.5.1. BATERIA DE CONDENSADORES PARA LA INSTALACIÓN:

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

#### CUADRO AUXILIAR 1:

Línea	Descripción	Potencia (W)	Cos $\varphi$	S (VA)
L1.C1	Brocha 1	23500	0,85	27647
L1.C2	Brocha 2	23500	0,85	27647
L1.C3	Taladro	15000	0,80	18750
L1.C4	1 TC trifásica	5000	0,9	5555
L1.C5	4 TC monofásica	3450	0,9	3833
<b>Total</b>		<b>70450</b>		<b>83432</b>

#### CUADRO AUXILIAR 2:

Línea	Descripción	Potencia (W)	Cos $\varphi$	S (VA)
L2.C1	Temple	117000	0,85	137647
L2.C2	1 TC trifásica	5000	0,9	5555
L2.C3	2 TC monofásicas	3450	0,9	3833
<b>Total</b>		<b>125450</b>		<b>147035</b>

**CUADRO AUXILIAR 3:**

Línea	Descripción	Potencia (W)	Cos $\varphi$	S (VA)
L3.C1	Horno	165000	0,80	206250
L3.C2	1 TC trifásica	5000	0,90	5555
L3.C3	2 TC monofásicas	3450	0,90	3833
<b>Total</b>		<b>173450</b>		<b>215638</b>

**CUADRO AUXILIAR 4:**

Línea	Descripción	Potencia (W)	Cos $\varphi$	S(VA)
L4.C1	Enderezadora	15000	0.80	18750
L4.C2	C.G.M.	17000	0,85	20000
L4.C3	Rectificadora	45000	0,85	52941
L4.C4	1 TC trifásica	5000	0,9	5555
L4.C5	4 TC monofásicas	3450	0,9	3833
<b>Total</b>		<b>85450</b>		<b>101079</b>

**CUADRO AUXILIAR 5:**

Línea	Descripción	Potencia (W)	Cos $\varphi$	S (VA)
L5.C1	Lavadora	6000	0,85	7059
L5.C2	Pulidora	12000	0,85	14117
L5.C3	Puente Grúa	6000	0,85	7059
L5.C4	Puerta de Nave	750	0,9	833
L5.C5	1 TC trifásica	5000	0,9	5555
L5.C6	2 TC monofásicas	3450	0,9	3833
<b>Total</b>		<b>33200</b>		<b>38456</b>

**CUADRO AUXILIAR 6:**

Línea	Descripción	Potencia (W)	Cos $\varphi$	S (VA)
L6.C1	Alumbrado A1 (8 lámparas)	3200	0,9	3555
L6.C2	Alumbrado A2 (8 lámparas)	3200	0,9	3555
L6.C3	Alumbrado A3 (8 lámparas)	3200	0,9	3555
L6.C4	Alumbrado C.G.D.	38	0,9	42
L6.C5	Alumbrado de emergencia (19 lámparas)	114	0,9	126
L6.C6	1 TC trifásica	5000	0,9	5555
L6.C7	2 TC monofásicas	3450	0,9	3833
L6.C8	Alumbrado Exterior (7 lámparas)	1750	0,9	1944
<b>Total</b>		<b>19952</b>		<b>22164</b>



**CUADRO AUXILIAR 7 (Zona de oficinas)**

Línea	Descripción	Potencia (W)	Cos $\varphi$	S (VA)
L7.C1	Alumbrado (sala de reuniones, desp. 1 y desp. 2)	1680	0,9	1866
L7.C2	Alumbrado (laboratorio, pasillo ofic. y aseos ofic.)	1330	0,9	1477
L7.C3	Alumbrado de emergencia (10 lámparas)	60	0,9	66
L7.C4	14 TC monofásicas	5000	0,9	5555
L7.C5	12 TC monofásicas	5000	0,9	5555
<b>Total</b>		<b>13070</b>		<b>14519</b>

**CUADRO AUXILIAR 8 (Zona de vestuarios)**

Línea	Descripción	Potencia (W)	Cos $\varphi$	S (VA)
L8.C1	Alumbrado (área de desc. ,pasilloo vest., aseo fem., vestuario fem.)	1680	0,9	1866
L8.C2	Alumbrado (Almacén de herram., aseo masc., vestuario masc.)	1260	0,9	1400
L8.C3	Alumbrado de emergencia (15 lámparas)	90	0,9	100
L8.C4	19 TC monofásicas	5000	0,9	5555
<b>Total</b>		<b>8030</b>		<b>8921</b>

**CUADRO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

Línea	Descripción	Potencia (W)	Cos $\phi$	S (VA)
LCT1	Alumbrado	110	0,9	122
LCT2	Alumbrado de emergencia	6	0,9	7
LCT3	1 TC monofásica	2000	0,9	2222
<b>Total</b>		<b>2116</b>		<b>2351</b>

La potencia total activa es de:

$$P = 531168 \text{ W}$$

La potencia total aparente es de:

$$S = 633595 \text{ VA}$$

Cos $\phi$  medio:

$$\text{Cos}\phi = \frac{\sum P}{\sum S} = \frac{531168}{633595} = 0,838 \quad \phi = 33^\circ$$

Por lo tanto, la potencia total reactiva consumida será:

$$Q = P \times \text{tg}\phi = 531168 \times \text{tg}34^\circ = 344944 \text{ VAr}$$

Se quiere un coseno cercano a 1, con  $\cos \phi' = 0.95$

$$Q' = P \times \text{tg}\phi' = 174586 \text{ VAr}$$

Por lo que la potencia a compensar sería:

$$Q_b = Q - Q' = 344944 - 174586 = 170358 \text{ VAr}$$

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 170358 VAR. El equipo seleccionado para la corrección automática del factor de potencia es una batería de condensadores de 180KVAR de la serie VARSET marca Schneider.

Las baterías automáticas elegidas tienen una serie de características:

- Tensión asignada: 400 V, trifásicos 50 Hz.
- Grado de protección IP31
- Auto transformador 400/230 V, integrado.
- Normas: IEC 60439-1, EN 60439-1 y IEC 61921

### 2.5.2 CÁLCULO DEL CONDUCTOR DE LA BATERÍA

Aplicando la fórmula de la potencia se halla la intensidad:

$$Q = \sqrt{3} \times V \times I_n \times \sin\phi$$

Siendo:

$\sin\phi = 1$ , el de la batería de condensadores

$V = 400$  V

$Q =$  potencia de la batería de condensadores (180 KVAR).

Sustituyendo y despejando  $I_n = 259,8$ A

El cable de la conexión de la batería con el C.G.D. tendrá una sección de  $150\text{mm}^2$  RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN.

### 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.

El cálculo del interruptor automático se basa en la intensidad consumida por la batería de condensadores. Este valor debe ser multiplicado por un coeficiente de seguridad especificado en la ITC-BT 48 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, donde establece que los aparatos de mando y protección deben soportar en régimen permanente de 1,5 a 1,8 veces la intensidad nominal; en este caso aplicamos un coeficiente de 1,5 obteniendo una intensidad de:

$$I_n = 259,8 \text{ A} \quad I = 259,8 \times 1,5 = 389,7 \text{ A}$$

La intensidad de cortocircuito será la de la entrada al C.G.D.

$$I_{cc} = 22,27 \text{ KA}$$

Se elige un interruptor magnetotérmico con poder de corte 25KA,  $I_n = 400 \text{ A}$ .

## **2.6. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA**

### **2.6.1. INVESTIGACIÓN DEL TERRENO**

Según la ITC-BT 18 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y tal como está explicado en la memoria del presente proyecto, 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.

Con el objetivo de hacer más segura la instalación y aunque la nave industrial no sea un local especialmente húmedo, a la hora de calcular la puesta a tierra se ha de tener cuenta el valor de 24 voltios. Por tanto, la instalación estará protegida para que en caso de que cualquier masa pueda ponerse en tensión, esta no supere el valor de 24 voltios.

La resistividad del terreno media según la tabla 4 de la ITC-BT 18, para terrenos cultivables poco fértiles es de  $500 \Omega\text{m}$ .

La corriente máxima de disparo del interruptor diferencial más sensible que se tendrá en cuenta será de 300 mA.

Entonces, la resistencia del circuito de protección, entendido éste desde la conexión a masa hasta el paso a tierra, deberá cumplir la siguiente expresión:

$$R \leq V_c / I_c$$

Donde:

- R: Resistencia de puesta a tierra en  $\Omega$ .
- $V_c$ : Tensión de contacto en V.
- $I_c$ : Sensibilidad del interruptor diferencial en A.

Por tanto:

$$R \leq 24 / 0,3 = 80 \Omega$$

El electrodo está formado por 4 picas de acero recubiertas de cobre de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud, situadas una en cada esquina de la nave unidas por medio de un conductor desnudo de cobre de  $50 \text{ mm}^2$ . Esta ira unida al mallazo de cimentación a través de un conductor de cobre de  $50 \text{ mm}^2$  de sección por medio de soldaduras a luminotécnicas, formando así una superficie equipotencial a lo largo de toda la nave.

Del cuadro de distribución general se unirá al conductor principal de tierra a través de un conductor de cobre de  $50 \text{ mm}^2$ . Del cuadro de distribución general partirán las derivaciones a los cuadros auxiliares de distribución y de estos partirán los conductores de protección a los distintos receptores.

Una vez elegido cual va a ser la configuración de la instalación, como el número de picas, la sección de los conductores de unión de picas, la naturaleza de los conductores etc. se procede a verificar que la instalación cumple con las condiciones anteriormente expuesta, es decir, que la resistencia de tierra sea inferior a  $80 \Omega$ , con lo que quedará limitada la tensión de contacto.

## 2.6.2. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE TIERRA

### Resistencia de las picas

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

$$R_{\text{pica}} = \rho / L = 500/2 = 250 \Omega$$

L= longitud de la pica = 2m  
D= diámetro de la pica = 14 mm  
 $\rho$  = Resistividad del terreno

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

$$R_{\text{equivalente}} = R_{\text{pica}} / N \qquad N = \text{número de picas}$$

Es nuestro caso se colocarán 4 picas situadas conforme la ITC-BT-18 en los vértices del perímetro formado por el conductor enterrado

$$R_{\text{equivalente}} = R_{\text{pica}} / N = 250/4 = 62,5 \Omega$$

### Resistencia de tierra del conductor de cobre enterrado

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

$$R_{\text{conductor}} = 2 \times \frac{\rho}{L} = 2 \times \frac{500}{305} = 3,28 \Omega$$

L= longitud del conductor en metros 305 m.

### Resistencia a tierra total de la instalación

Tenemos que tener en cuenta que el conjunto de picas y el anillo están en paralelo respecto de tierra, por tanto se cumple que:

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

Donde:

R<sub>t</sub>: Es la resistencia total.

R<sub>c</sub>: Es la resistencia del conductor enterrado.

R<sub>p</sub>: Es la resistencia de las picas.

$$R_t = \frac{R_p \times R_c}{R_p + R_c} = \frac{62,5 \times 3,28}{62,5 + 3,28} = 3,11 \Omega$$

Se comprueba, sabiendo que la intensidad de defecto máxima sería 1000 mA, si la tensión es menor que la máxima permitida:

$$V = I \times R_{total} = 0,3 \times 3,11 = 0,93V < 50 V$$

Por tanto, se toma la instalación por buena

### 2.6.3. 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 al lado del cuadro general.

## 2.7. CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

### DATOS DEL TRANSFORMADOR:

Potencia del transformador (kVA)	1000
Pérdidas en el hierro (W)	1400
Pérdidas en el cobre (W)	10500

Pérdidas en el transformador (W)	11900
Porcentaje de tensión de cortocircuito (%)	6
Potencia de cortocircuito de la red (MVA)	500
Dieléctrico (aceite) (L)	530

### 2.7.1. INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN

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

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

S= Potencia del transformador en KVA. (1000 KVA)

$U_p$ = Tensión compuesta primaria en KV (13,2 KV)

$I_p$ = Intensidad primaria en amperios.

$$I_p = \frac{1000 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 13200} = 43,73A$$

### 2.7.2. INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN

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

$$I_s = \frac{S - W_{Cu} - W_{Fe}}{\sqrt{3} \times U}$$

S= Potencia del transformador en KVA.(1000KVA)

$W_{Cu}$  = Pérdidas en el cobre (arrollamientos) del transformador.

$W_{Fe}$  = Pérdidas en el hierro del transformador.

U= Tensión compuesta en carga del secundario en KV (0,4 KV)

$I_s$  = Intensidad secundaria en Amperios.

Despreciamos las pérdidas del hierro y el cobre y sustituimos:

$$I_s = 1443,37A$$

## 2.7.3. CORTOCIRCUITOS

### 2.7.3.1. INTRODUCCIÓN

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

### 2.7.3.2. CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

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

La intensidad de cortocircuito en el lado de alta tensión la calculamos mediante la siguiente fórmula:

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

Donde:

$S_{cc}$ : potencia de cortocircuito de la red en MVA, 500 MVA.

$U$ : tensión primaria en KV, 13,2 KV.

$I_{ccp}$ : intensidad de cortocircuito primaria en KA.

Sustituyendo los valores en la anterior fórmula se obtiene la intensidad de cortocircuito en el lado de alta tensión:

$$I_{ccp} = 21.87 \text{ Ka}$$

La intensidad de cortocircuito en el lado de baja tensión la calculamos mediante la siguiente fórmula:

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} \times \frac{U_{cc}}{100} \times U_s}$$

Siendo:

$S$ : potencia del transformador en KVA, 1000 KVA.

$U_{cc}$ : tensión porcentual de cortocircuito del transformador, 6%.

$U_s$ : tensión secundaria en carga en voltios, 400 V.



Iccs: intensidad secundaria máxima para un cortocircuito en el lado de baja tensión en KA.

Sustituyendo valores se tendrá:

Iccs= 24,056 KA (intensidad de cortocircuito en el secundario)

### 2.7.3.3. CONEXIÓN CELDAS -TRANSFORMADOR

La intensidad nominal que ha de soportar el cable es:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \times U} = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 13,2} = 43,73A$$

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

### 2.7.3.4. CONEXIÓN DEL SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR AL CUADRO DE BT

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

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} = \frac{1000KVA}{\sqrt{3} \times 400V} = 1443A$$

Se ha decidido poner tres conductores por fase de cobre de 300 mm<sup>2</sup> de sección, que en condiciones normales soporta 620A (3 x 620A = 1860A > 1443A) y provoca una caída de tensión despreciable, cumpliendo así con los criterios de calentamiento y de caída de tensión. El aislamiento del conductor será de XLPE (Polietileno Reticulado).

## 2.7.4. OTRAS INSTALACIONES DEL CENTRO

### 2.7.4.1. ILUMINACIÓN

Se ha decidido colocar dos lámparas fluorescentes de la marca Philips, modelo TMS022 1XTL-D58W HFS+GMS022R

- Tipo de local: Centro de transformación

- Área del local:  $10.61 m^2$
- Solución: 2 lámparas TMS022 1XTL-D58W HFS+GMS022R
- Potencia: 110W

#### 2.7.4.2. LUMINARIAS DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN

- Tipo de local: Centro de Transformación
- Área del local :  $10,61m^2$
- Proporción  $5 lm/m^2$
- Solución: 1 luminaria Legrand Serie serie U21 Ref.661701, no permanentes con señalización.
- Potencia: 6W

#### 2.7.4.3. CUADRO AUXILIAR DE BAJA TENSIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Línea	Descripción	Potencia (W)	Cos $\varphi$	Tensión (V)	$I_n$ (A)	Fc	$I_{calc}$ (A)	Fase	S (VA)
LCT1	Alumbrado	110	0,9	230	0,53	1,8	0,954	R-N	122
LCT2	Alumbrado de emergencia	6	0,9	230	0,029	1,8	0,052	S-N	7
LCT3	1 TC monofásica	2000	0,9	230	9,66	1,8	17,39	T-N	2222
<b>Total</b>		<b>2116</b>			<b>10,22</b>		<b>18,39</b>		<b>2351</b>

#### 2.7.4.4. DIMENSIONAMIENTO DE LOS CABLES DEL CUADRO AUXILIAR DE BAJA TENSIÓN DEL C.T.

Línea	$I_n$ (A)	$I_{calc}$ (A)	Cos $\varphi$	L (m)	Canalización	Aislamiento	Sección ( $mm^2$ )	$\Delta v$	$\Delta v$ (%)	Tubo $\varnothing$ (mm)
LCT1	0,53	0,954	0,85	5	Bajo tubo	XLPE	1,5/1,5+1,5TT Cu	0,12	0,05	12
LCT2	0,029	0,052	0,9	6	Bajo tubo	XLPE	1,5/1,5+1,5TT Cu	0,006	0,002	12
LCT3	9,66	17,39	0,9	6	Bajo tubo	XLPE	2,5/2,5+2,5TT Cu	1,16	0,50	12

### 2.7.4.5. SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN

Los transformadores han de estar protegidos tanto en el lado de alta como en el de baja. En alta tensión la protección la efectúan las celdas asociadas a los transformadores, mientras que en baja tensión la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

Alta Tensión:

La protección en AT del transformador se realiza utilizando un relé de protección asociado al transformador y mediante una celda de interruptor con fusibles, siendo estos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos. Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida, (muy inferiores a los tiempos de corte de los diferenciales), ya que su función evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuito por toda la instalación.

No obstante, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrían que ser evitadas por el relé de protección del transformador. Los cortocircuitos fusibles son los limitadores de corriente, produciéndose su fusión, para una intensidad determinada, antes de que la corriente haya alcanzado su valor máximo. De todas formas, esta protección debe permitir el paso de la punta de corriente producida en la conexión del transformador en vacío, soportar la intensidad en servicio continuo y sobrecargas eventuales y cortar las intensidades de defecto en los bornes del secundario del transformador.

Como regla práctica, simple y comprobada, que tiene en cuenta la conexión en vacío del transformador y evita el envejecimiento del fusible, se puede verificar que la intensidad que hace fundir al fusible en 0,1 segundos es siempre superior o igual a 14 veces la intensidad nominal del transformador.

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia del transformador a proteger. En nuestro caso tenemos un transformador de 1000 kVA, por tanto la intensidad del fusible de media tensión será de 40 A.

### 2.7.5. DIMENSIONAMIENTO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.

La ventilación del Centro de Transformación se llevará a cabo por medio de ventilación natural en las paredes del mismo, y para evitar la entrada de elementos al interior se instalarán unas rejillas. Esta ventilación es necesaria debido a las pérdidas magnéticas (pérdidas en vacío) y las de los arrollamientos por efecto Joule (pérdidas en carga) Primero se calcula el caudal de aire necesario:

$$Q = \frac{W_{Cu} + W_{Fe}}{1,16 \times \Delta T} \qquad Q = \frac{10,5 + 1,4}{1,16 \times 15} = 0,68 m^3/s$$

Donde:

Q: caudal del aire necesario ( $m^3/s$ )

Wfe: Pérdidas en el hierro. (425 W, dato dado por el fabricante)

Wcu: Pérdidas en los arrollamientos. (2750W, dato dado por el fabricante)

$\Delta T$ : Diferencia de temperatura entre la masa de aire que entra ya la que sale (15°C)

Calculamos la superficie de la rejilla, pero para ello debemos calcular la velocidad del aire:

$$V_s = 4,6 \times \frac{\sqrt{H}}{\Delta T} \qquad V_s = 4,6 \times \frac{\sqrt{2}}{15} = 0,43m/s$$

Donde:

H: Distancia entre los centros de la rejilla (2m).

$\Delta T$ : 15°C.

$V_s$ : Velocidad del aire (m/s).

Por tanto, la superficie mínima de rejilla para entrada de aire será:

$$S_{Eficaz\ rejilla} = \frac{Q}{V_s} \qquad S_{Eficaz\ rejilla} = \frac{0,68}{0,43} = 1,58m^2$$

Donde

$S_{Eficaz\ rejilla}$  : Superficie mínima de la rejilla de ventilación ( $m^2$ ).

La superficie mínima de rejilla para entrada de aire será:

$$S_{Rejilla} = 1,4 \times S_{Eficaz\ rejilla} \qquad S_{Rejilla} = 1,4 \times 1,58 = 2,21m^2$$

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

$$S_{Entrada} = 0,92 \times S_{Salida} \qquad S_{Salida} = \frac{2,212}{0,92} = 2,40m^2$$

### 2.7.6. DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS

Bajo la zona destinada a la colocación del transformador se dispone del correspondiente foso de recogida de líquido dieléctrico para el caso de que se produjera un vaciamiento total. Al tratarse de un edificio prefabricado, el fabricante ya ha dimensionado dicho pozo para que pueda almacenar los 530 litros de dieléctrico que tiene el transformador según los datos dados por el mismo fabricante.

### 2.7.7. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA ATIERRA:

#### 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:

- Resistividad del terreno de 500Ωm.
- Tensión de red: 13,2KV
- Nivel de aislamiento en las instalaciones de baja tensión del centro de transformación = 24KV
- Intensidad de defecto máxima permitida de acuerdo con las normas dadas por las Empresas suministradoras de energía: Id= 400 A

Características del Centro de Transformación:

- La caseta tiene 4460 mm de largo, 2380 mm de ancho y 3045 mm de alto.
- La resistividad del terreno:  $\rho = 500\Omega m$
- La resistividad del hormigón:  $\rho H = 3000 \Omega m$

El neutro de la red de distribución en media tensión está 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). Los valores de K y n para calcular la tensión máxima de contacto aplicada según MIE.RAT 13 en el tiempo de defecto, proporcionado por la compañía son:

$$V_{ca} = \frac{K}{t^n}$$

Dónde:

$V_{ca}$  tensión aplicada en V.  
 $K$  y  $n$  constantes en función del tiempo.

T	K	n	$V_{ca}$
$0,9 \geq t > 0,1$	72	1	$K / t^n$
$3 \geq t > 0,9$	78,5	0,18	$K / t^n$
$5 \geq t > 3$			64 V
$t > 5$			50V

En este caso  $K = 72$  y  $n = 1$ .

Por otra parte, los valores de la impedancia de puesta a tierra del neutro son característicos de cada red, y los proporciona la compañía suministradora:

$$R_n = 0\Omega \text{ y } X_n = 25,4\Omega$$

La intensidad máxima de defecto se producirá en el caso hipotético de que la resistencia de puesta a tierra del Centro de Transformación sea nula. Dicha intensidad será, por tanto igual a:

$$I_{d(\max)} = \frac{U_{p(\max)}}{\sqrt{3} \times Z_n} \qquad I_{d(\max)} = \frac{13200}{\sqrt{3} \times 25,4} = 300,04A$$

Donde:

$I_{d(\max)}$  : Intensidad de defecto máxima (A).

$U_{p(\max)}$ : Tensión del primario máxima (V).

$Z_n$ : Valor de la impedancia de puesta a tierra del neutro ( $\Omega$ ).

### 2.7.7.2. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Para los cálculos a realizar se emplearán las expresiones y procedimientos del “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 de cálculo.

#### 2.7.7.2.1. TIERRA DE PROTECCIÓN

A este sistema se conectarán 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, carcassas de los transformadores, edificio prefabricado, puertas de acceso, rejillas de ventilación, etc.

Para la tierra de protección optaremos por un sistema de las características que se indican a continuación:

- Identificación: Código 50-30/8/84 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0,062 \Omega/\Omega m$$

$$K_p = 0,0096 V/\Omega mA$$

$$K_c = 0.0232 V/\Omega mA$$

Siendo:

K<sub>r</sub>: Resistencia.

K<sub>p</sub>: Tensión de paso.

K<sub>c</sub>: Tensión de contacto exterior.

- Descripción:

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

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm<sup>2</sup> y una longitud de 6 m. Se enterraran verticalmente a una profundidad de 0,8m, estas 8 picas formaran un rectángulo de dimensiones 5 x 3 m.

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

### 2.7.7.2.1.1. CÁLCULOS DE LA TIERRA DE PROTECCIÓN

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

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:

$$R_t' = K_r \times \rho = 0.062 \times 500 = 31 \Omega$$

- Intensidad de defecto:

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \times \sqrt{(R_n + R_t')^2 + X_n^2}} = \frac{13200}{\sqrt{3} \times \sqrt{(0 + 31)^2 + 25^2}} = 191,36 A$$

- Tensión de defecto:

$$U_d = I_d \times R_t = 191.36 \times 31 = 5932,3V$$

$$U_d \geq U_{bt}$$

$U_{bt}$ : Tensión soportada a frecuencia industrial por la instalación en baja tensión, en Voltios.

Los valores normalmente utilizados de la tensión soportada por la instalación de baja tensión son: 4000, 6000, 8000, 10000\* V.

(\* Valor recomendado por UNESA).

El aislamiento de las instalaciones de Baja Tensión del Centro de Transformación deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada ( $U_d$ ), por lo que deberá ser como mínimo 6000V.

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.

### 2.7.7.2.2. 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 5/82 cuyos datos son los siguientes:

$$K_r = 0,0572 \Omega / \Omega m$$

$$K_p = 0,00345 \text{ V}/\Omega mA$$

Descripción:

Estará constituida por 4 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de  $50 \text{ mm}^2$  de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 2 metros. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,5 metros, con una separación entre picas de 3 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 mecánico.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a  $37 \Omega$ . 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 650 mA no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 ( $37 \Omega \times 650 \text{ mA}$ ).

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.

#### 2.7.7.2.2.1. CÁLCULO DE LA TIERRA DE SERVICIO

$$R_t' = K_r \times \rho = 0,0572 \times 500 = 28,6 \Omega$$

#### 2.7.7.2.3. 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 éstas 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:

- Tensión de paso en el exterior,  $Up'$ :

$$Up' = kp \cdot Id' \cdot \rho = 0,0096 \times 191,36 \times 500 = 918,5 \text{ V}$$

#### 2.7.7.2.4. 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  $0,30 \times 0,30$  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.

El prefabricado de hormigón de ORMAZABAL está construido de tal manera que, una vez fabricado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldadura eléctrica.

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo.

No obstante, y según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso en el acceso sea equivalente al valor de la tensión de contacto exterior, que se obtiene mediante la expresión:

$$Up(\text{contacto}) = Up'(\text{acc}) = kc \cdot Id' \cdot \rho = 0,0232 \cdot 191,36 \cdot 500 = 2219,7\text{V}$$

#### 2.7.7.2.5. TENSIONES APLICADAS

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

$$Up(\text{paso}) = 10 \cdot \frac{k}{t^n} \cdot \left( 1 + \frac{6 \cdot \rho}{1000} \right)$$

$$Up(\text{contacto}) = 10 \cdot \frac{k}{t^n} \cdot \left( 1 + \frac{3 \cdot \rho + 3 \cdot \rho h}{1000} \right)$$

Siendo:

$U_p$  = tensiones de paso en voltios.

$k = 72$ .

$n = 1$ .

$t$  = duración de la falta en segundos (0,45 s.).

$\rho$  = resistividad del terreno.

$\rho_H$  = resistividad del hormigón ( $3000 \Omega \cdot m$ ).

Obteniendo los siguientes resultados:

$U_p$  (paso) = 6400V.

$U_p$  (contacto) = 16800V.

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

- En el exterior:

$$U_p' = 918,5 \text{ V} < U_p \text{ (paso)} = 6400 \text{ V.}$$

- En el acceso al centro de transformación:

$$U_p'(\text{acc}) = 2219,7 \text{ V} < U_p \text{ (contacto)} = 16800 \text{ V.}$$

Ahora se comprobará los valores de defecto:

$$U_d' = 5932,3 \text{ V} < U_{BT} = 10000 \text{ V (valor recomendado por UNESA)}$$

#### 2.7.7.2.6. 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 superior a 1000 V 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:

$$D_{\min} = \frac{\rho \cdot I_d'}{2 \cdot \pi \cdot 1000} = \frac{400 \times 191,36}{2 \times \pi \times 1000} = 12,18m$$

### **2.7.7.2.7. 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 en el reglamento, que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

**Pamplona, Agosto 2012**

**Mikel Goñi Jusue**

# ANEXO DIALUX



# Proyecto 1

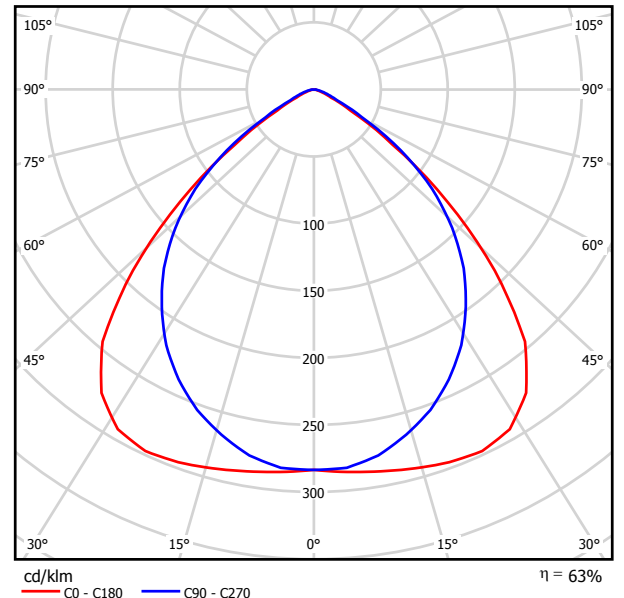
Contacto:  
N° de encargo:  
Empresa:  
N° de cliente:

Fecha: 25.05.2012  
Proyecto elaborado por:

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 / Hoja de datos de luminarias**

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 64 96 100 100 63

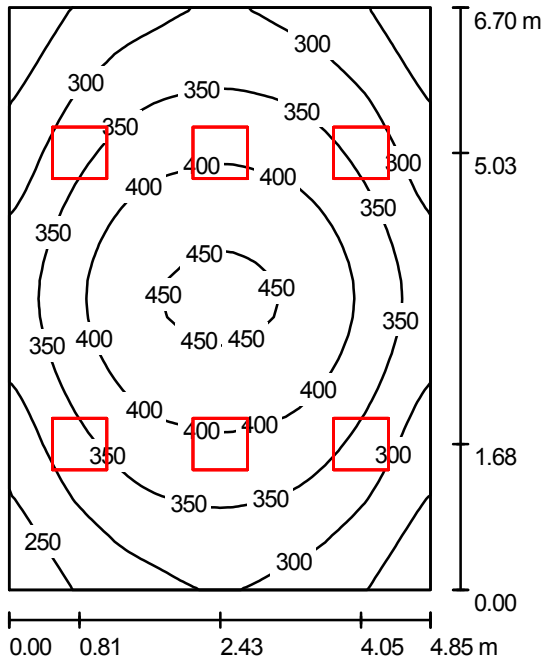
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	15.5	16.6	15.8	16.8	17.0	15.8	16.8	16.0	17.0	17.3
	3H	15.5	16.4	15.8	16.7	16.9	15.8	16.7	16.1	17.0	17.2
	4H	15.4	16.3	15.7	16.6	16.8	15.8	16.7	16.1	16.9	17.2
	6H	15.3	16.2	15.7	16.4	16.7	15.7	16.6	16.1	16.8	17.1
	8H	15.3	16.1	15.7	16.4	16.7	15.7	16.5	16.1	16.8	17.1
4H	12H	15.3	16.0	15.6	16.3	16.6	15.7	16.4	16.1	16.7	17.1
	2H	15.6	16.5	16.0	16.8	17.1	15.8	16.7	16.1	17.0	17.2
	3H	15.6	16.3	16.0	16.6	17.0	15.9	16.6	16.2	16.9	17.3
	4H	15.5	16.2	15.9	16.5	16.9	15.9	16.5	16.3	16.9	17.2
	6H	15.5	16.0	15.9	16.4	16.8	15.9	16.4	16.3	16.8	17.2
8H	8H	15.4	15.9	15.9	16.3	16.7	15.9	16.4	16.3	16.8	17.2
	12H	15.4	15.9	15.8	16.3	16.7	15.9	16.3	16.3	16.7	17.1
	4H	15.5	16.0	15.9	16.3	16.8	15.8	16.3	16.2	16.7	17.1
	6H	15.4	15.8	15.8	16.2	16.7	15.8	16.2	16.3	16.6	17.1
	8H	15.4	15.7	15.8	16.2	16.6	15.8	16.2	16.3	16.6	17.1
12H	12H	15.3	15.6	15.8	16.1	16.6	15.8	16.1	16.3	16.6	17.1
	4H	15.4	15.9	15.9	16.3	16.7	15.8	16.2	16.2	16.6	17.1
	6H	15.4	15.7	15.8	16.2	16.6	15.8	16.1	16.2	16.6	17.0
	8H	15.3	15.6	15.8	16.1	16.6	15.8	16.1	16.3	16.5	17.0
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+1.2 / -2.1					+0.7 / -1.1					
S = 1.5H	+2.4 / -6.4					+1.9 / -4.3					
S = 2.0H	+4.1 / -9.2					+2.9 / -6.5					
Tabla estándar	BK00					BK01					
Sumando de corrección	-4.4					-3.6					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5400lm Flujo luminoso total											



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Almacen de herramientas y mant. / Resumen**



Altura del local: 4.000 m, Altura de montaje: 4.080 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:87

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	348	218	462	0.627
Suelo	20	299	204	379	0.684
Techo	70	74	56	87	0.757
Paredes (4)	50	168	60	444	/

**Plano útil:**

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

**UGR**

Pared izq 16  
Pared inferior 16  
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi- Tran al eje de luminaria

16 16  
16 16

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 (Tipo 1)* (1.000)	3402	5400	70.0

\*Especificaciones técnicas modificadas

Total: 20412

Total: 32400

420.0

Valor de eficiencia energética:  $12.93 \text{ W/m}^2 = 3.71 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $32.50 \text{ m}^2$ )

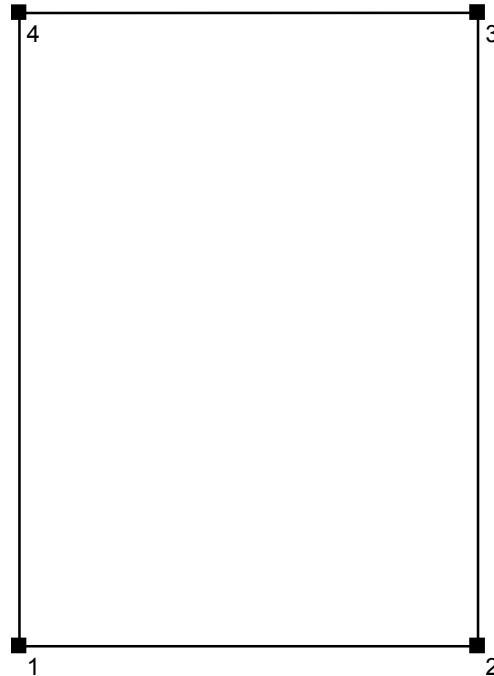
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Almacén de herramientas y mant. / Protocolo de entrada**

Altura del plano útil: 0.850 m  
Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 4.000 m  
Base: 32.50 m<sup>2</sup>



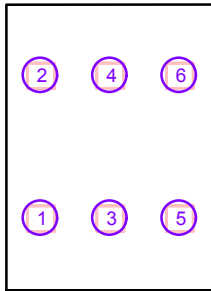
Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	( 0.000   0.000 )	( 4.850   0.000 )	4.850
Pared 2	50	( 4.850   0.000 )	( 4.850   6.700 )	6.700
Pared 3	50	( 4.850   6.700 )	( 0.000   6.700 )	4.850
Pared 4	50	( 0.000   6.700 )	( 0.000   0.000 )	6.700

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Almacen de herramientas y mant. / Luminarias (lista de coordenadas)**

**Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 (Tipo 1)**

3402 lm, 70.0 W, 1 x 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	0.810	1.680	4.080	0.0	0.0	90.0
2	0.810	5.030	4.080	0.0	0.0	90.0
3	2.430	1.680	4.080	0.0	0.0	90.0
4	2.430	5.030	4.080	0.0	0.0	90.0
5	4.050	1.680	4.080	0.0	0.0	90.0
6	4.050	5.030	4.080	0.0	0.0	90.0

## Área de descanso

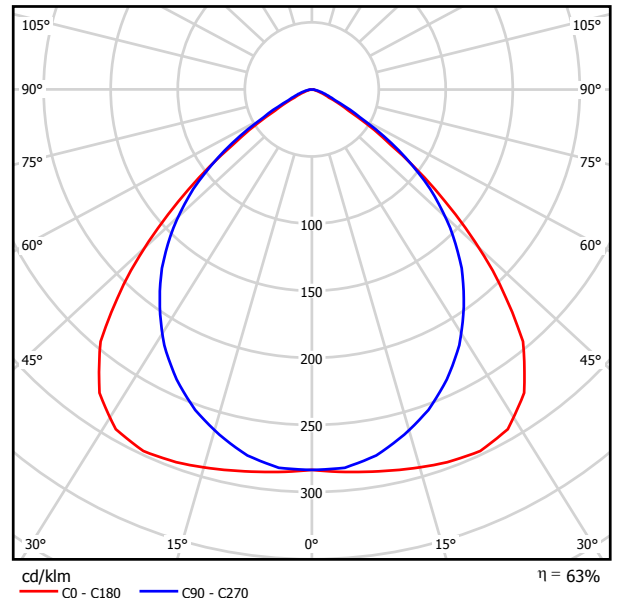
Contacto:  
N° de encargo:  
Empresa:  
N° de cliente:

Fecha: 21.05.2012  
Proyecto elaborado por:

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 / Hoja de datos de luminarias**

Emisión de luz 1:



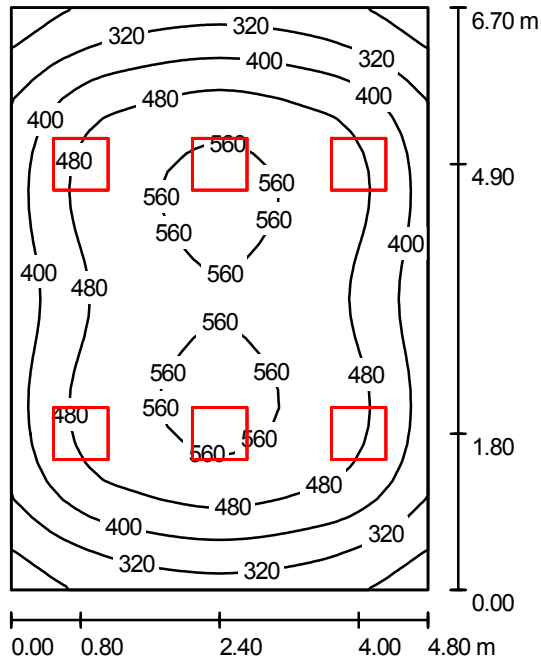
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 64 96 100 100 63

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	15.5	16.6	15.8	16.8	17.0	15.8	16.8	16.0	17.0	17.3
	3H	15.5	16.4	15.8	16.7	16.9	15.8	16.7	16.1	17.0	17.2
	4H	15.4	16.3	15.7	16.6	16.8	15.8	16.7	16.1	16.9	17.2
	6H	15.3	16.2	15.7	16.4	16.7	15.7	16.6	16.1	16.8	17.1
	8H	15.3	16.1	15.7	16.4	16.7	15.7	16.5	16.1	16.8	17.1
4H	12H	15.3	16.0	15.6	16.3	16.6	15.7	16.4	16.1	16.7	17.1
	2H	15.6	16.5	16.0	16.8	17.1	15.8	16.7	16.1	17.0	17.2
	3H	15.6	16.3	16.0	16.6	17.0	15.9	16.6	16.2	16.9	17.3
	4H	15.5	16.2	15.9	16.5	16.9	15.9	16.5	16.3	16.9	17.2
	6H	15.5	16.0	15.9	16.4	16.8	15.9	16.4	16.3	16.8	17.2
8H	8H	15.4	15.9	15.9	16.3	16.7	15.9	16.4	16.3	16.8	17.2
	12H	15.4	15.9	15.8	16.3	16.7	15.9	16.3	16.3	16.7	17.1
	4H	15.5	16.0	15.9	16.3	16.8	15.8	16.3	16.2	16.7	17.1
	6H	15.4	15.8	15.8	16.2	16.7	15.8	16.2	16.3	16.6	17.1
	8H	15.4	15.7	15.8	16.2	16.6	15.8	16.2	16.3	16.6	17.1
12H	12H	15.3	15.6	15.8	16.1	16.6	15.8	16.1	16.3	16.6	17.1
	4H	15.4	15.9	15.9	16.3	16.7	15.8	16.2	16.2	16.6	17.1
	6H	15.4	15.7	15.8	16.2	16.6	15.8	16.1	16.2	16.6	17.0
8H	15.3	15.6	15.8	16.1	16.6	15.8	16.1	16.3	16.5	17.0	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+1.2 / -2.1					+0.7 / -1.1					
S = 1.5H	+2.4 / -6.4					+1.9 / -4.3					
S = 2.0H	+4.1 / -9.2					+2.9 / -6.5					
Tabla estándar	BK00					BK01					
Sumando de corrección	-4.4					-3.6					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5400lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

Área de descanso / Resumen



Altura del local: 2.850 m, Altura de montaje: 2.930 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:87

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	448	198	586	0.441
Suelo	20	382	230	525	0.603
Techo	70	80	56	98	0.695
Paredes (4)	50	173	61	452	/

**Plano útil:**  
 Altura: 0.850 m  
 Trama: 32 x 32 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**UGR**  
 Pared izq 16  
 Pared inferior 15  
 (CIE, SHR = 0.25.)

Longi- Tran al eje de luminaria  
 16 16  
 15 16

Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 31.25%.

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 (Tipo 1)* (1.000)	3402	5400	70.0

\*Especificaciones técnicas modificadas

Total: 20412 Total: 32400 420.0

Valor de eficiencia energética: 13.06 W/m<sup>2</sup> = 2.92 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 32.16 m<sup>2</sup>)

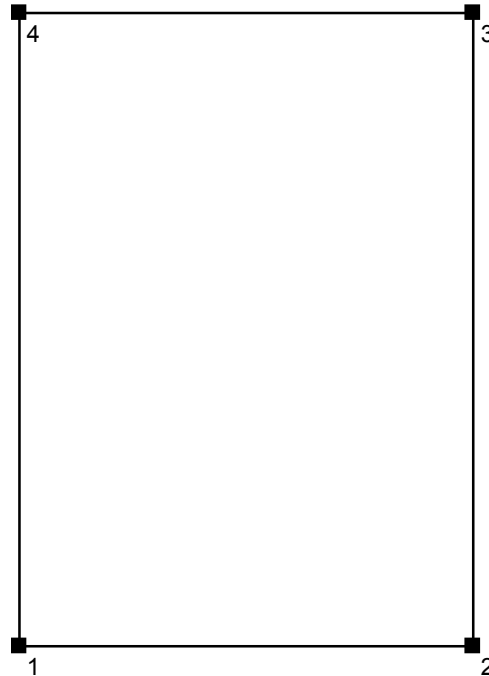
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

Área de descanso / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.850 m  
Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 2.850 m  
Base: 32.16 m<sup>2</sup>



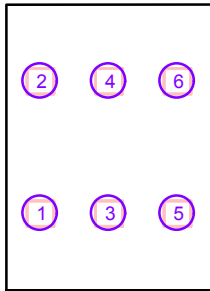
Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	( 0.000   0.000 )	( 4.800   0.000 )	4.800
Pared 2	50	( 4.800   0.000 )	( 4.800   6.700 )	6.700
Pared 3	50	( 4.800   6.700 )	( 0.000   6.700 )	4.800
Pared 4	50	( 0.000   6.700 )	( 0.000   0.000 )	6.700

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Área de descanso / Luminarias (lista de coordenadas)**

**Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 (Tipo 1)**

3402 lm, 70.0 W, 1 x 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	0.800	1.800	2.930	0.0	0.0	90.0
2	0.800	4.900	2.930	0.0	0.0	90.0
3	2.400	1.800	2.930	0.0	0.0	90.0
4	2.400	4.900	2.930	0.0	0.0	90.0
5	4.000	1.800	2.930	0.0	0.0	90.0
6	4.000	4.900	2.930	0.0	0.0	90.0



## Proyecto 6

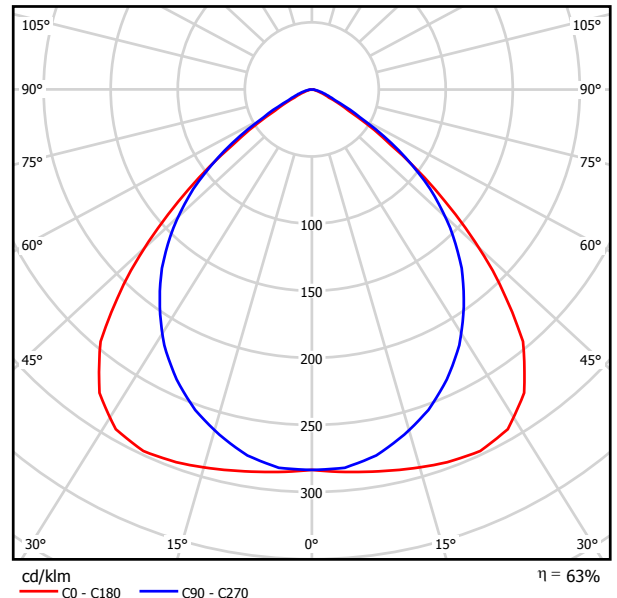
Contacto:  
N° de encargo:  
Empresa:  
N° de cliente:

Fecha: 25.05.2012  
Proyecto elaborado por:

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 / Hoja de datos de luminarias**

Emisión de luz 1:



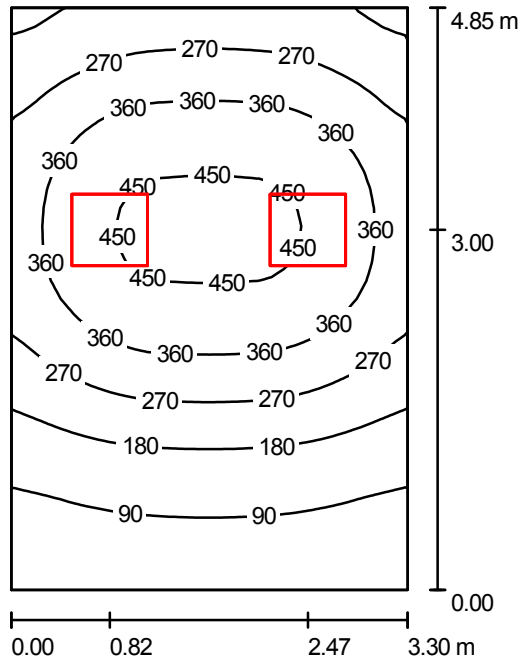
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 64 96 100 100 63

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	15.5	16.6	15.8	16.8	17.0	15.8	16.8	16.0	17.0	17.3
	3H	15.5	16.4	15.8	16.7	16.9	15.8	16.7	16.1	17.0	17.2
	4H	15.4	16.3	15.7	16.6	16.8	15.8	16.7	16.1	16.9	17.2
	6H	15.3	16.2	15.7	16.4	16.7	15.7	16.6	16.1	16.8	17.1
	8H	15.3	16.1	15.7	16.4	16.7	15.7	16.5	16.1	16.8	17.1
4H	12H	15.3	16.0	15.6	16.3	16.6	15.7	16.4	16.1	16.7	17.1
	2H	15.6	16.5	16.0	16.8	17.1	15.8	16.7	16.1	17.0	17.2
	3H	15.6	16.3	16.0	16.6	17.0	15.9	16.6	16.2	16.9	17.3
	4H	15.5	16.2	15.9	16.5	16.9	15.9	16.5	16.3	16.9	17.2
	6H	15.5	16.0	15.9	16.4	16.8	15.9	16.4	16.3	16.8	17.2
8H	8H	15.4	15.9	15.9	16.3	16.7	15.9	16.4	16.3	16.8	17.2
	12H	15.4	15.9	15.8	16.3	16.7	15.9	16.3	16.3	16.7	17.1
	4H	15.5	16.0	15.9	16.3	16.8	15.8	16.3	16.2	16.7	17.1
	6H	15.4	15.8	15.8	16.2	16.7	15.8	16.2	16.3	16.6	17.1
	8H	15.4	15.7	15.8	16.2	16.6	15.8	16.2	16.3	16.6	17.1
12H	12H	15.3	15.6	15.8	16.1	16.6	15.8	16.1	16.3	16.6	17.1
	4H	15.4	15.9	15.9	16.3	16.7	15.8	16.2	16.2	16.6	17.1
	6H	15.4	15.7	15.8	16.2	16.6	15.8	16.1	16.2	16.6	17.0
8H	15.3	15.6	15.8	16.1	16.6	15.8	16.1	16.3	16.5	17.0	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+1.2 / -2.1					+0.7 / -1.1					
S = 1.5H	+2.4 / -6.4					+1.9 / -4.3					
S = 2.0H	+4.1 / -9.2					+2.9 / -6.5					
Tabla estándar	BK00					BK01					
Sumando de corrección	-4.4					-3.6					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5400lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Aseo fem. oficinas / Resumen**



Altura del local: 2.850 m, Altura de montaje: 2.930 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:63

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	273	46	471	0.169
Suelo	20	217	88	302	0.405
Techo	70	47	26	65	0.549
Paredes (4)	50	104	31	413	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	16	16	
Trama:	32 x 32 Puntos	Pared inferior	15	16	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 (Tipo 1)* (1.000)	3402	5400	70.0

\*Especificaciones técnicas modificadas Total: 6804      Total: 10800      140.0

Valor de eficiencia energética:  $8.75 \text{ W/m}^2 = 3.21 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base: 16.01 m<sup>2</sup>)

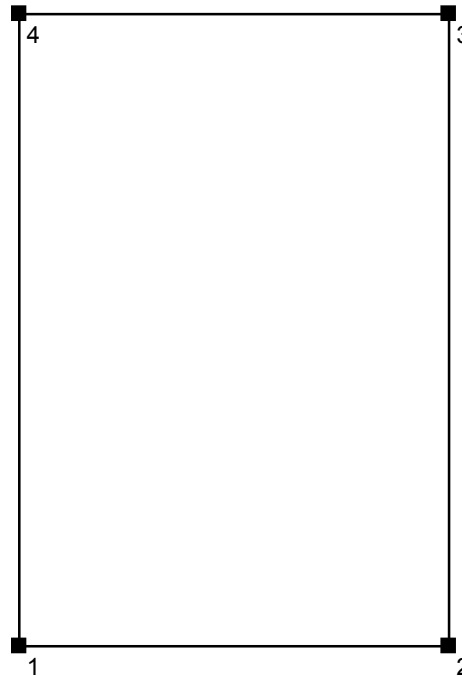
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Aseo fem. oficinas / Protocolo de entrada**

Altura del plano útil: 0.850 m  
Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 2.850 m  
Base: 16.01 m<sup>2</sup>



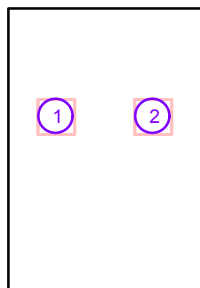
Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	( 0.000   0.000 )	( 3.300   0.000 )	3.300
Pared 2	50	( 3.300   0.000 )	( 3.300   4.850 )	4.850
Pared 3	50	( 3.300   4.850 )	( 0.000   4.850 )	3.300
Pared 4	50	( 0.000   4.850 )	( 0.000   0.000 )	4.850

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Aseo fem. oficinas / Luminarias (lista de coordenadas)**

**Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 (Tipo 1)**

3402 lm, 70.0 W, 1 x 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	0.820	3.000	2.930	0.0	0.0	90.0
2	2.470	3.000	2.930	0.0	0.0	90.0

## **Aseo femenino**

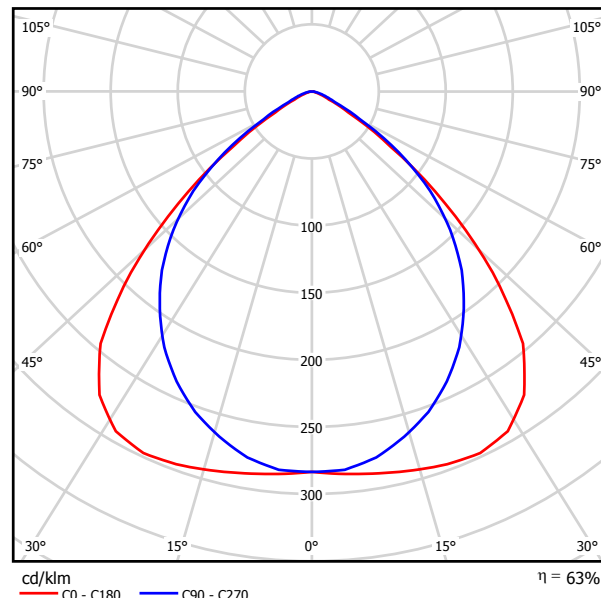
Contacto:  
N° de encargo:  
Empresa:  
N° de cliente:

Fecha: 21.05.2012  
Proyecto elaborado por:

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 / Hoja de datos de luminarias**

Emisión de luz 1:



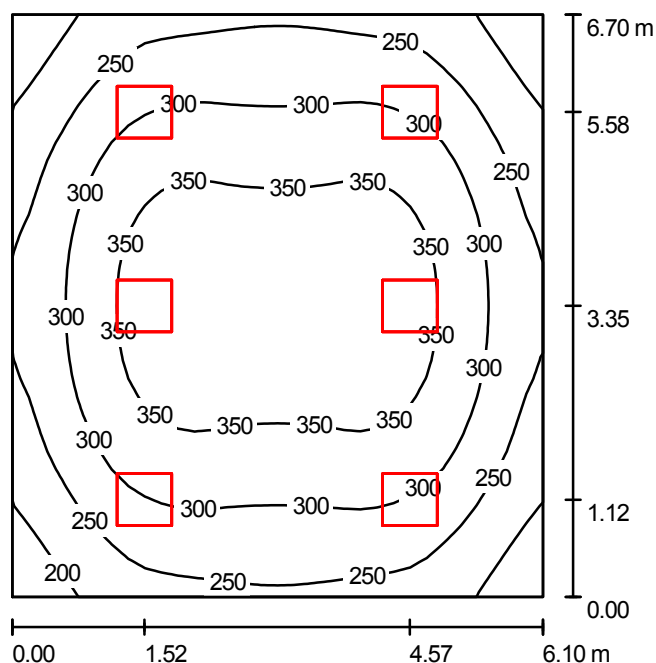
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 64 96 100 100 63

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	15.5	16.6	15.8	16.8	17.0	15.8	16.8	16.0	17.0	17.3
	3H	15.5	16.4	15.8	16.7	16.9	15.8	16.7	16.1	17.0	17.2
	4H	15.4	16.3	15.7	16.6	16.8	15.8	16.7	16.1	16.9	17.2
	6H	15.3	16.2	15.7	16.4	16.7	15.7	16.6	16.1	16.8	17.1
	8H	15.3	16.1	15.7	16.4	16.7	15.7	16.5	16.1	16.8	17.1
4H	12H	15.3	16.0	15.6	16.3	16.6	15.7	16.4	16.1	16.7	17.1
	2H	15.6	16.5	16.0	16.8	17.1	15.8	16.7	16.1	17.0	17.2
	3H	15.6	16.3	16.0	16.6	17.0	15.9	16.6	16.2	16.9	17.3
	4H	15.5	16.2	15.9	16.5	16.9	15.9	16.5	16.3	16.9	17.2
	6H	15.5	16.0	15.9	16.4	16.8	15.9	16.4	16.3	16.8	17.2
8H	8H	15.4	15.9	15.9	16.3	16.7	15.9	16.4	16.3	16.8	17.2
	12H	15.4	15.9	15.8	16.3	16.7	15.9	16.3	16.3	16.7	17.1
	4H	15.5	16.0	15.9	16.3	16.8	15.8	16.3	16.2	16.7	17.1
	6H	15.4	15.8	15.8	16.2	16.7	15.8	16.2	16.3	16.6	17.1
	8H	15.4	15.7	15.8	16.2	16.6	15.8	16.2	16.3	16.6	17.1
12H	12H	15.3	15.6	15.8	16.1	16.6	15.8	16.1	16.3	16.6	17.1
	4H	15.4	15.9	15.9	16.3	16.7	15.8	16.2	16.2	16.6	17.1
	6H	15.4	15.7	15.8	16.2	16.6	15.8	16.1	16.2	16.6	17.0
8H	15.3	15.6	15.8	16.1	16.6	15.8	16.1	16.3	16.5	17.0	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+1.2 / -2.1					+0.7 / -1.1					
S = 1.5H	+2.4 / -6.4					+1.9 / -4.3					
S = 2.0H	+4.1 / -9.2					+2.9 / -6.5					
Tabla estándar	BK00					BK01					
Sumando de corrección	-4.4					-3.6					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5400lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Aseo femennino / Resumen



Altura del local: 4.000 m, Altura de montaje: 4.080 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:87

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	298	170	382	0.571
Suelo	20	260	170	329	0.653
Techo	70	61	49	68	0.807
Paredes (4)	50	137	51	288	/

**Plano útil:**

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

**UGR**

Pared izq 16  
Pared inferior 16  
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

16  
16

Tran

16  
16

al eje de luminaria

Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 100.00%.

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 (Tipo 1)* (1.000)	3402	5400	70.0

\*Especificaciones técnicas modificadas

Total: 20412

Total: 32400

420.0

Valor de eficiencia energética:  $10.28 \text{ W/m}^2 = 3.45 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $40.87 \text{ m}^2$ )



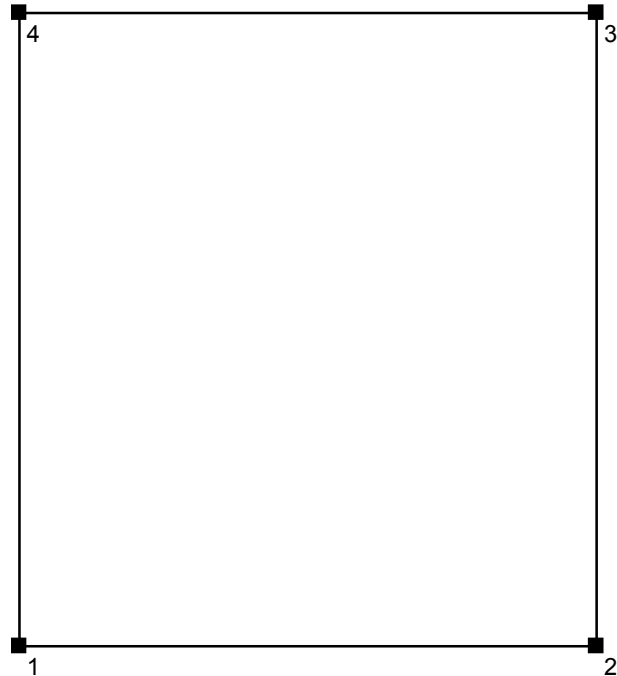
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Aseo femennino / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.850 m  
Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 4.000 m  
Base: 40.87 m<sup>2</sup>



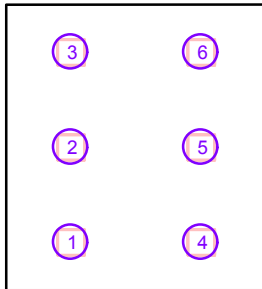
Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	( 0.000   0.000 )	( 6.100   0.000 )	6.100
Pared 2	50	( 6.100   0.000 )	( 6.100   6.700 )	6.700
Pared 3	50	( 6.100   6.700 )	( 0.000   6.700 )	6.100
Pared 4	50	( 0.000   6.700 )	( 0.000   0.000 )	6.700

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Aseo femennino / Luminarias (lista de coordenadas)

#### Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 (Tipo 1)

3402 lm, 70.0 W, 1 x 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.520	1.120	4.080	0.0	0.0	90.0
2	1.520	3.350	4.080	0.0	0.0	90.0
3	1.520	5.580	4.080	0.0	0.0	90.0
4	4.570	1.120	4.080	0.0	0.0	90.0
5	4.570	3.350	4.080	0.0	0.0	90.0
6	4.570	5.580	4.080	0.0	0.0	90.0

## Proyecto 5

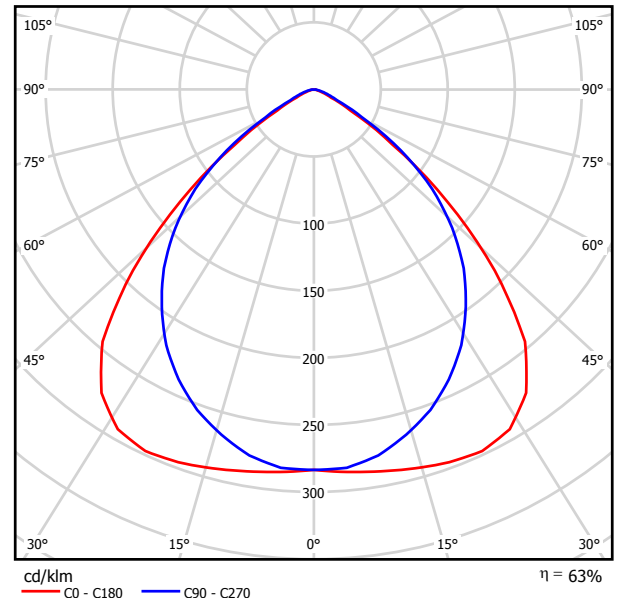
Contacto:  
N° de encargo:  
Empresa:  
N° de cliente:

Fecha: 25.05.2012  
Proyecto elaborado por:

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 / Hoja de datos de luminarias**

Emisión de luz 1:



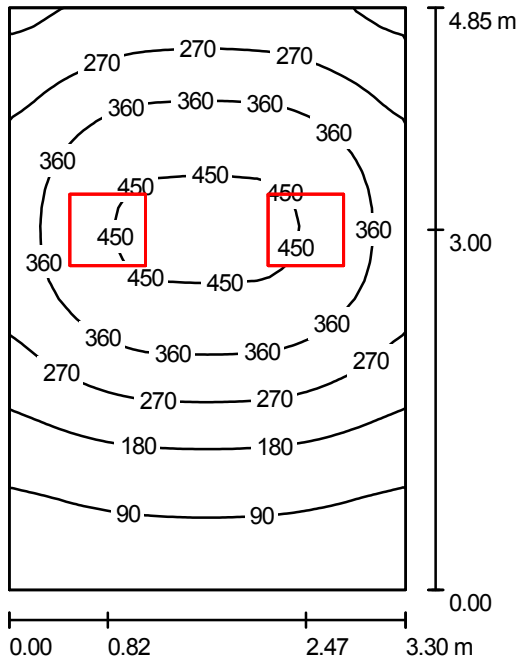
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 64 96 100 100 63

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	15.5	16.6	15.8	16.8	17.0	15.8	16.8	16.0	17.0	17.3
	3H	15.5	16.4	15.8	16.7	16.9	15.8	16.7	16.1	17.0	17.2
	4H	15.4	16.3	15.7	16.6	16.8	15.8	16.7	16.1	16.9	17.2
	6H	15.3	16.2	15.7	16.4	16.7	15.7	16.6	16.1	16.8	17.1
	8H	15.3	16.1	15.7	16.4	16.7	15.7	16.5	16.1	16.8	17.1
4H	12H	15.3	16.0	15.6	16.3	16.6	15.7	16.4	16.1	16.7	17.1
	2H	15.6	16.5	16.0	16.8	17.1	15.8	16.7	16.1	17.0	17.2
	3H	15.6	16.3	16.0	16.6	17.0	15.9	16.6	16.2	16.9	17.3
	4H	15.5	16.2	15.9	16.5	16.9	15.9	16.5	16.3	16.9	17.2
	6H	15.5	16.0	15.9	16.4	16.8	15.9	16.4	16.3	16.8	17.2
8H	8H	15.4	15.9	15.9	16.3	16.7	15.9	16.4	16.3	16.8	17.2
	12H	15.4	15.9	15.8	16.3	16.7	15.9	16.3	16.3	16.7	17.1
	4H	15.5	16.0	15.9	16.3	16.8	15.8	16.3	16.2	16.7	17.1
	6H	15.4	15.8	15.8	16.2	16.7	15.8	16.2	16.3	16.6	17.1
	8H	15.4	15.7	15.8	16.2	16.6	15.8	16.2	16.3	16.6	17.1
12H	12H	15.3	15.6	15.8	16.1	16.6	15.8	16.1	16.3	16.6	17.1
	4H	15.4	15.9	15.9	16.3	16.7	15.8	16.2	16.2	16.6	17.1
	6H	15.4	15.7	15.8	16.2	16.6	15.8	16.1	16.2	16.6	17.0
	8H	15.3	15.6	15.8	16.1	16.6	15.8	16.1	16.3	16.5	17.0
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+1.2 / -2.1					+0.7 / -1.1					
S = 1.5H	+2.4 / -6.4					+1.9 / -4.3					
S = 2.0H	+4.1 / -9.2					+2.9 / -6.5					
Tabla estándar	BK00					BK01					
Sumando de corrección	-4.4					-3.6					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5400lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Aseo masc. oficinas / Resumen**



Altura del local: 2.850 m, Altura de montaje: 2.930 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:63

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	273	46	471	0.169
Suelo	20	217	88	302	0.405
Techo	70	47	26	65	0.549
Paredes (4)	50	104	31	413	/

**Plano útil:**  
 Altura: 0.850 m  
 Trama: 32 x 32 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**UGR**  
 Pared izq 16  
 Pared inferior 15  
 (CIE, SHR = 0.25.)

Longi- Tran al eje de luminaria  
 16 16  
 15 16

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 (Tipo 1)* (1.000)	3402	5400	70.0

\*Especificaciones técnicas modificadas

Total: 6804 Total: 10800 140.0

Valor de eficiencia energética:  $8.75 \text{ W/m}^2 = 3.21 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base: 16.01 m<sup>2</sup>)

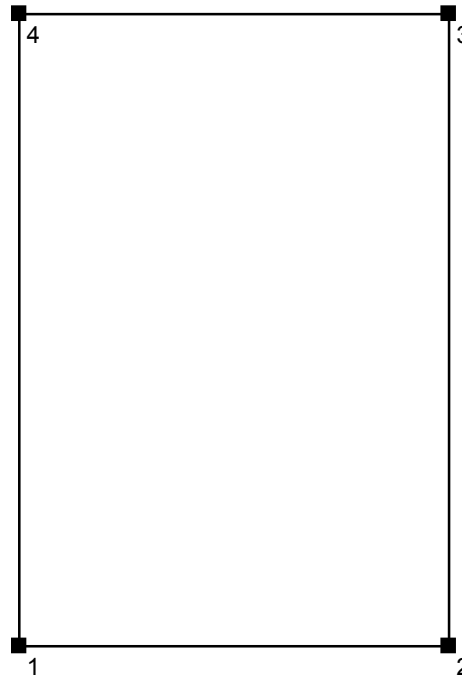
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Aseo masc. oficinas / Protocolo de entrada**

Altura del plano útil: 0.850 m  
Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 2.850 m  
Base: 16.01 m<sup>2</sup>



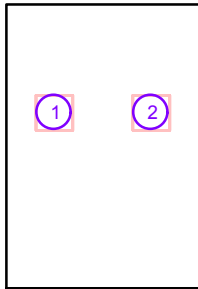
Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	( 0.000   0.000 )	( 3.300   0.000 )	3.300
Pared 2	50	( 3.300   0.000 )	( 3.300   4.850 )	4.850
Pared 3	50	( 3.300   4.850 )	( 0.000   4.850 )	3.300
Pared 4	50	( 0.000   4.850 )	( 0.000   0.000 )	4.850

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Aseo masc. oficinas / Luminarias (lista de coordenadas)**

**Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 (Tipo 1)**

3402 lm, 70.0 W, 1 x 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	0.820	3.000	2.930	0.0	0.0	90.0
2	2.470	3.000	2.930	0.0	0.0	90.0

## Proyecto 3

Contacto:  
N° de encargo:  
Empresa:  
N° de cliente:

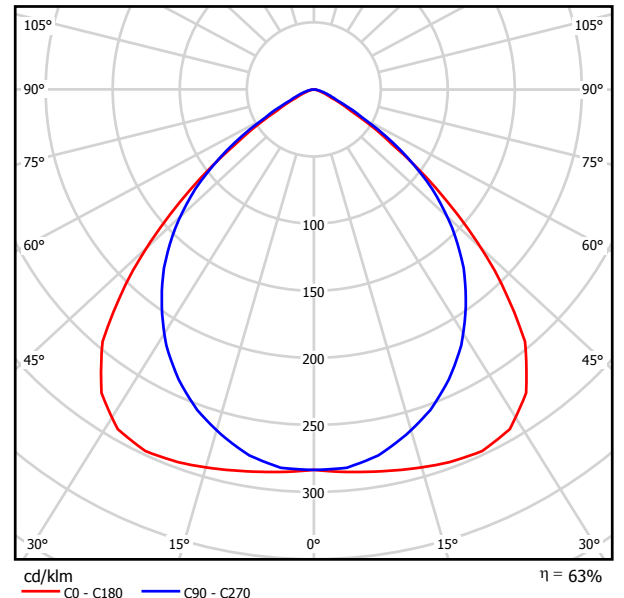
Fecha: 25.05.2012  
Proyecto elaborado por:



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 / Hoja de datos de luminarias**

Emisión de luz 1:



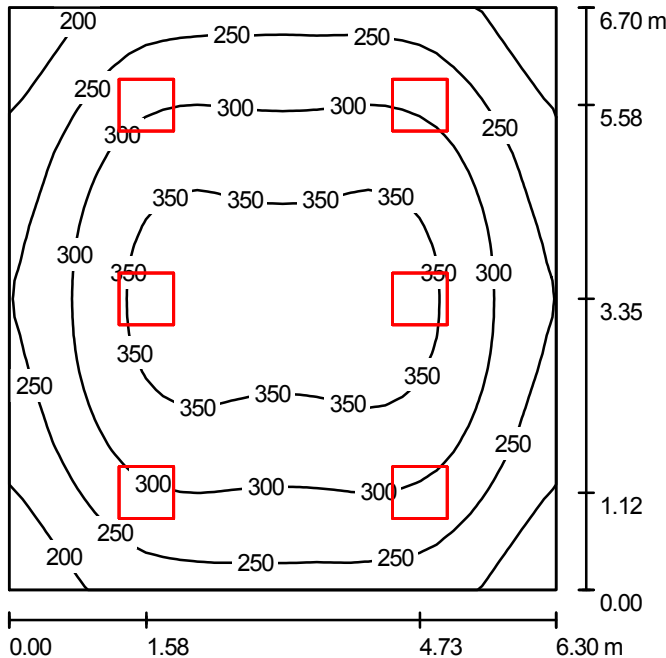
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 64 96 100 100 63

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	15.5	16.6	15.8	16.8	17.0	15.8	16.8	16.0	17.0	17.3
	3H	15.5	16.4	15.8	16.7	16.9	15.8	16.7	16.1	17.0	17.2
	4H	15.4	16.3	15.7	16.6	16.8	15.8	16.7	16.1	16.9	17.2
	6H	15.3	16.2	15.7	16.4	16.7	15.7	16.6	16.1	16.8	17.1
	8H	15.3	16.1	15.7	16.4	16.7	15.7	16.5	16.1	16.8	17.1
4H	12H	15.3	16.0	15.6	16.3	16.6	15.7	16.4	16.1	16.7	17.1
	2H	15.6	16.5	16.0	16.8	17.1	15.8	16.7	16.1	17.0	17.2
	3H	15.6	16.3	16.0	16.6	17.0	15.9	16.6	16.2	16.9	17.3
	4H	15.5	16.2	15.9	16.5	16.9	15.9	16.5	16.3	16.9	17.2
	6H	15.5	16.0	15.9	16.4	16.8	15.9	16.4	16.3	16.8	17.2
8H	8H	15.4	15.9	15.9	16.3	16.7	15.9	16.4	16.3	16.8	17.2
	12H	15.4	15.9	15.8	16.3	16.7	15.9	16.3	16.3	16.7	17.1
	4H	15.5	16.0	15.9	16.3	16.8	15.8	16.3	16.2	16.7	17.1
	6H	15.4	15.8	15.8	16.2	16.7	15.8	16.2	16.3	16.6	17.1
	8H	15.4	15.7	15.8	16.2	16.6	15.8	16.2	16.3	16.6	17.1
12H	12H	15.3	15.6	15.8	16.1	16.6	15.8	16.1	16.3	16.6	17.1
	4H	15.4	15.9	15.9	16.3	16.7	15.8	16.2	16.2	16.6	17.1
	6H	15.4	15.7	15.8	16.2	16.6	15.8	16.1	16.2	16.6	17.0
	8H	15.3	15.6	15.8	16.1	16.6	15.8	16.1	16.3	16.5	17.0
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+1.2 / -2.1					+0.7 / -1.1					
S = 1.5H	+2.4 / -6.4					+1.9 / -4.3					
S = 2.0H	+4.1 / -9.2					+2.9 / -6.5					
Tabla estándar	BK00					BK01					
Sumando de corrección	-4.4					-3.6					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5400lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Aseos masculinos / Resumen**



Altura del local: 4.000 m, Altura de montaje: 4.080 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:87

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	291	165	373	0.567
Suelo	20	255	164	322	0.645
Techo	70	59	48	66	0.809
Paredes (4)	50	133	49	284	/

**Plano útil:**

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

**UGR**

Pared izq 16  
Pared inferior 16  
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi- Tran al eje de luminaria

16 16  
16 16

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 (Tipo 1)* (1.000)	3402	5400	70.0

\*Especificaciones técnicas modificadas

Total: 20412 Total: 32400 420.0

Valor de eficiencia energética:  $9.95 \text{ W/m}^2 = 3.42 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $42.21 \text{ m}^2$ )

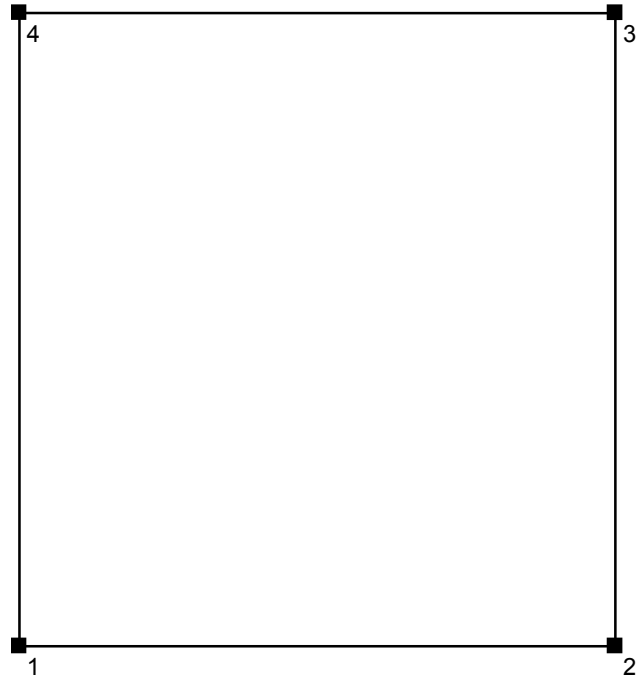
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Aseos masculinos / Protocolo de entrada**

Altura del plano útil: 0.850 m  
Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 4.000 m  
Base: 42.21 m<sup>2</sup>



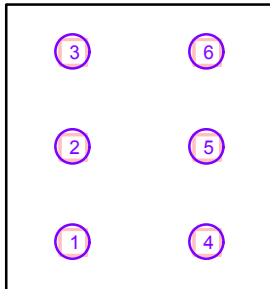
Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	( 0.000   0.000 )	( 6.300   0.000 )	6.300
Pared 2	50	( 6.300   0.000 )	( 6.300   6.700 )	6.700
Pared 3	50	( 6.300   6.700 )	( 0.000   6.700 )	6.300
Pared 4	50	( 0.000   6.700 )	( 0.000   0.000 )	6.700

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Aseos masculinos / Luminarias (lista de coordenadas)**

**Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 (Tipo 1)**

3402 lm, 70.0 W, 1 x 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.580	1.120	4.080	0.0	0.0	90.0
2	1.580	3.350	4.080	0.0	0.0	90.0
3	1.580	5.580	4.080	0.0	0.0	90.0
4	4.730	1.120	4.080	0.0	0.0	90.0
5	4.730	3.350	4.080	0.0	0.0	90.0
6	4.730	5.580	4.080	0.0	0.0	90.0

# Proyecto 1

Contacto:  
N° de encargo:  
Empresa:  
N° de cliente:

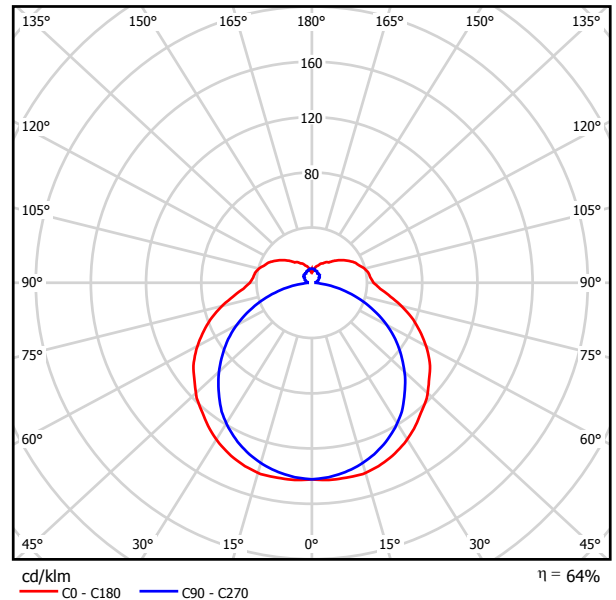
Fecha: 30.05.2012  
Proyecto elaborado por:

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Philips TCS097 2xTL-D18W HFP O / Hoja de datos de luminarias**



Emisión de luz 1:



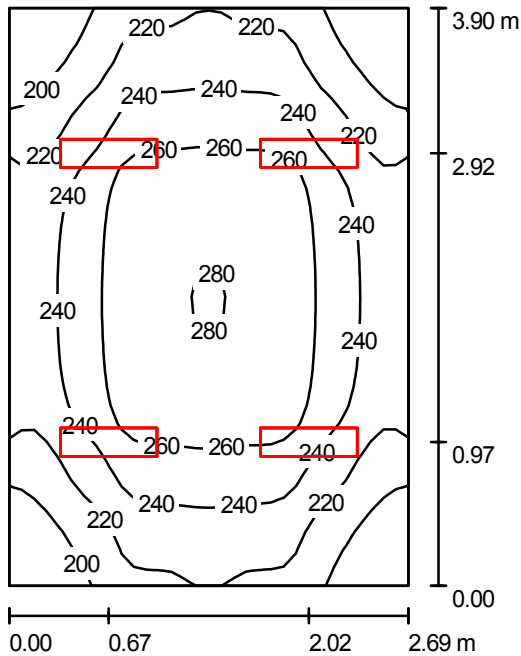
Clasificación luminarias según CIE: 81  
Código CIE Flux: 39 69 89 81 64

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	15.3	16.5	15.9	17.1	17.7	14.2	15.4	14.7	15.9	16.5
	3H	17.4	18.5	18.0	19.0	19.7	15.6	16.7	16.2	17.3	17.9
	4H	18.4	19.4	19.0	20.0	20.7	16.2	17.2	16.8	17.8	18.4
	6H	19.3	20.3	20.0	20.9	21.6	16.5	17.5	17.1	18.1	18.8
	8H	19.8	20.7	20.4	21.3	22.0	16.6	17.5	17.3	18.1	18.9
4H	12H	20.2	21.1	20.9	21.7	22.4	16.7	17.5	17.3	18.2	18.9
	2H	15.9	16.9	16.5	17.5	18.2	15.0	16.1	15.6	16.6	17.3
	3H	18.2	19.1	18.8	19.7	20.4	16.7	17.6	17.4	18.2	18.9
	4H	19.4	20.1	20.0	20.8	21.5	17.4	18.2	18.1	18.8	19.6
	6H	20.5	21.2	21.2	21.8	22.6	17.9	18.6	18.6	19.3	20.0
8H	8H	21.0	21.7	21.7	22.3	23.1	18.1	18.7	18.8	19.4	20.2
	12H	21.6	22.1	22.3	22.8	23.7	18.1	18.7	18.8	19.4	20.2
	4H	19.6	20.3	20.3	21.0	21.8	18.0	18.6	18.7	19.3	20.1
	6H	21.0	21.5	21.7	22.2	23.0	18.7	19.2	19.4	20.0	20.8
	8H	21.7	22.1	22.4	22.9	23.7	19.0	19.4	19.7	20.2	21.0
12H	12H	22.4	22.8	23.1	23.5	24.4	19.2	19.6	19.9	20.3	21.2
	4H	19.6	20.2	20.4	20.9	21.7	18.1	18.7	18.8	19.4	20.2
	6H	21.0	21.5	21.8	22.2	23.1	18.9	19.4	19.7	20.1	21.0
8H	21.8	22.2	22.6	23.0	23.8	19.3	19.7	20.1	20.5	21.3	
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 / -0.7					
Tabla estándar	BK09					BK06					
Sumando de corrección	4.4					0.7					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2700lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Cuadro general de distribución / Resumen**



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:51

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	238	181	281	0.761
Suelo	20	175	141	201	0.806
Techo	70	177	86	793	0.484
Paredes (4)	50	177	86	381	/

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

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	Philips TCS097 2xTL-D18W HFP O (1.000)	1728	2700	38.0
			Total: 6912	Total: 10800	152.0

Valor de eficiencia energética: 14.49 W/m<sup>2</sup> = 6.08 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 10.49 m<sup>2</sup>)

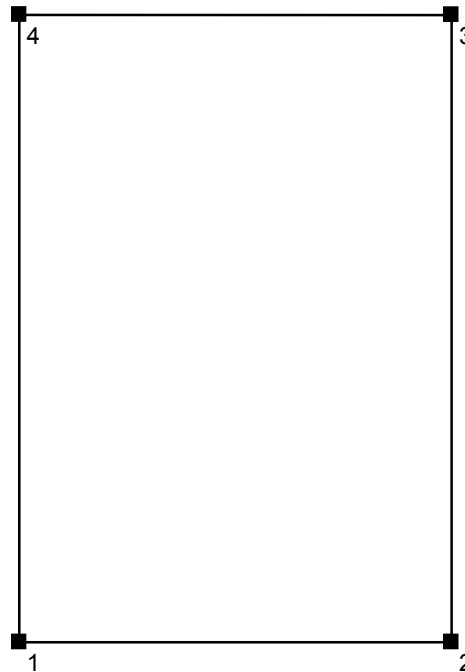
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Cuadro general de distribución / Protocolo de entrada**

Altura del plano útil: 0.850 m  
Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 3.000 m  
Base: 10.49 m<sup>2</sup>



Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	( 0.000   0.000 )	( 2.690   0.000 )	2.690
Pared 2	50	( 2.690   0.000 )	( 2.690   3.900 )	3.900
Pared 3	50	( 2.690   3.900 )	( 0.000   3.900 )	2.690
Pared 4	50	( 0.000   3.900 )	( 0.000   0.000 )	3.900

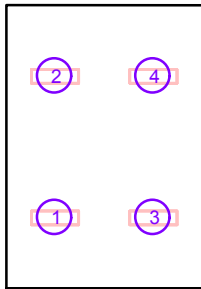


Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Cuadro general de distribución / Luminarias (lista de coordenadas)**

**Philips TCS097 2xTL-D18W HFP O**

1728 lm, 38.0 W, 1 x 2 x TL-D18W/840 (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	0.670	0.970	3.000	0.0	0.0	90.0
2	0.670	2.920	3.000	0.0	0.0	90.0
3	2.020	0.970	3.000	0.0	0.0	90.0
4	2.020	2.920	3.000	0.0	0.0	90.0

# Despacho 1

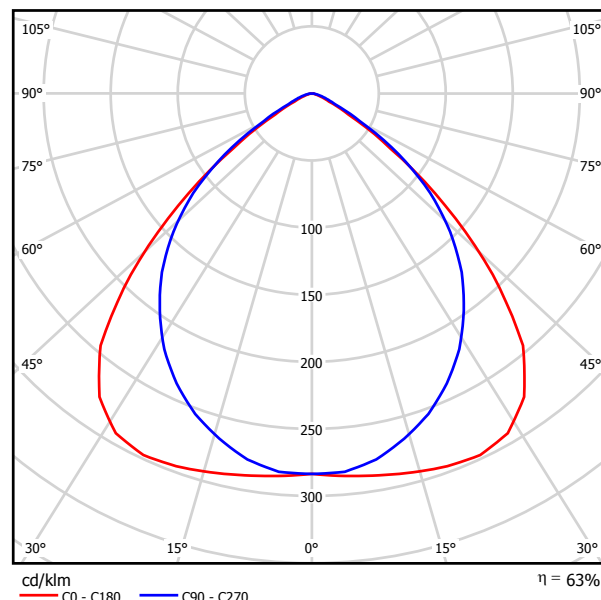
Contacto:  
N° de encargo:  
Empresa:  
N° de cliente:

Fecha: 21.05.2012  
Proyecto elaborado por:

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 / Hoja de datos de luminarias**

Emisión de luz 1:



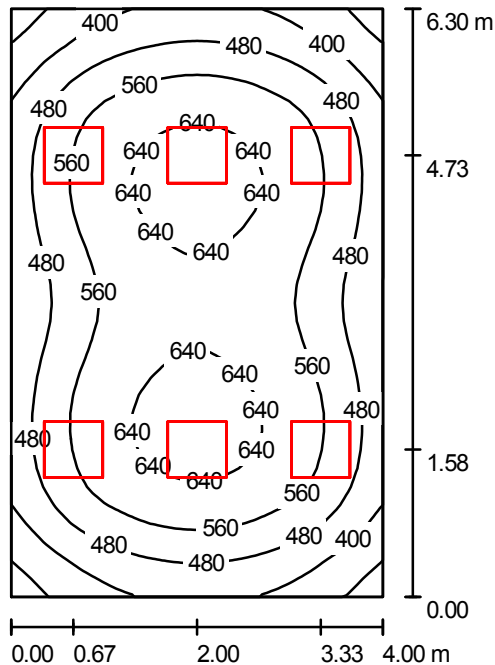
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 64 96 100 100 63

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	15.5	16.6	15.8	16.8	17.0	15.8	16.8	16.0	17.0	17.3
	3H	15.5	16.4	15.8	16.7	16.9	15.8	16.7	16.1	17.0	17.2
	4H	15.4	16.3	15.7	16.6	16.8	15.8	16.7	16.1	16.9	17.2
	6H	15.3	16.2	15.7	16.4	16.7	15.7	16.6	16.1	16.8	17.1
	8H	15.3	16.1	15.7	16.4	16.7	15.7	16.5	16.1	16.8	17.1
4H	12H	15.3	16.0	15.6	16.3	16.6	15.7	16.4	16.1	16.7	17.1
	2H	15.6	16.5	16.0	16.8	17.1	15.8	16.7	16.1	17.0	17.2
	3H	15.6	16.3	16.0	16.6	17.0	15.9	16.6	16.2	16.9	17.3
	4H	15.5	16.2	15.9	16.5	16.9	15.9	16.5	16.3	16.9	17.2
	6H	15.5	16.0	15.9	16.4	16.8	15.9	16.4	16.3	16.8	17.2
8H	8H	15.4	15.9	15.9	16.3	16.7	15.9	16.4	16.3	16.8	17.2
	12H	15.4	15.9	15.8	16.3	16.7	15.9	16.3	16.3	16.7	17.1
	4H	15.5	16.0	15.9	16.3	16.8	15.8	16.3	16.2	16.7	17.1
	6H	15.4	15.8	15.8	16.2	16.7	15.8	16.2	16.3	16.6	17.1
	8H	15.4	15.7	15.8	16.2	16.6	15.8	16.2	16.3	16.6	17.1
12H	12H	15.3	15.6	15.8	16.1	16.6	15.8	16.1	16.3	16.6	17.1
	4H	15.4	15.9	15.9	16.3	16.7	15.8	16.2	16.2	16.6	17.1
	6H	15.4	15.7	15.8	16.2	16.6	15.8	16.1	16.2	16.6	17.0
8H	15.3	15.6	15.8	16.1	16.6	15.8	16.1	16.3	16.5	17.0	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+1.2 / -2.1					+0.7 / -1.1					
S = 1.5H	+2.4 / -6.4					+1.9 / -4.3					
S = 2.0H	+4.1 / -9.2					+2.9 / -6.5					
Tabla estándar	BK00					BK01					
Sumando de corrección	-4.4					-3.6					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5400lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

Despacho 1 / Resumen



Altura del local: 2.850 m, Altura de montaje: 2.930 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:81

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	534	284	674	0.532
Suelo	20	444	294	581	0.662
Techo	70	100	74	118	0.737
Paredes (4)	50	223	74	632	/

**Plano útil:**

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

**UGR**

Pared izq 16  
Pared inferior 15  
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

16  
15

Tran

16  
16

al eje de luminaria

Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 8.79%.

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 (Tipo 1)* (1.000)	3402	5400	70.0

\*Especificaciones técnicas modificadas

Total: 20412

Total: 32400

420.0

Valor de eficiencia energética:  $16.67 \text{ W/m}^2 = 3.12 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $25.20 \text{ m}^2$ )

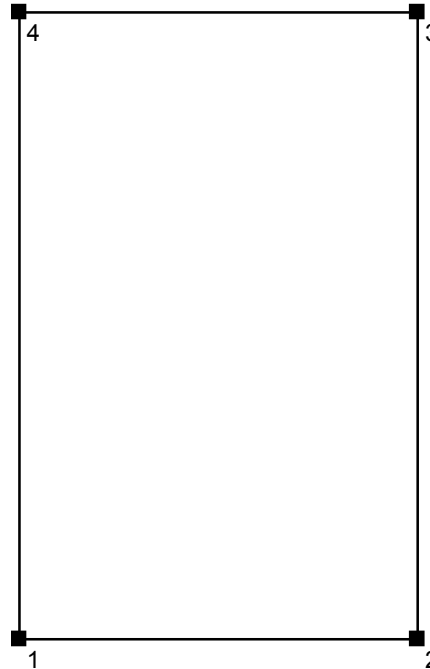
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Despacho 1 / Protocolo de entrada**

Altura del plano útil: 0.850 m  
Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 2.850 m  
Base: 25.20 m<sup>2</sup>



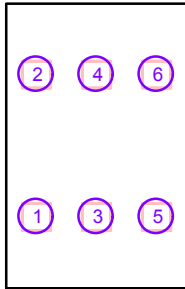
Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	( 0.000   0.000 )	( 4.000   0.000 )	4.000
Pared 2	50	( 4.000   0.000 )	( 4.000   6.300 )	6.300
Pared 3	50	( 4.000   6.300 )	( 0.000   6.300 )	4.000
Pared 4	50	( 0.000   6.300 )	( 0.000   0.000 )	6.300

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Despacho 1 / Luminarias (lista de coordenadas)**

**Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 (Tipo 1)**

3402 lm, 70.0 W, 1 x 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	0.670	1.580	2.930	0.0	0.0	90.0
2	0.670	4.730	2.930	0.0	0.0	90.0
3	2.000	1.580	2.930	0.0	0.0	90.0
4	2.000	4.730	2.930	0.0	0.0	90.0
5	3.330	1.580	2.930	0.0	0.0	90.0
6	3.330	4.730	2.930	0.0	0.0	90.0

## Despacho 2

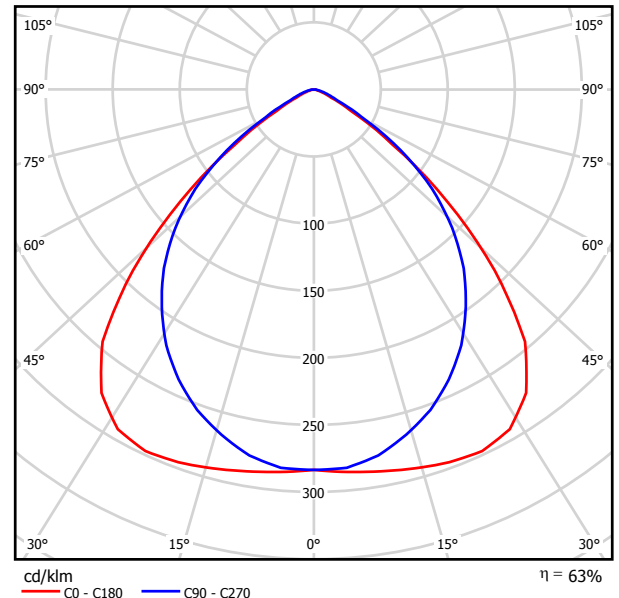
Contacto:  
N° de encargo:  
Empresa:  
N° de cliente:

Fecha: 21.05.2012  
Proyecto elaborado por:

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 / Hoja de datos de luminarias**

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 64 96 100 100 63

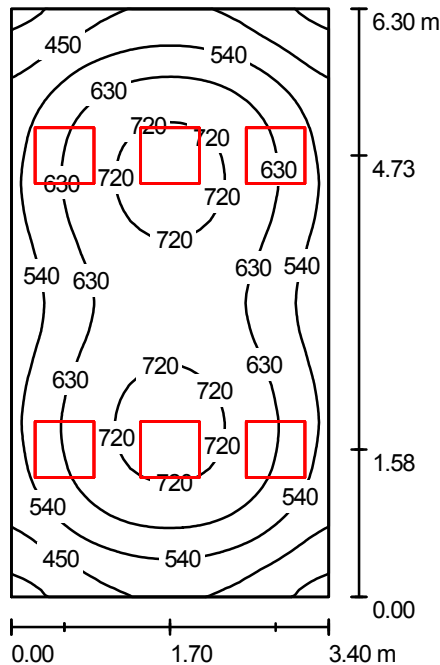
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	15.5	16.6	15.8	16.8	17.0	15.8	16.8	16.0	17.0	17.3
	3H	15.5	16.4	15.8	16.7	16.9	15.8	16.7	16.1	17.0	17.2
	4H	15.4	16.3	15.7	16.6	16.8	15.8	16.7	16.1	16.9	17.2
	6H	15.3	16.2	15.7	16.4	16.7	15.7	16.6	16.1	16.8	17.1
	8H	15.3	16.1	15.7	16.4	16.7	15.7	16.5	16.1	16.8	17.1
4H	12H	15.3	16.0	15.6	16.3	16.6	15.7	16.4	16.1	16.7	17.1
	2H	15.6	16.5	16.0	16.8	17.1	15.8	16.7	16.1	17.0	17.2
	3H	15.6	16.3	16.0	16.6	17.0	15.9	16.6	16.2	16.9	17.3
	4H	15.5	16.2	15.9	16.5	16.9	15.9	16.5	16.3	16.9	17.2
	6H	15.5	16.0	15.9	16.4	16.8	15.9	16.4	16.3	16.8	17.2
8H	8H	15.4	15.9	15.9	16.3	16.7	15.9	16.4	16.3	16.8	17.2
	12H	15.4	15.9	15.8	16.3	16.7	15.9	16.3	16.3	16.7	17.1
	4H	15.5	16.0	15.9	16.3	16.8	15.8	16.3	16.2	16.7	17.1
	6H	15.4	15.8	15.8	16.2	16.7	15.8	16.2	16.3	16.6	17.1
	8H	15.4	15.7	15.8	16.2	16.6	15.8	16.2	16.3	16.6	17.1
12H	12H	15.3	15.6	15.8	16.1	16.6	15.8	16.1	16.3	16.6	17.1
	4H	15.4	15.9	15.9	16.3	16.7	15.8	16.2	16.2	16.6	17.1
	6H	15.4	15.7	15.8	16.2	16.6	15.8	16.1	16.2	16.6	17.0
	8H	15.3	15.6	15.8	16.1	16.6	15.8	16.1	16.3	16.5	17.0
	Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias										
S = 1.0H	+1.2 / -2.1					+0.7 / -1.1					
S = 1.5H	+2.4 / -6.4					+1.9 / -4.3					
S = 2.0H	+4.1 / -9.2					+2.9 / -6.5					
Tabla estándar	BK00					BK01					
Sumando de corrección	-4.4					-3.6					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5400lm Flujo luminoso total											



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

Despacho 2 / Resumen



Altura del local: 2.850 m, Altura de montaje: 2.930 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:81

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	600	344	758	0.573
Suelo	20	489	323	627	0.660
Techo	70	115	76	153	0.658
Paredes (4)	50	258	86	863	/

**Plano útil:**  
 Altura: 0.850 m  
 Trama: 64 x 32 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m  
**UGR**  
 Pared izq 16  
 Pared inferior 15  
 (CIE, SHR = 0.25.)  
 Longi- 16  
 Tran 16  
 al eje de luminaria  
 Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 3.91%.

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 (Tipo 1)* (1.000)	3402	5400	70.0

\*Especificaciones técnicas modificadas

Total: 20412 Total: 32400 420.0

Valor de eficiencia energética:  $19.61 \text{ W/m}^2 = 3.27 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $21.42 \text{ m}^2$ )

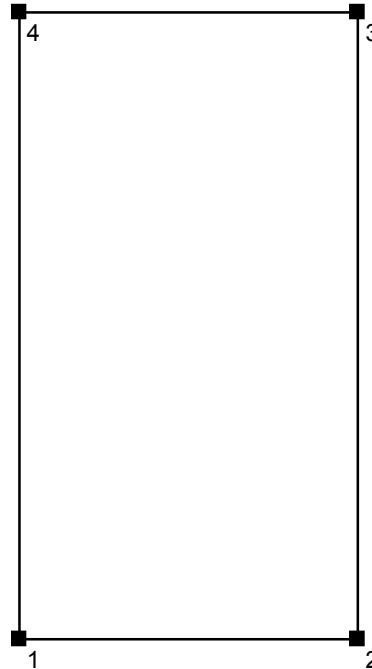
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Despacho 2 / Protocolo de entrada**

Altura del plano útil: 0.850 m  
Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 2.850 m  
Base: 21.42 m<sup>2</sup>



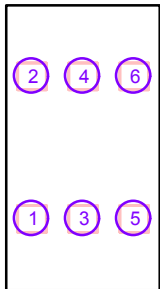
Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	( 0.000   0.000 )	( 3.400   0.000 )	3.400
Pared 2	50	( 3.400   0.000 )	( 3.400   6.300 )	6.300
Pared 3	50	( 3.400   6.300 )	( 0.000   6.300 )	3.400
Pared 4	50	( 0.000   6.300 )	( 0.000   0.000 )	6.300

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Despacho 2 / Luminarias (lista de coordenadas)**

**Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 (Tipo 1)**

3402 lm, 70.0 W, 1 x 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	0.570	1.580	2.930	0.0	0.0	90.0
2	0.570	4.730	2.930	0.0	0.0	90.0
3	1.700	1.580	2.930	0.0	0.0	90.0
4	1.700	4.730	2.930	0.0	0.0	90.0
5	2.830	1.580	2.930	0.0	0.0	90.0
6	2.830	4.730	2.930	0.0	0.0	90.0

# Laboratorio

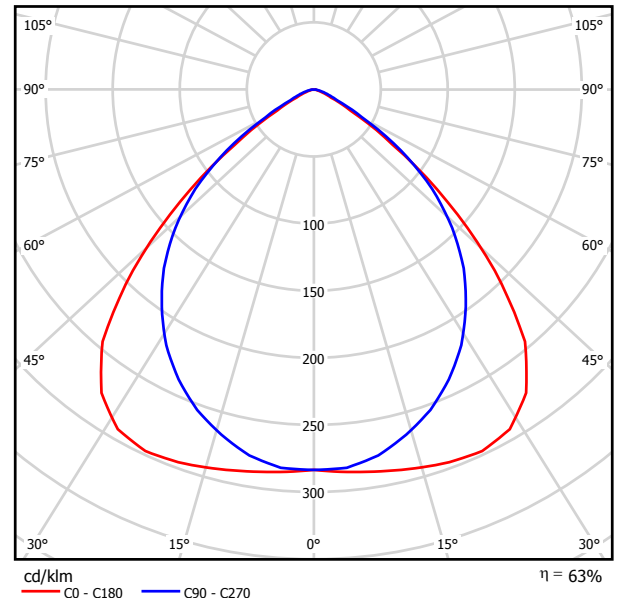
Contacto:  
N° de encargo:  
Empresa:  
N° de cliente:

Fecha: 21.05.2012  
Proyecto elaborado por:

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 / Hoja de datos de luminarias**

Emisión de luz 1:



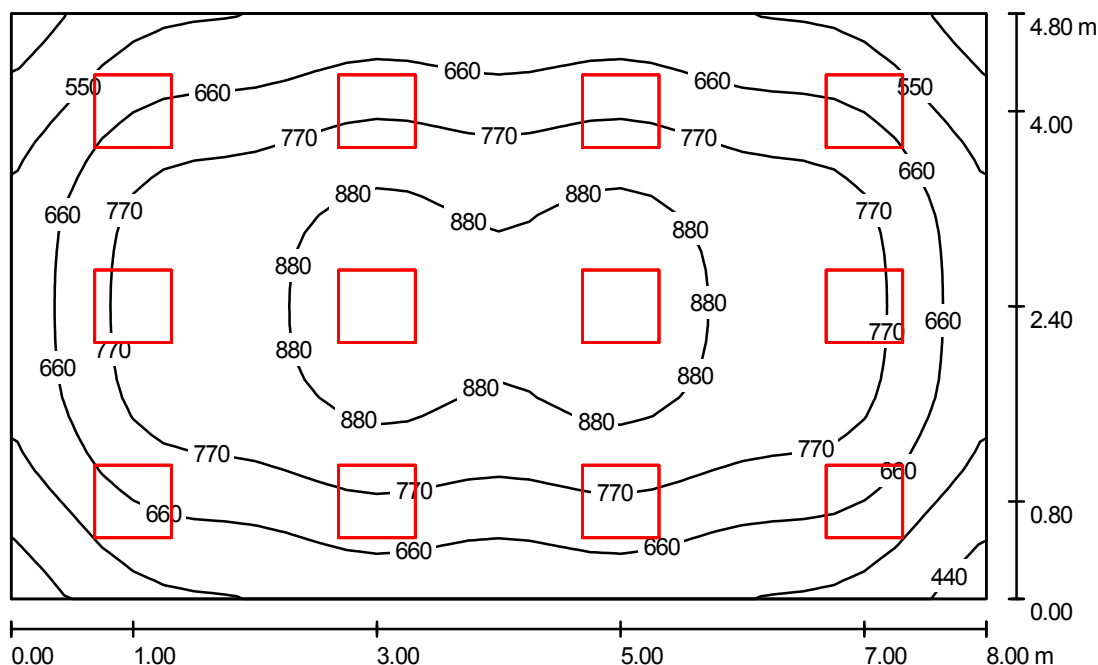
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 64 96 100 100 63

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	15.5	16.6	15.8	16.8	17.0	15.8	16.8	16.0	17.0	17.3
	3H	15.5	16.4	15.8	16.7	16.9	15.8	16.7	16.1	17.0	17.2
	4H	15.4	16.3	15.7	16.6	16.8	15.8	16.7	16.1	16.9	17.2
	6H	15.3	16.2	15.7	16.4	16.7	15.7	16.6	16.1	16.8	17.1
	8H	15.3	16.1	15.7	16.4	16.7	15.7	16.5	16.1	16.8	17.1
4H	12H	15.3	16.0	15.6	16.3	16.6	15.7	16.4	16.1	16.7	17.1
	2H	15.6	16.5	16.0	16.8	17.1	15.8	16.7	16.1	17.0	17.2
	3H	15.6	16.3	16.0	16.6	17.0	15.9	16.6	16.2	16.9	17.3
	4H	15.5	16.2	15.9	16.5	16.9	15.9	16.5	16.3	16.9	17.2
	6H	15.5	16.0	15.9	16.4	16.8	15.9	16.4	16.3	16.8	17.2
8H	8H	15.4	15.9	15.9	16.3	16.7	15.9	16.4	16.3	16.8	17.2
	12H	15.4	15.9	15.8	16.3	16.7	15.9	16.3	16.3	16.7	17.1
	4H	15.5	16.0	15.9	16.3	16.8	15.8	16.3	16.2	16.7	17.1
	6H	15.4	15.8	15.8	16.2	16.7	15.8	16.2	16.3	16.6	17.1
	8H	15.4	15.7	15.8	16.2	16.6	15.8	16.2	16.3	16.6	17.1
12H	12H	15.3	15.6	15.8	16.1	16.6	15.8	16.1	16.3	16.6	17.1
	4H	15.4	15.9	15.9	16.3	16.7	15.8	16.2	16.2	16.6	17.1
	6H	15.4	15.7	15.8	16.2	16.6	15.8	16.1	16.2	16.6	17.0
8H	15.3	15.6	15.8	16.1	16.6	15.8	16.1	16.3	16.5	17.0	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+1.2 / -2.1					+0.7 / -1.1					
S = 1.5H	+2.4 / -6.4					+1.9 / -4.3					
S = 2.0H	+4.1 / -9.2					+2.9 / -6.5					
Tabla estándar	BK00					BK01					
Sumando de corrección	-4.4					-3.6					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5400lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Laboratorio / Resumen



Altura del local: 2.850 m, Altura de montaje: 2.930 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:62

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	730	392	934	0.536
Suelo	20	634	384	814	0.605
Techo	70	140	107	152	0.762
Paredes (4)	50	312	118	571	/

**Plano útil:**

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

**UGR**

Pared izq 15  
Pared inferior 16  
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

15  
16

Tran

16  
16

al eje de luminaria

Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 0.39%.

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	12	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 (Tipo 1)* (1.000)	3402	5400	70.0

\*Especificaciones técnicas modificadas

Total: 40824

Total: 64800

840.0

Valor de eficiencia energética:  $21.88 \text{ W/m}^2 = 3.00 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $38.40 \text{ m}^2$ )

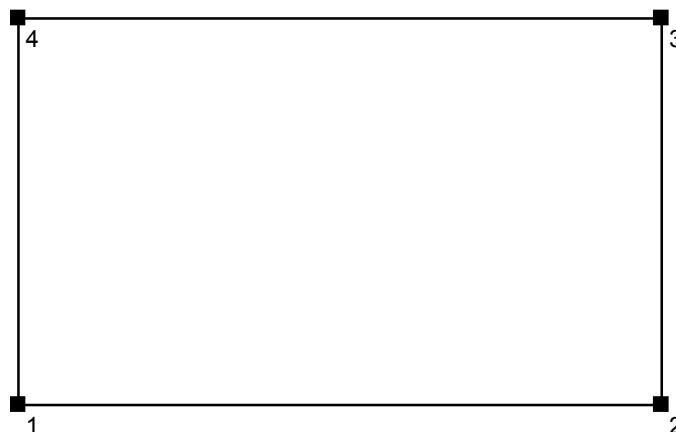
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Laboratorio / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.850 m  
Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 2.850 m  
Base: 38.40 m<sup>2</sup>



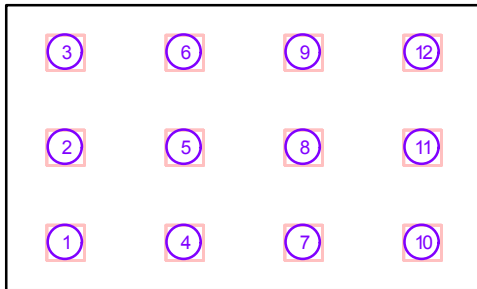
Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	( 0.000   0.000 )	( 8.000   0.000 )	8.000
Pared 2	50	( 8.000   0.000 )	( 8.000   4.800 )	4.800
Pared 3	50	( 8.000   4.800 )	( 0.000   4.800 )	8.000
Pared 4	50	( 0.000   4.800 )	( 0.000   0.000 )	4.800

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Laboratorio / Luminarias (lista de coordenadas)

### Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 (Tipo 1)

3402 lm, 70.0 W, 1 x 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.000	0.800	2.930	0.0	0.0	90.0
2	1.000	2.400	2.930	0.0	0.0	90.0
3	1.000	4.000	2.930	0.0	0.0	90.0
4	3.000	0.800	2.930	0.0	0.0	90.0
5	3.000	2.400	2.930	0.0	0.0	90.0
6	3.000	4.000	2.930	0.0	0.0	90.0
7	5.000	0.800	2.930	0.0	0.0	90.0
8	5.000	2.400	2.930	0.0	0.0	90.0
9	5.000	4.000	2.930	0.0	0.0	90.0
10	7.000	0.800	2.930	0.0	0.0	90.0
11	7.000	2.400	2.930	0.0	0.0	90.0
12	7.000	4.000	2.930	0.0	0.0	90.0



## **Pasillo de oficinas**

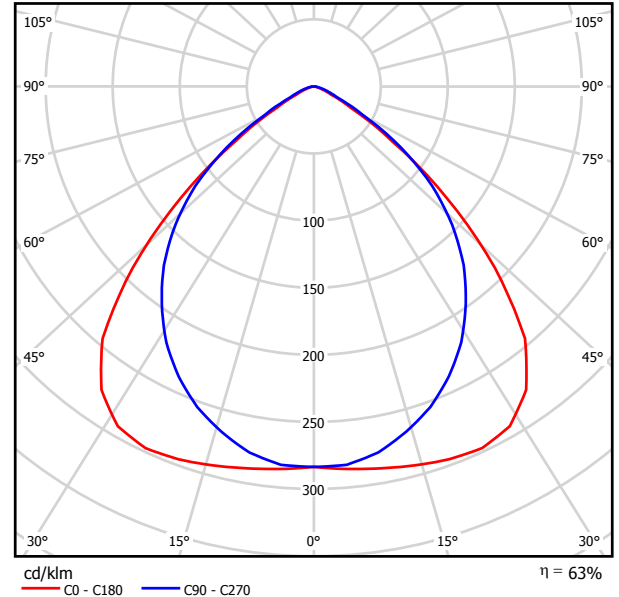
Contacto:  
N° de encargo:  
Empresa:  
N° de cliente:

Fecha: 21.05.2012  
Proyecto elaborado por:

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 / Hoja de datos de luminarias**

Emisión de luz 1:



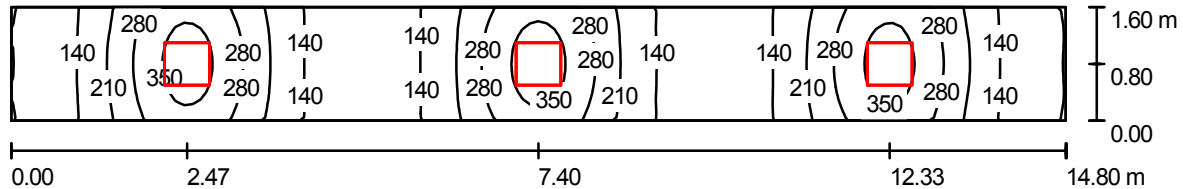
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 64 96 100 100 63

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	15.5	16.6	15.8	16.8	17.0	15.8	16.8	16.0	17.0	17.3
	3H	15.5	16.4	15.8	16.7	16.9	15.8	16.7	16.1	17.0	17.2
	4H	15.4	16.3	15.7	16.6	16.8	15.8	16.7	16.1	16.9	17.2
	6H	15.3	16.2	15.7	16.4	16.7	15.7	16.6	16.1	16.8	17.1
	8H	15.3	16.1	15.7	16.4	16.7	15.7	16.5	16.1	16.8	17.1
4H	12H	15.3	16.0	15.6	16.3	16.6	15.7	16.4	16.1	16.7	17.1
	2H	15.6	16.5	16.0	16.8	17.1	15.8	16.7	16.1	17.0	17.2
	3H	15.6	16.3	16.0	16.6	17.0	15.9	16.6	16.2	16.9	17.3
	4H	15.5	16.2	15.9	16.5	16.9	15.9	16.5	16.3	16.9	17.2
	6H	15.5	16.0	15.9	16.4	16.8	15.9	16.4	16.3	16.8	17.2
8H	8H	15.4	15.9	15.9	16.3	16.7	15.9	16.4	16.3	16.8	17.2
	12H	15.4	15.9	15.8	16.3	16.7	15.9	16.3	16.3	16.7	17.1
	4H	15.5	16.0	15.9	16.3	16.8	15.8	16.3	16.2	16.7	17.1
	6H	15.4	15.8	15.8	16.2	16.7	15.8	16.2	16.3	16.6	17.1
	8H	15.4	15.7	15.8	16.2	16.6	15.8	16.2	16.3	16.6	17.1
12H	12H	15.3	15.6	15.8	16.1	16.6	15.8	16.1	16.3	16.6	17.1
	4H	15.4	15.9	15.9	16.3	16.7	15.8	16.2	16.2	16.6	17.1
	6H	15.4	15.7	15.8	16.2	16.6	15.8	16.1	16.2	16.6	17.0
	8H	15.3	15.6	15.8	16.1	16.6	15.8	16.1	16.3	16.5	17.0
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+1.2 / -2.1					+0.7 / -1.1					
S = 1.5H	+2.4 / -6.4					+1.9 / -4.3					
S = 2.0H	+4.1 / -9.2					+2.9 / -6.5					
Tabla estándar	BK00					BK01					
Sumando de corrección	-4.4					-3.6					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5400lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Pasillo de oficinas / Resumen



Altura del local: 2.850 m, Altura de montaje: 2.930 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:106

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	208	69	377	0.333
Suelo	20	155	82	211	0.532
Techo	70	46	25	72	0.541
Paredes (4)	50	105	28	488	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 16 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 100.00%.

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 (Tipo 1)* (1.000)	3402	5400	70.0

\*Especificaciones técnicas modificadas

Total: 10206

Total: 16200

210.0

Valor de eficiencia energética:  $8.87 \text{ W/m}^2 = 4.27 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $23.68 \text{ m}^2$ )

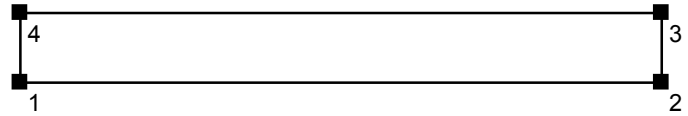
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Pasillo de oficinas / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.850 m  
Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 2.850 m  
Base: 23.68 m<sup>2</sup>



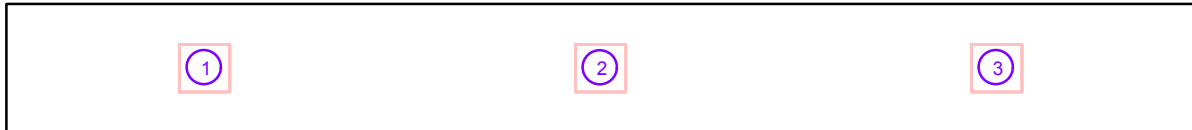
Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	( 0.000   0.000 )	( 14.800   0.000 )	14.800
Pared 2	50	( 14.800   0.000 )	( 14.800   1.600 )	1.600
Pared 3	50	( 14.800   1.600 )	( 0.000   1.600 )	14.800
Pared 4	50	( 0.000   1.600 )	( 0.000   0.000 )	1.600

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Pasillo de oficinas / Luminarias (lista de coordenadas)

#### Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 (Tipo 1)

3402 lm, 70.0 W, 1 x 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	2.470	0.800	2.930	0.0	0.0	90.0
2	7.400	0.800	2.930	0.0	0.0	90.0
3	12.330	0.800	2.930	0.0	0.0	90.0

## Proyecto 4

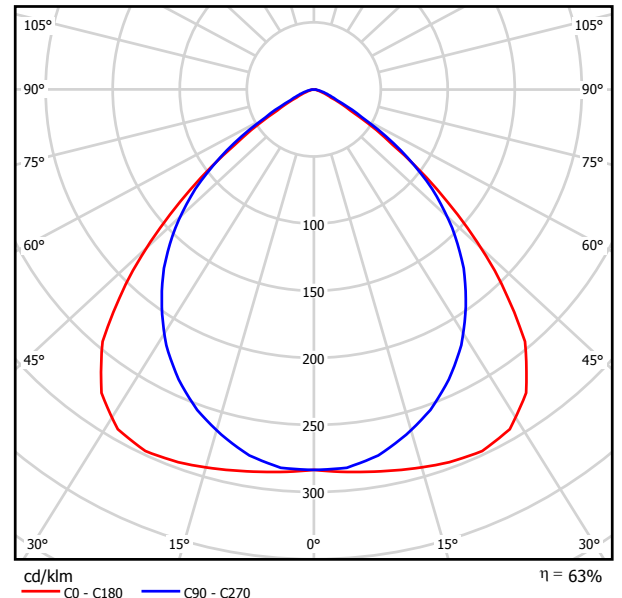
Contacto:  
N° de encargo:  
Empresa:  
N° de cliente:

Fecha: 25.05.2012  
Proyecto elaborado por:

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 / Hoja de datos de luminarias**

Emisión de luz 1:



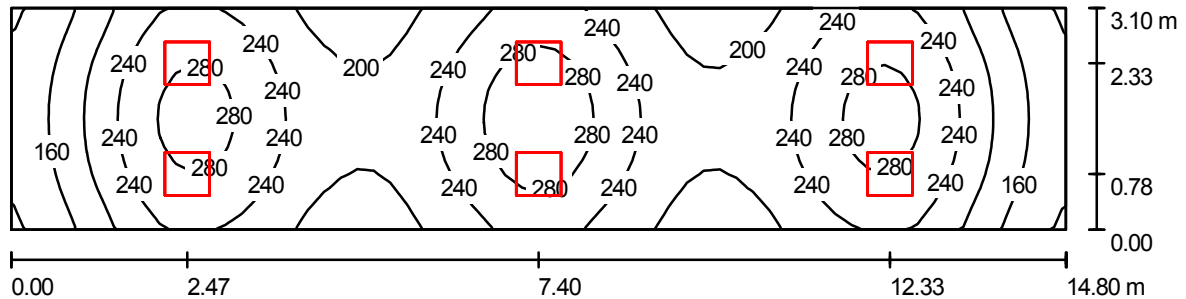
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 64 96 100 100 63

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	15.5	16.6	15.8	16.8	17.0	15.8	16.8	16.0	17.0	17.3
	3H	15.5	16.4	15.8	16.7	16.9	15.8	16.7	16.1	17.0	17.2
	4H	15.4	16.3	15.7	16.6	16.8	15.8	16.7	16.1	16.9	17.2
	6H	15.3	16.2	15.7	16.4	16.7	15.7	16.6	16.1	16.8	17.1
	8H	15.3	16.1	15.7	16.4	16.7	15.7	16.5	16.1	16.8	17.1
4H	12H	15.3	16.0	15.6	16.3	16.6	15.7	16.4	16.1	16.7	17.1
	2H	15.6	16.5	16.0	16.8	17.1	15.8	16.7	16.1	17.0	17.2
	3H	15.6	16.3	16.0	16.6	17.0	15.9	16.6	16.2	16.9	17.3
	4H	15.5	16.2	15.9	16.5	16.9	15.9	16.5	16.3	16.9	17.2
	6H	15.5	16.0	15.9	16.4	16.8	15.9	16.4	16.3	16.8	17.2
8H	8H	15.4	15.9	15.9	16.3	16.7	15.9	16.4	16.3	16.8	17.2
	12H	15.4	15.9	15.8	16.3	16.7	15.9	16.3	16.3	16.7	17.1
	4H	15.5	16.0	15.9	16.3	16.8	15.8	16.3	16.2	16.7	17.1
	6H	15.4	15.8	15.8	16.2	16.7	15.8	16.2	16.3	16.6	17.1
	8H	15.4	15.7	15.8	16.2	16.6	15.8	16.2	16.3	16.6	17.1
12H	12H	15.3	15.6	15.8	16.1	16.6	15.8	16.1	16.3	16.6	17.1
	4H	15.4	15.9	15.9	16.3	16.7	15.8	16.2	16.2	16.6	17.1
	6H	15.4	15.7	15.8	16.2	16.6	15.8	16.1	16.2	16.6	17.0
8H	15.3	15.6	15.8	16.1	16.6	15.8	16.1	16.3	16.5	17.0	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+1.2 / -2.1					+0.7 / -1.1					
S = 1.5H	+2.4 / -6.4					+1.9 / -4.3					
S = 2.0H	+4.1 / -9.2					+2.9 / -6.5					
Tabla estándar	BK00					BK01					
Sumando de corrección	-4.4					-3.6					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5400lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Pasillo de vestuarios / Resumen**



Altura del local: 4.000 m, Altura de montaje: 4.080 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:106

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	227	116	306	0.512
Suelo	20	192	126	233	0.655
Techo	70	53	37	71	0.692
Paredes (4)	50	118	41	509	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
Trama: 64 x 16 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 (Tipo 1)* (1.000)	3402	5400	70.0

\*Especificaciones técnicas modificadas

Total: 20412      Total: 32400      420.0

Valor de eficiencia energética:  $9.15 \text{ W/m}^2 = 4.04 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $45.88 \text{ m}^2$ )



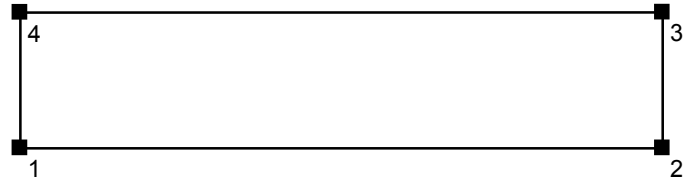
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Pasillo de vestuarios / Protocolo de entrada**

Altura del plano útil: 0.850 m  
Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 4.000 m  
Base: 45.88 m<sup>2</sup>



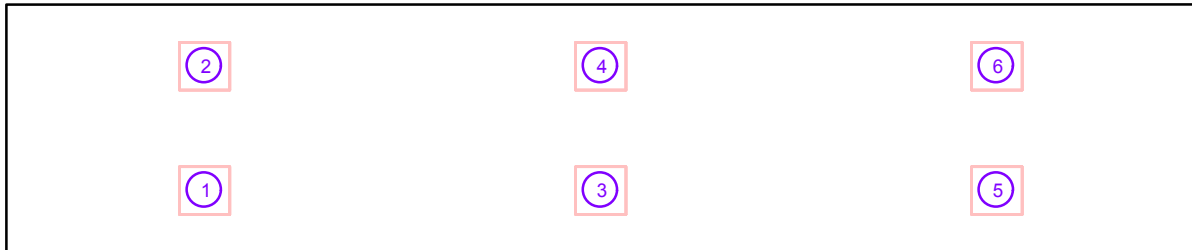
Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	( 0.000   0.000 )	( 14.800   0.000 )	14.800
Pared 2	50	( 14.800   0.000 )	( 14.800   3.100 )	3.100
Pared 3	50	( 14.800   3.100 )	( 0.000   3.100 )	14.800
Pared 4	50	( 0.000   3.100 )	( 0.000   0.000 )	3.100

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Pasillo de vestuarios / Luminarias (lista de coordenadas)**

**Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 (Tipo 1)**

3402 lm, 70.0 W, 1 x 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	2.470	0.780	4.080	0.0	0.0	90.0
2	2.470	2.330	4.080	0.0	0.0	90.0
3	7.400	0.780	4.080	0.0	0.0	90.0
4	7.400	2.330	4.080	0.0	0.0	90.0
5	12.330	0.780	4.080	0.0	0.0	90.0
6	12.330	2.330	4.080	0.0	0.0	90.0

## **Sala de reuniones**

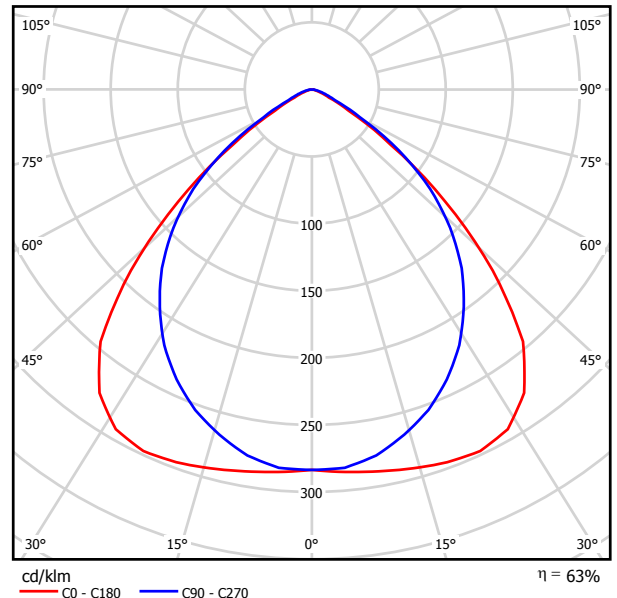
Contacto:  
N° de encargo:  
Empresa:  
N° de cliente:

Fecha: 21.05.2012  
Proyecto elaborado por:

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 / Hoja de datos de luminarias**

Emisión de luz 1:



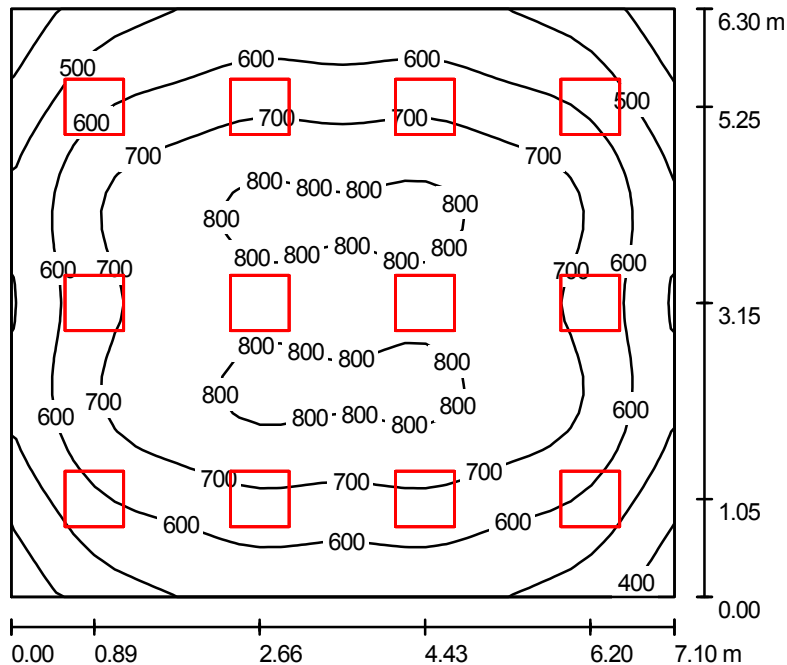
Clasificación luminarias según DIN: A50  
Código CIE Flux: 64 96 100 100 63

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	15.5	16.6	15.8	16.8	17.0	15.8	16.8	16.0	17.0	17.3
	3H	15.5	16.4	15.8	16.7	16.9	15.8	16.7	16.1	17.0	17.2
	4H	15.4	16.3	15.7	16.6	16.8	15.8	16.7	16.1	16.9	17.2
	6H	15.3	16.2	15.7	16.4	16.7	15.7	16.6	16.1	16.8	17.1
	8H	15.3	16.1	15.7	16.4	16.7	15.7	16.5	16.1	16.8	17.1
4H	12H	15.3	16.0	15.6	16.3	16.6	15.7	16.4	16.1	16.7	17.1
	2H	15.6	16.5	16.0	16.8	17.1	15.8	16.7	16.1	17.0	17.2
	3H	15.6	16.3	16.0	16.6	17.0	15.9	16.6	16.2	16.9	17.3
	4H	15.5	16.2	15.9	16.5	16.9	15.9	16.5	16.3	16.9	17.2
	6H	15.5	16.0	15.9	16.4	16.8	15.9	16.4	16.3	16.8	17.2
8H	8H	15.4	15.9	15.9	16.3	16.7	15.9	16.4	16.3	16.8	17.2
	12H	15.4	15.9	15.8	16.3	16.7	15.9	16.3	16.3	16.7	17.1
	4H	15.5	16.0	15.9	16.3	16.8	15.8	16.3	16.2	16.7	17.1
	6H	15.4	15.8	15.8	16.2	16.7	15.8	16.2	16.3	16.6	17.1
	8H	15.4	15.7	15.8	16.2	16.6	15.8	16.2	16.3	16.6	17.1
12H	12H	15.3	15.6	15.8	16.1	16.6	15.8	16.1	16.3	16.6	17.1
	4H	15.4	15.9	15.9	16.3	16.7	15.8	16.2	16.2	16.6	17.1
	6H	15.4	15.7	15.8	16.2	16.6	15.8	16.1	16.2	16.6	17.0
	8H	15.3	15.6	15.8	16.1	16.6	15.8	16.1	16.3	16.5	17.0
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+1.2 / -2.1					+0.7 / -1.1					
S = 1.5H	+2.4 / -6.4					+1.9 / -4.3					
S = 2.0H	+4.1 / -9.2					+2.9 / -6.5					
Tabla estándar	BK00					BK01					
Sumando de corrección	-4.4					-3.6					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5400lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Sala de reuniones / Resumen



Altura del local: 2.850 m, Altura de montaje: 2.930 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:81

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	651	342	827	0.525
Suelo	20	574	332	748	0.578
Techo	70	123	96	133	0.781
Paredes (4)	50	269	98	424	/

**Plano útil:**

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

**UGR**

Pared izq 16  
Pared inferior 16  
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

16

Tran

16

al eje de luminaria

Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 1.95%.

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	12	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 (Tipo 1)* (1.000)	3402	5400	70.0

\*Especificaciones técnicas modificadas

Total: 40824

Total: 64800

840.0

Valor de eficiencia energética:  $18.78 \text{ W/m}^2 = 2.88 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $44.73 \text{ m}^2$ )

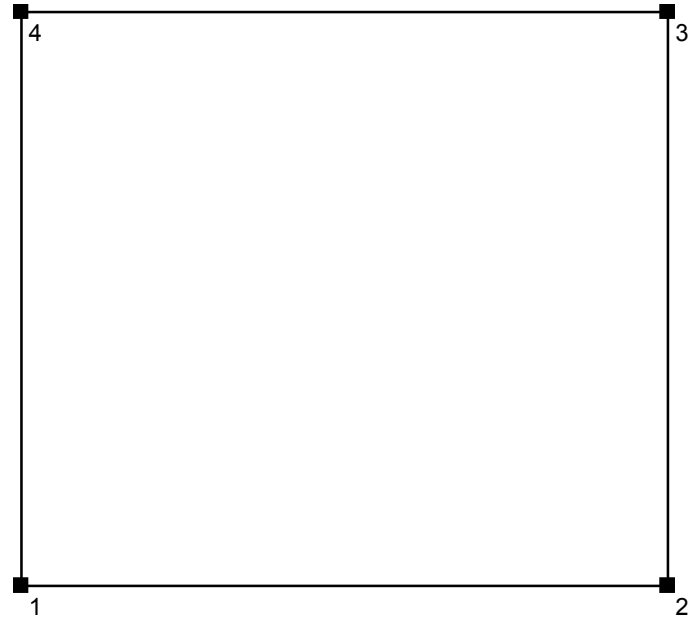
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Sala de reuniones / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.850 m  
Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 2.850 m  
Base: 44.73 m<sup>2</sup>



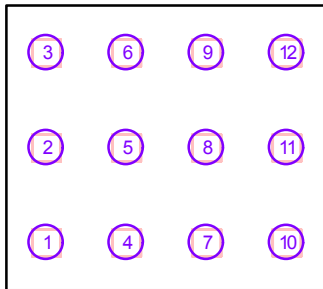
Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	( 0.000   0.000 )	( 7.100   0.000 )	7.100
Pared 2	50	( 7.100   0.000 )	( 7.100   6.300 )	6.300
Pared 3	50	( 7.100   6.300 )	( 0.000   6.300 )	7.100
Pared 4	50	( 0.000   6.300 )	( 0.000   0.000 )	6.300

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Sala de reuniones / Luminarias (lista de coordenadas)

#### Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 (Tipo 1)

3402 lm, 70.0 W, 1 x 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	0.890	1.050	2.930	0.0	0.0	90.0
2	0.890	3.150	2.930	0.0	0.0	90.0
3	0.890	5.250	2.930	0.0	0.0	90.0
4	2.660	1.050	2.930	0.0	0.0	90.0
5	2.660	3.150	2.930	0.0	0.0	90.0
6	2.660	5.250	2.930	0.0	0.0	90.0
7	4.430	1.050	2.930	0.0	0.0	90.0
8	4.430	3.150	2.930	0.0	0.0	90.0
9	4.430	5.250	2.930	0.0	0.0	90.0
10	6.200	1.050	2.930	0.0	0.0	90.0
11	6.200	3.150	2.930	0.0	0.0	90.0
12	6.200	5.250	2.930	0.0	0.0	90.0

## Vestuario femenino

Contacto:  
N° de encargo:  
Empresa:  
N° de cliente:

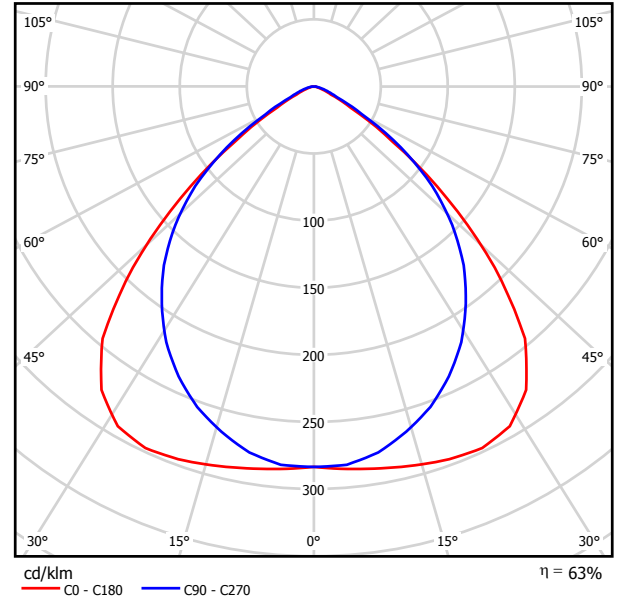
Fecha: 21.05.2012  
Proyecto elaborado por:



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 / Hoja de datos de luminarias**

Emisión de luz 1:



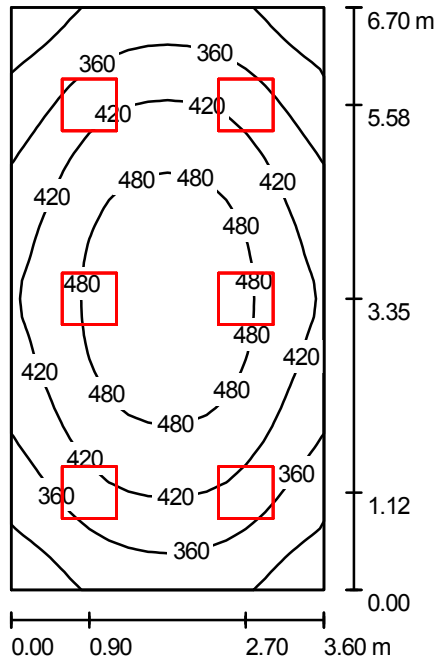
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 64 96 100 100 63

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	15.5	16.6	15.8	16.8	17.0	15.8	16.8	16.0	17.0	17.3
	3H	15.5	16.4	15.8	16.7	16.9	15.8	16.7	16.1	17.0	17.2
	4H	15.4	16.3	15.7	16.6	16.8	15.8	16.7	16.1	16.9	17.2
	6H	15.3	16.2	15.7	16.4	16.7	15.7	16.6	16.1	16.8	17.1
	8H	15.3	16.1	15.7	16.4	16.7	15.7	16.5	16.1	16.8	17.1
4H	12H	15.3	16.0	15.6	16.3	16.6	15.7	16.4	16.1	16.7	17.1
	2H	15.6	16.5	16.0	16.8	17.1	15.8	16.7	16.1	17.0	17.2
	3H	15.6	16.3	16.0	16.6	17.0	15.9	16.6	16.2	16.9	17.3
	4H	15.5	16.2	15.9	16.5	16.9	15.9	16.5	16.3	16.9	17.2
	6H	15.5	16.0	15.9	16.4	16.8	15.9	16.4	16.3	16.8	17.2
8H	8H	15.4	15.9	15.9	16.3	16.7	15.9	16.4	16.3	16.8	17.2
	12H	15.4	15.9	15.8	16.3	16.7	15.9	16.3	16.3	16.7	17.1
	4H	15.5	16.0	15.9	16.3	16.8	15.8	16.3	16.2	16.7	17.1
	6H	15.4	15.8	15.8	16.2	16.7	15.8	16.2	16.3	16.6	17.1
	8H	15.4	15.7	15.8	16.2	16.6	15.8	16.2	16.3	16.6	17.1
12H	12H	15.3	15.6	15.8	16.1	16.6	15.8	16.1	16.3	16.6	17.1
	4H	15.4	15.9	15.9	16.3	16.7	15.8	16.2	16.2	16.6	17.1
	6H	15.4	15.7	15.8	16.2	16.6	15.8	16.1	16.2	16.6	17.0
	8H	15.3	15.6	15.8	16.1	16.6	15.8	16.1	16.3	16.5	17.0
	Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias										
S = 1.0H	+1.2 / -2.1					+0.7 / -1.1					
S = 1.5H	+2.4 / -6.4					+1.9 / -4.3					
S = 2.0H	+4.1 / -9.2					+2.9 / -6.5					
Tabla estándar	BK00					BK01					
Sumando de corrección	-4.4					-3.6					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5400lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

Vestuario femenino / Resumen



Altura del local: 4.000 m, Altura de montaje: 4.080 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:87

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	413	267	524	0.648
Suelo	20	346	248	424	0.717
Techo	70	96	68	108	0.704
Paredes (4)	50	216	78	393	/

**Plano útil:**  
 Altura: 0.850 m  
 Trama: 32 x 16 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m  
**UGR**  
 Pared izq 16  
 Pared inferior 16  
 (CIE, SHR = 0.25.)  
 Longi- 16  
 Tran 16  
 al eje de luminaria  
 Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 40.63%.

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 (Tipo 1)* (1.000)	3402	5400	70.0

\*Especificaciones técnicas modificadas

Total: 20412 Total: 32400 420.0

Valor de eficiencia energética: 17.41 W/m<sup>2</sup> = 4.22 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 24.12 m<sup>2</sup>)

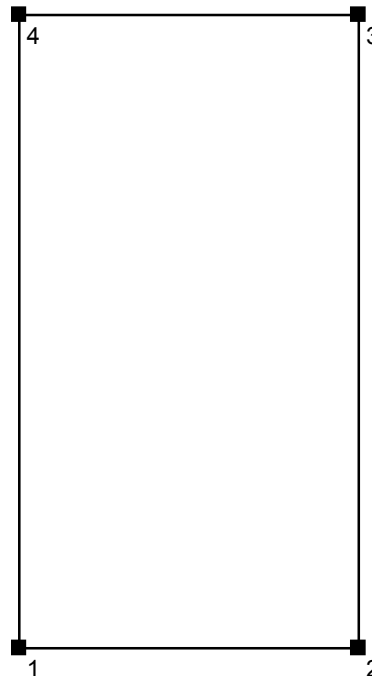
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

Vestuario femenino / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.850 m  
Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 4.000 m  
Base: 24.12 m<sup>2</sup>



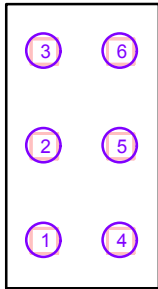
Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	( 0.000   0.000 )	( 3.600   0.000 )	3.600
Pared 2	50	( 3.600   0.000 )	( 3.600   6.700 )	6.700
Pared 3	50	( 3.600   6.700 )	( 0.000   6.700 )	3.600
Pared 4	50	( 0.000   6.700 )	( 0.000   0.000 )	6.700

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Vestuario femenino / Luminarias (lista de coordenadas)

### Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 (Tipo 1)

3402 lm, 70.0 W, 1 x 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	0.900	1.120	4.080	0.0	0.0	90.0
2	0.900	3.350	4.080	0.0	0.0	90.0
3	0.900	5.580	4.080	0.0	0.0	90.0
4	2.700	1.120	4.080	0.0	0.0	90.0
5	2.700	3.350	4.080	0.0	0.0	90.0
6	2.700	5.580	4.080	0.0	0.0	90.0

## Proyecto 2

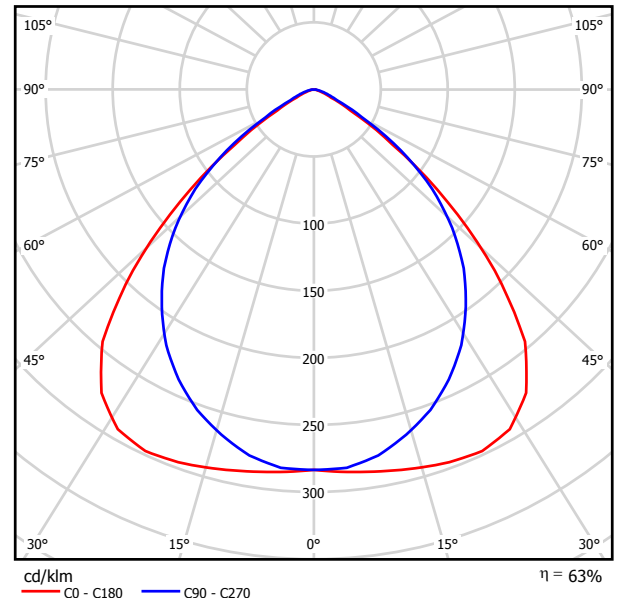
Contacto:  
N° de encargo:  
Empresa:  
N° de cliente:

Fecha: 25.05.2012  
Proyecto elaborado por:

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 / Hoja de datos de luminarias**

Emisión de luz 1:



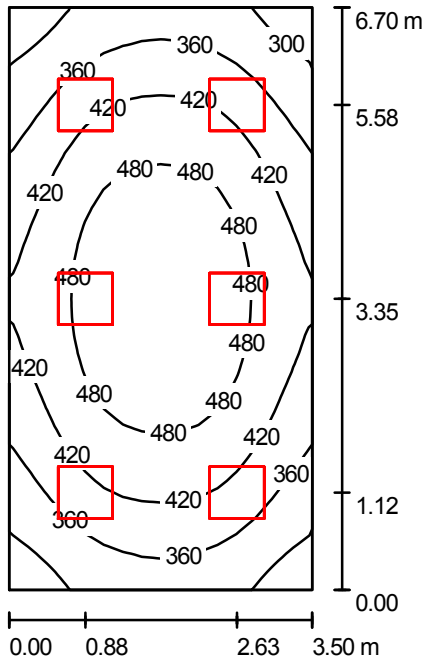
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 64 96 100 100 63

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	15.5	16.6	15.8	16.8	17.0	15.8	16.8	16.0	17.0	17.3
	3H	15.5	16.4	15.8	16.7	16.9	15.8	16.7	16.1	17.0	17.2
	4H	15.4	16.3	15.7	16.6	16.8	15.8	16.7	16.1	16.9	17.2
	6H	15.3	16.2	15.7	16.4	16.7	15.7	16.6	16.1	16.8	17.1
	8H	15.3	16.1	15.7	16.4	16.7	15.7	16.5	16.1	16.8	17.1
4H	12H	15.3	16.0	15.6	16.3	16.6	15.7	16.4	16.1	16.7	17.1
	2H	15.6	16.5	16.0	16.8	17.1	15.8	16.7	16.1	17.0	17.2
	3H	15.6	16.3	16.0	16.6	17.0	15.9	16.6	16.2	16.9	17.3
	4H	15.5	16.2	15.9	16.5	16.9	15.9	16.5	16.3	16.9	17.2
	6H	15.5	16.0	15.9	16.4	16.8	15.9	16.4	16.3	16.8	17.2
8H	8H	15.4	15.9	15.9	16.3	16.7	15.9	16.4	16.3	16.8	17.2
	12H	15.4	15.9	15.8	16.3	16.7	15.9	16.3	16.3	16.7	17.1
	4H	15.5	16.0	15.9	16.3	16.8	15.8	16.3	16.2	16.7	17.1
	6H	15.4	15.8	15.8	16.2	16.7	15.8	16.2	16.3	16.6	17.1
	8H	15.4	15.7	15.8	16.2	16.6	15.8	16.2	16.3	16.6	17.1
12H	12H	15.3	15.6	15.8	16.1	16.6	15.8	16.1	16.3	16.6	17.1
	4H	15.4	15.9	15.9	16.3	16.7	15.8	16.2	16.2	16.6	17.1
	6H	15.4	15.7	15.8	16.2	16.6	15.8	16.1	16.2	16.6	17.0
8H	15.3	15.6	15.8	16.1	16.6	15.8	16.1	16.3	16.5	17.0	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+1.2 / -2.1					+0.7 / -1.1					
S = 1.5H	+2.4 / -6.4					+1.9 / -4.3					
S = 2.0H	+4.1 / -9.2					+2.9 / -6.5					
Tabla estándar	BK00					BK01					
Sumando de corrección	-4.4					-3.6					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5400lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

Vestuario masculino / Resumen



Altura del local: 4.000 m, Altura de montaje: 4.080 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:87

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	419	272	531	0.651
Suelo	20	350	252	428	0.719
Techo	70	99	70	111	0.707
Paredes (4)	50	220	79	415	/

**Plano útil:**  
 Altura: 0.850 m  
 Trama: 32 x 16 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m  
**UGR**  
 Pared izq 16  
 Pared inferior 16  
 (CIE, SHR = 0.25.)  
 Longi- Tran al eje de luminaria  
 16 16  
 Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 39.84%.

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 (Tipo 1)* (1.000)	3402	5400	70.0

\*Especificaciones técnicas modificadas

Total: 20412 Total: 32400 420.0

Valor de eficiencia energética: 17.91 W/m<sup>2</sup> = 4.28 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 23.45 m<sup>2</sup>)

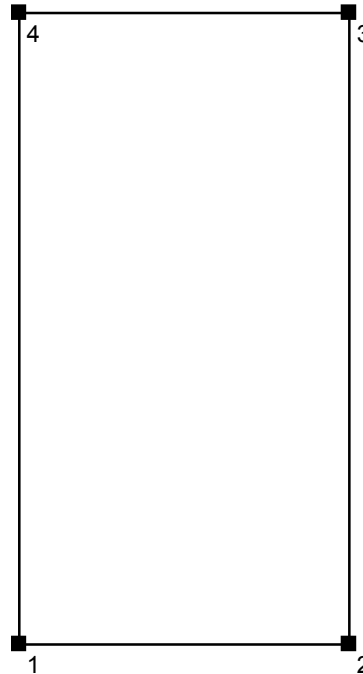
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Vestuario masculino / Protocolo de entrada**

Altura del plano útil: 0.850 m  
Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 4.000 m  
Base: 23.45 m<sup>2</sup>



Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	( 0.000   0.000 )	( 3.500   0.000 )	3.500
Pared 2	50	( 3.500   0.000 )	( 3.500   6.700 )	6.700
Pared 3	50	( 3.500   6.700 )	( 0.000   6.700 )	3.500
Pared 4	50	( 0.000   6.700 )	( 0.000   0.000 )	6.700

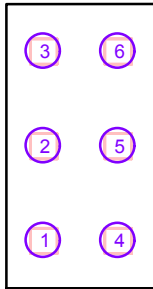


Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Vestuario masculino / Luminarias (lista de coordenadas)**

**Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000 (Tipo 1)**

3402 lm, 70.0 W, 1 x 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	0.880	1.120	4.080	0.0	0.0	90.0
2	0.880	3.350	4.080	0.0	0.0	90.0
3	0.880	5.580	4.080	0.0	0.0	90.0
4	2.630	1.120	4.080	0.0	0.0	90.0
5	2.630	3.350	4.080	0.0	0.0	90.0
6	2.630	5.580	4.080	0.0	0.0	90.0

## Proyecto 7

Contacto:  
N° de encargo:  
Empresa:  
N° de cliente:

Fecha: 25.05.2012  
Proyecto elaborado por:

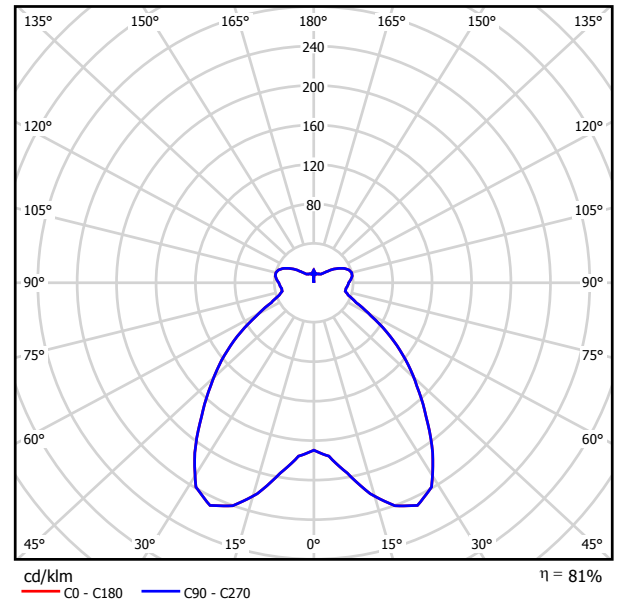
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Philips HPK888 P-WB 1xSON400W PR AC / Hoja de datos de luminarias**



Clasificación luminarias según CIE: 80  
Código CIE Flux: 53 81 92 80 81

Emisión de luz 1:

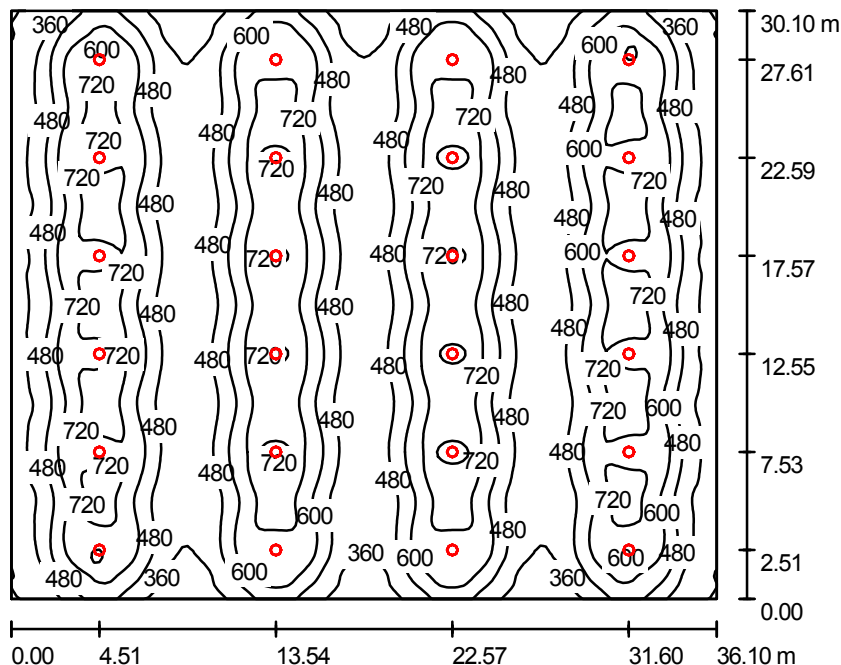


Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	21.9	22.9	22.5	23.5	24.1	21.9	22.9	22.5	23.5	24.1
	3H	22.8	23.7	23.3	24.2	24.9	22.8	23.7	23.3	24.2	24.9
	4H	23.3	24.2	24.0	24.8	25.5	23.3	24.2	24.0	24.8	25.5
	6H	24.3	25.1	24.9	25.7	26.4	24.3	25.1	24.9	25.7	26.4
	8H	25.0	25.7	25.6	26.4	27.1	25.0	25.7	25.6	26.4	27.1
4H	2H	22.2	23.1	22.8	23.6	24.3	22.2	23.1	22.8	23.6	24.3
	3H	23.3	24.0	23.9	24.7	25.4	23.3	24.0	23.9	24.7	25.4
	4H	24.1	24.7	24.8	25.4	26.2	24.1	24.7	24.8	25.4	26.2
	6H	25.3	25.9	26.0	26.6	27.4	25.3	25.9	26.0	26.6	27.4
	8H	26.2	26.7	26.9	27.4	28.2	26.2	26.7	26.9	27.4	28.2
8H	2H	27.4	27.8	28.1	28.6	29.4	27.4	27.8	28.1	28.6	29.4
	4H	24.5	25.0	25.2	25.7	26.5	24.5	25.0	25.2	25.7	26.5
	6H	26.0	26.5	26.8	27.2	28.1	26.0	26.5	26.8	27.2	28.1
	8H	27.2	27.5	27.9	28.3	29.2	27.2	27.5	27.9	28.3	29.2
	12H	28.6	28.9	29.4	29.7	30.6	28.6	28.9	29.4	29.7	30.6
12H	4H	24.6	25.0	25.3	25.8	26.6	24.6	25.0	25.3	25.8	26.6
	6H	26.3	26.7	27.0	27.4	28.3	26.3	26.7	27.0	27.4	28.3
	8H	27.5	27.9	28.3	28.6	29.5	27.5	27.9	28.3	28.6	29.5
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	+0.3 / -0.4					+0.3 / -0.4					
S = 2.0H	+0.4 / -0.8					+0.4 / -0.8					
Tabla estándar	---					---					
Sumando de corrección	---					---					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 4800lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

Zona de producción / Resumen



Altura del local: 6.000 m, Altura de montaje: 5.400 m, Factor mantenimiento: 0.70

Valores en Lux, Escala 1:387

Superficie	ρ [%]	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>
Plano útil	/	551	231	810	0.420
Suelo	20	535	244	746	0.457
Techo	70	217	138	381	0.637
Paredes (4)	50	287	194	491	/

**Plano útil:**  
 Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**UGR**  
 Pared izq 27  
 Pared inferior 27  
 (CIE, SHR = 0.25.)

Longi- Tran al eje de luminaria  
 27 27  
 27 27

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	24	Philips HPK888 P-WB 1xSON400W PR AC (1.000)	38880	48000	433.0
			Total: 933120	Total: 1152000	10392.0

Valor de eficiencia energética: 9.56 W/m<sup>2</sup> = 1.74 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 1086.61 m<sup>2</sup>)

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Zona de producción / Protocolo de entrada**

Altura del plano útil: 0.850 m  
Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.70

Altura del local: 6.000 m  
Base: 1086.61 m<sup>2</sup>



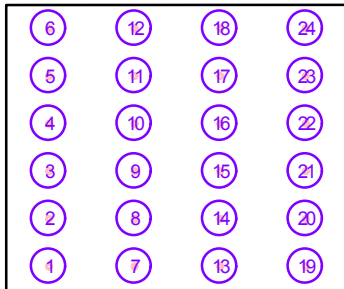
Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	( 0.000   0.000 )	( 36.100   0.000 )	36.100
Pared 2	50	( 36.100   0.000 )	( 36.100   30.100 )	30.100
Pared 3	50	( 36.100   30.100 )	( 0.000   30.100 )	36.100
Pared 4	50	( 0.000   30.100 )	( 0.000   0.000 )	30.100

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Zona de producción / Luminarias (lista de coordenadas)**

**Philips HPK888 P-WB 1xSON400W PR AC**

38880 lm, 433.0 W, 1 x 1 x SON400W/- (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	4.510	2.510	5.400	0.0	0.0	90.0
2	4.510	7.530	5.400	0.0	0.0	90.0
3	4.510	12.550	5.400	0.0	0.0	90.0
4	4.510	17.570	5.400	0.0	0.0	90.0
5	4.510	22.590	5.400	0.0	0.0	90.0
6	4.510	27.610	5.400	0.0	0.0	90.0
7	13.540	2.510	5.400	0.0	0.0	90.0
8	13.540	7.530	5.400	0.0	0.0	90.0
9	13.540	12.550	5.400	0.0	0.0	90.0
10	13.540	17.570	5.400	0.0	0.0	90.0
11	13.540	22.590	5.400	0.0	0.0	90.0
12	13.540	27.610	5.400	0.0	0.0	90.0
13	22.570	2.510	5.400	0.0	0.0	90.0
14	22.570	7.530	5.400	0.0	0.0	90.0
15	22.570	12.550	5.400	0.0	0.0	90.0
16	22.570	17.570	5.400	0.0	0.0	90.0
17	22.570	22.590	5.400	0.0	0.0	90.0
18	22.570	27.610	5.400	0.0	0.0	90.0
19	31.600	2.510	5.400	0.0	0.0	90.0
20	31.600	7.530	5.400	0.0	0.0	90.0
21	31.600	12.550	5.400	0.0	0.0	90.0
22	31.600	17.570	5.400	0.0	0.0	90.0
23	31.600	22.590	5.400	0.0	0.0	90.0
24	31.600	27.610	5.400	0.0	0.0	90.0



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN NAVE INDUSTRIAL CON  
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

PLANOS

Mikel Goñi Jusue

José Valdenebro García

Pamplona, 06/09/2012

## ÍNDICE DE PLANOS

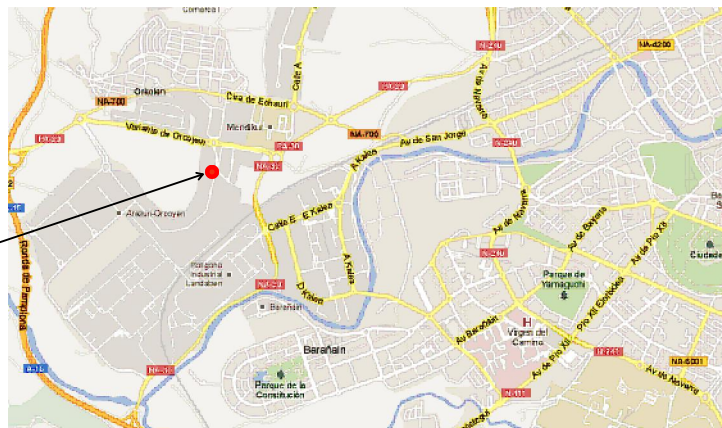
- 3.1. UBICACIÓN DE LA NAVE INDUSTRIAL**
- 3.2. VISTAS DE LA NAVE INDUSTRIAL**
- 3.3. PLANTA DE LA NAVE INDUSTRIAL**
- 3.4. ALUMBRADO INTERIOR DE LA NAVE**
- 3.5. ILUMINACIÓN EXTERIOR Y DE EMERGENCIA**
- 3.6. DISTRIBUCIÓN DE FUERZA 1**
- 3.7. DISTRIBUCIÓN DE FUERZA 2**
- 3.8. DISTRIBUCIÓN DE LAS TOMAS DE CORRIENTE**
- 3.9. PUESTA A TIERRA**
- 3.10. CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN (UNIFILAR)**
- 3.11. CUADRO AUXILIAR 1 (UNIFILAR)**
- 3.12. CUADRO AUXILIAR 2 (UNIFILAR)**
- 3.13. CUADRO AUXILIAR 3 (UNIFILAR)**
- 3.14. CUADRO AUXILIAR 4 (UNIFILAR)**
- 3.15. CUADRO AUXILIAR 5 (UNIFILAR)**
- 3.16. CUADRO AUXILIAR 6 (UNIFILAR)**
- 3.17. CUADRO AUXILIAR 7 (UNIFILAR)**
- 3.18. CUADRO AUXILIAR 8 (UNIFILAR)**
- 3.19. DISTRIBUCIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**
- 3.20. CUADRO AUXILIAR Y DE BT DEL C.T. (UNIFILAR)**
- 3.21. PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**





**POL. IND. ARAZURI-ORCOYEN C/C (NAVARRA)**


Ubicación de la nave

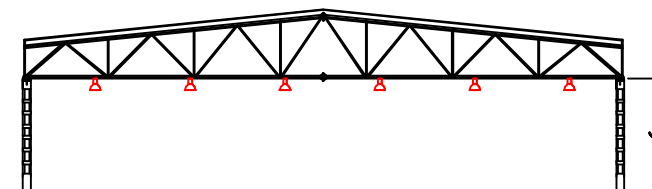
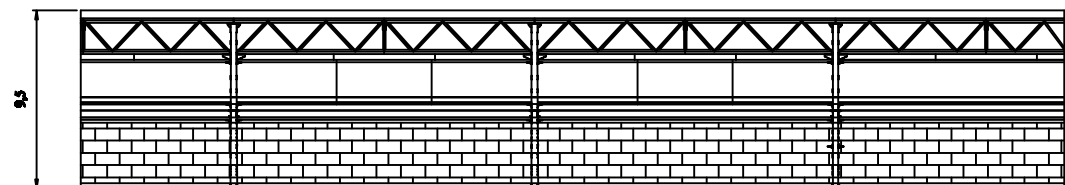


**POL. IND. ARAZURI-ORCOYEN C/C**




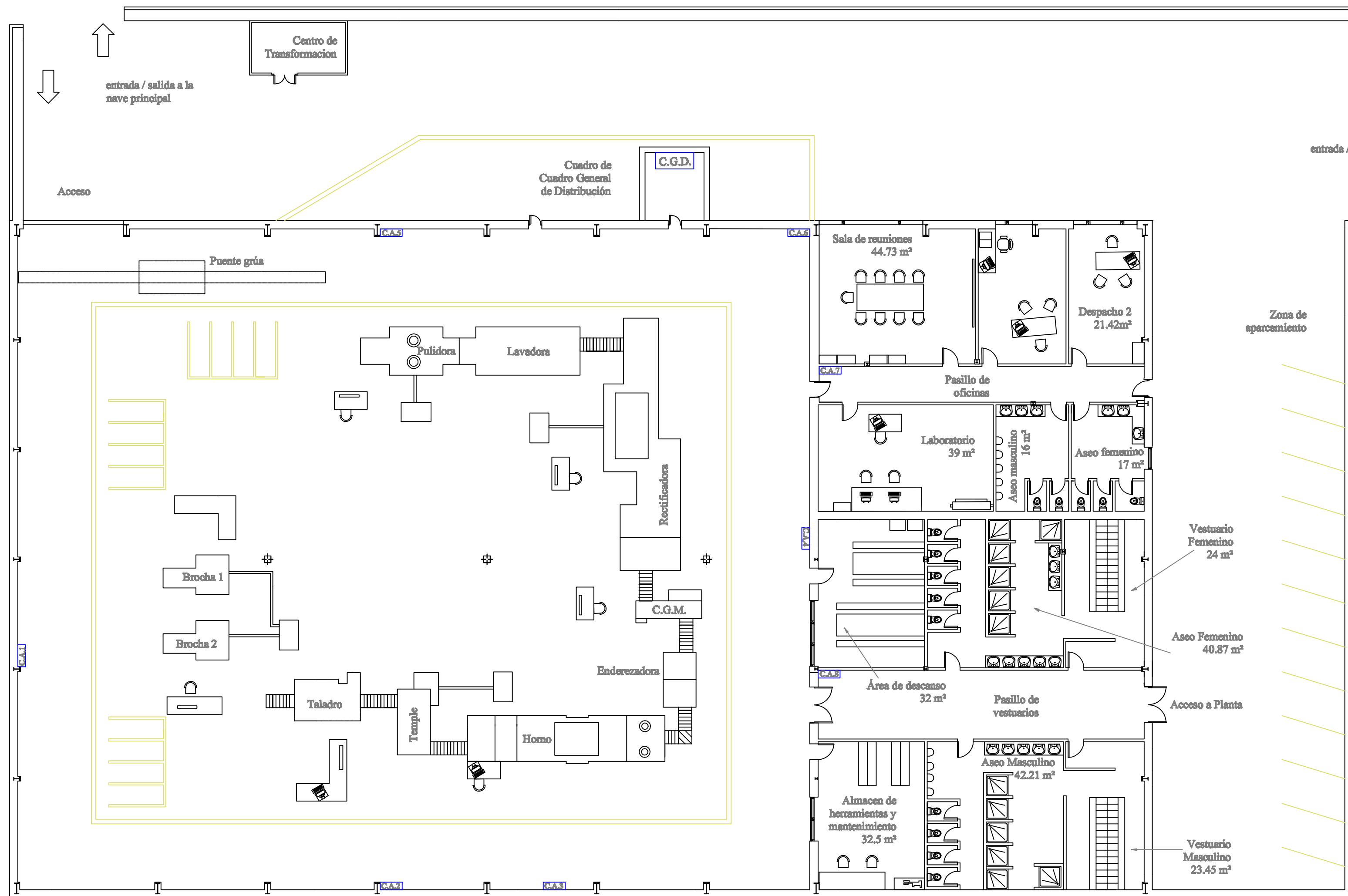
Superficie aproximada del recinto 2438 m2

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL (ELÉCTRICO)	REALIZADO: Goñi Jusue, Mikel		
PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>		FIRMA:		
PLANO: <b>SITUACIÓN</b>	FECHA: 18/08/2012	ESCALA: S/E	Nº PLANO: 1	



⚡ Lámpara Philips HFK 080 250 W

 <b>Universidad Pública de Navarra</b> <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL (ELÉCTRICO)	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL			
		PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>		REALIZADO: <b>Gofii Jusue, Mikel</b>	
PLANO: <b>NAVE</b>		FIRMA:	FECHA: 18/08/2012	ESCALA: 1:400	Nº PLANO: 2

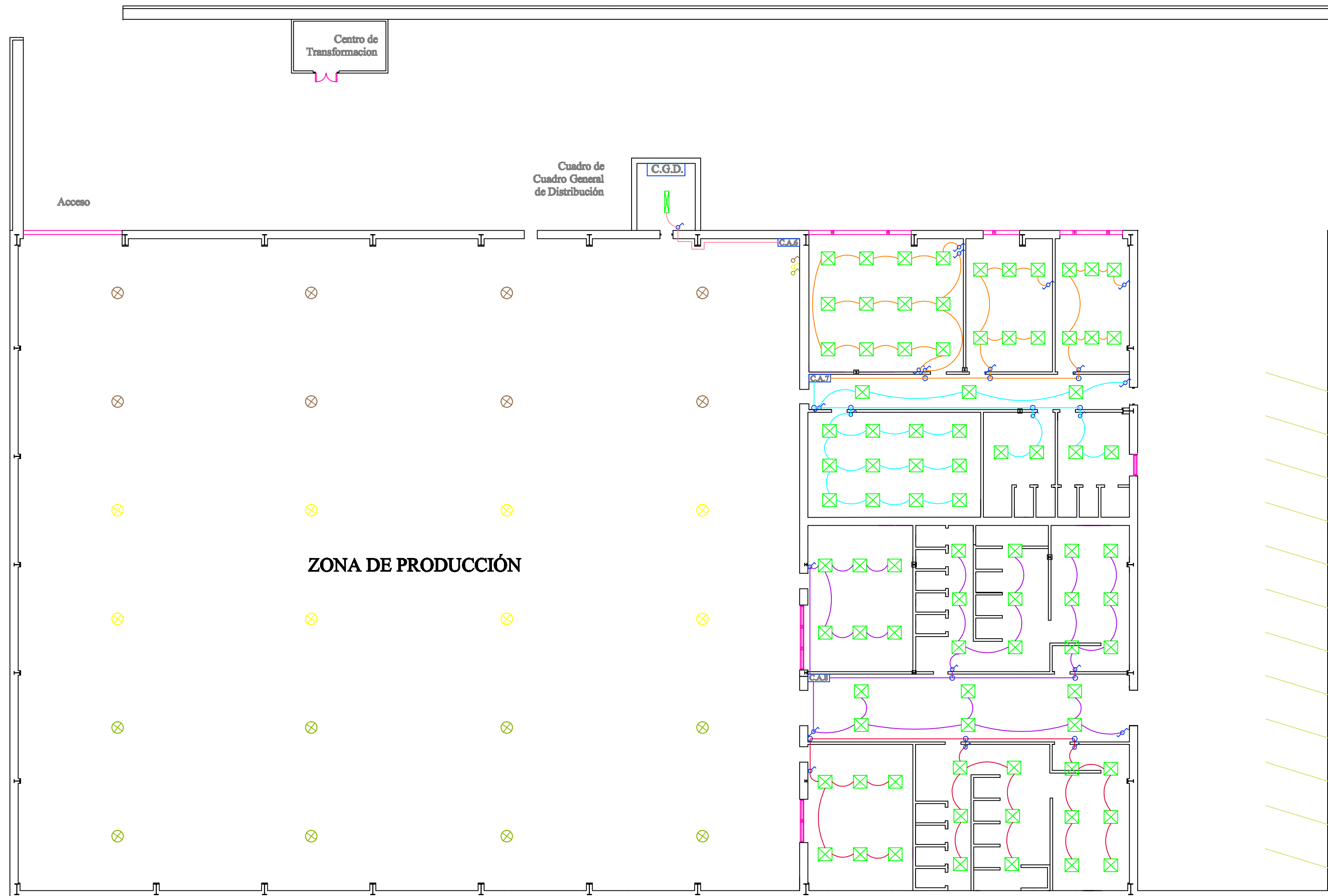


**LEYENDA**

C.G.D. Cuadro general de distribución

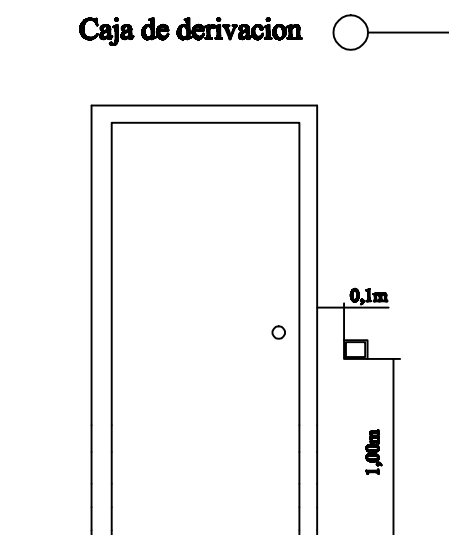
C.A. 5 Cuadro auxiliar

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (ELÉCTRICO)	REALIZADO: <b>Goñi Jusue, Mikel</b>
PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>		FIRMA:
PLANO: <b>PLANTA DE LA NAVE INDUSTRIAL</b>	FECHA: 18/08/2012	ESCALA: 1:150
		Nº PLANO: <b>3</b>



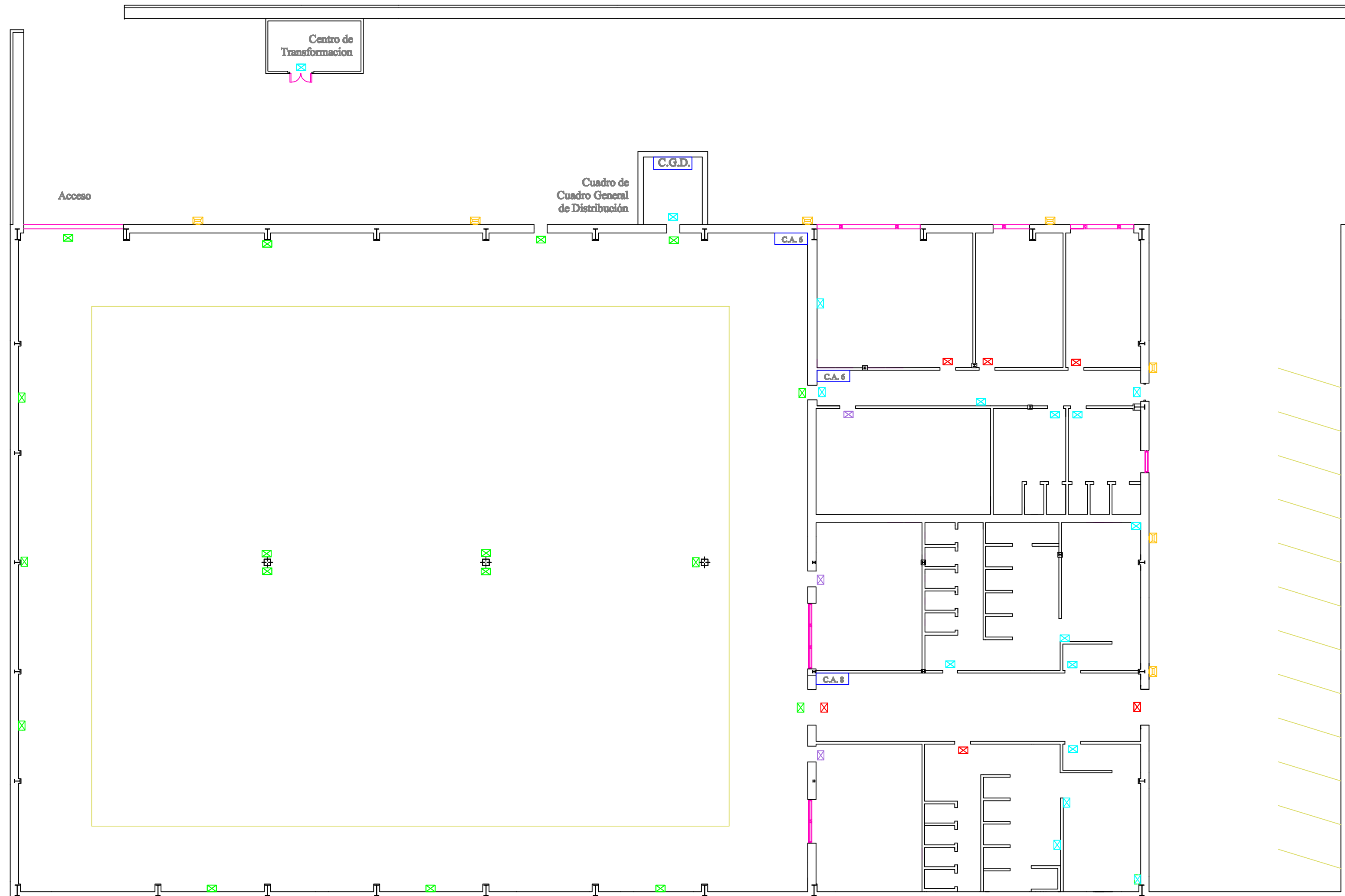
**LEYENDA**

- Philips HPK888 1x400W
- Philips TBS160 4x18W
- Philips TCS097 2xTL-D18W
- Cuadro general de distribución
- Cuadro auxiliar
- Conmutador
- Interruptor
- Caja de derivación



- Linea7 C1 2,5/2,5+2,5TT R-N Ø Tubo 20mm empotrado en pared
- Linea7 C2 2,5/2,5+2,5TT S-N Ø Tubo 20mm empotrado en pared
- Linea8 C1 4/4+4TT R-N Ø Tubo 20mm tubos en montaje superficial
- Linea8 C2 4/4+4TT S-N Ø Tubo 20mm tubos en montaje superficial
- Linea6 C4 1,5/1,5+1,5TT S-N Ø Tubo 16mm tubos en montaje superficial
- Linea6 C1 6/6+6TT R-N Ø Tubo 20mm tubos en montaje superficial
- Linea6 C2 6/6+6TT S-N Ø Tubo 20mm tubos en montaje superficial
- Linea6 C3 6/6+6TT T-N Ø Tubo 20mm tubos en montaje superficial

	Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL (ELÉCTRICO)	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>		REALIZADO: <b>Gofñi Jusue, Mikel</b>
PLANO: <b>ALUMBRADO INTERIOR</b>		FECHA: 18/08/2012	ESCALA: 1:150
		N° PLANO: 4	



**LEYENDA**

**C.G.D.** Cuadro general de distribución

**C.A.6** Cuadro auxiliar

Philips SNF 300 250W

**Alumbrado de emergencia LEGRAND serie U21 (6W):**

Ref.61707

Ref.661701

Ref.61705

Ref.61706

**Cableado de alumbrado de emergencia, zona producción (C.A.6):**

- L6 C5 2,5/2,5+2,5TT T-N XLPE Ø Tubo 16mm tubos en montaje superficial y Bandeja perforada.

Se colocarán a una altura superior, a 3,5 metros del suelo, ya que tienen que iluminar un área mayor.

**Cableado de alumbrado de emergencia, zona de oficinas (L7 C3) y vestuarios (L8 C3):**

- L7 C3 (T-N) y L8 C3 (T-N): 1,5/1,5+1,5TT XLPE Ø Tubo 16mm, L7 C3 tubos empotrados y L8 C3 tubos en montaje superficial.

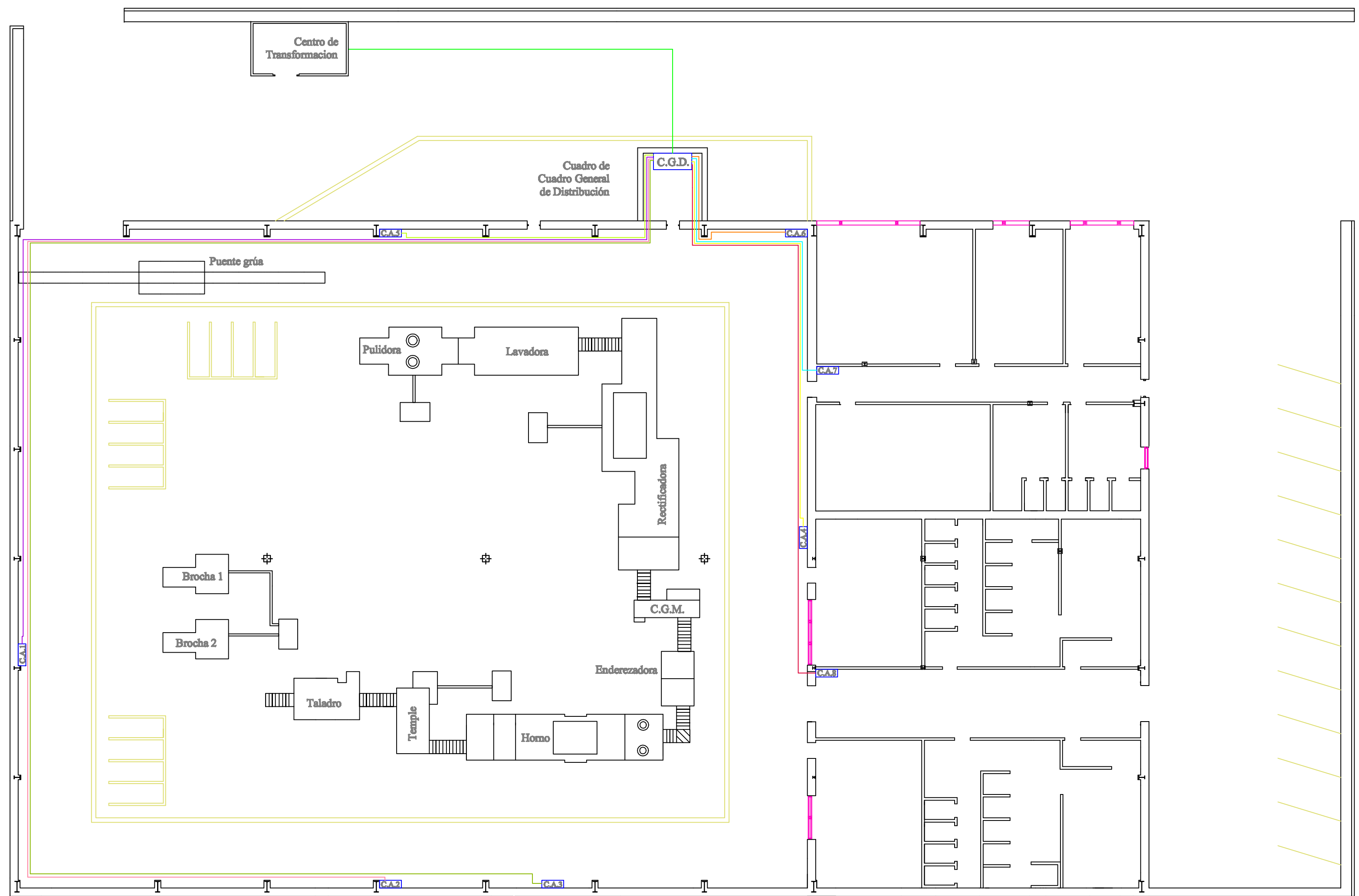
Se colocarán justo encima de los marcos de las puertas o similar, a una altura de 2,30 metros.

**Cableado de alumbrado exterior:**

- L6 C8 4/4+4TT T-N XLPE Ø Tubo 20mm tubos en montaje superficial.

<p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	<p><b>E.T.S.I.I.T.</b></p> <p>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL (ELÉCTRICO)</p>	<p>DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</p>
	<p>PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b></p>	<p>REALIZADO: <b>Gofñi Jusue, Mikel</b></p>
<p>PLANO: <b>ALUMBRADO EXTERIOR Y DE EMERGENCIA</b></p>	<p>FECHA: 18/08/2012</p>	<p>ESCALA: 1:150</p>
	<p>Nº PLANO: 5</p>	



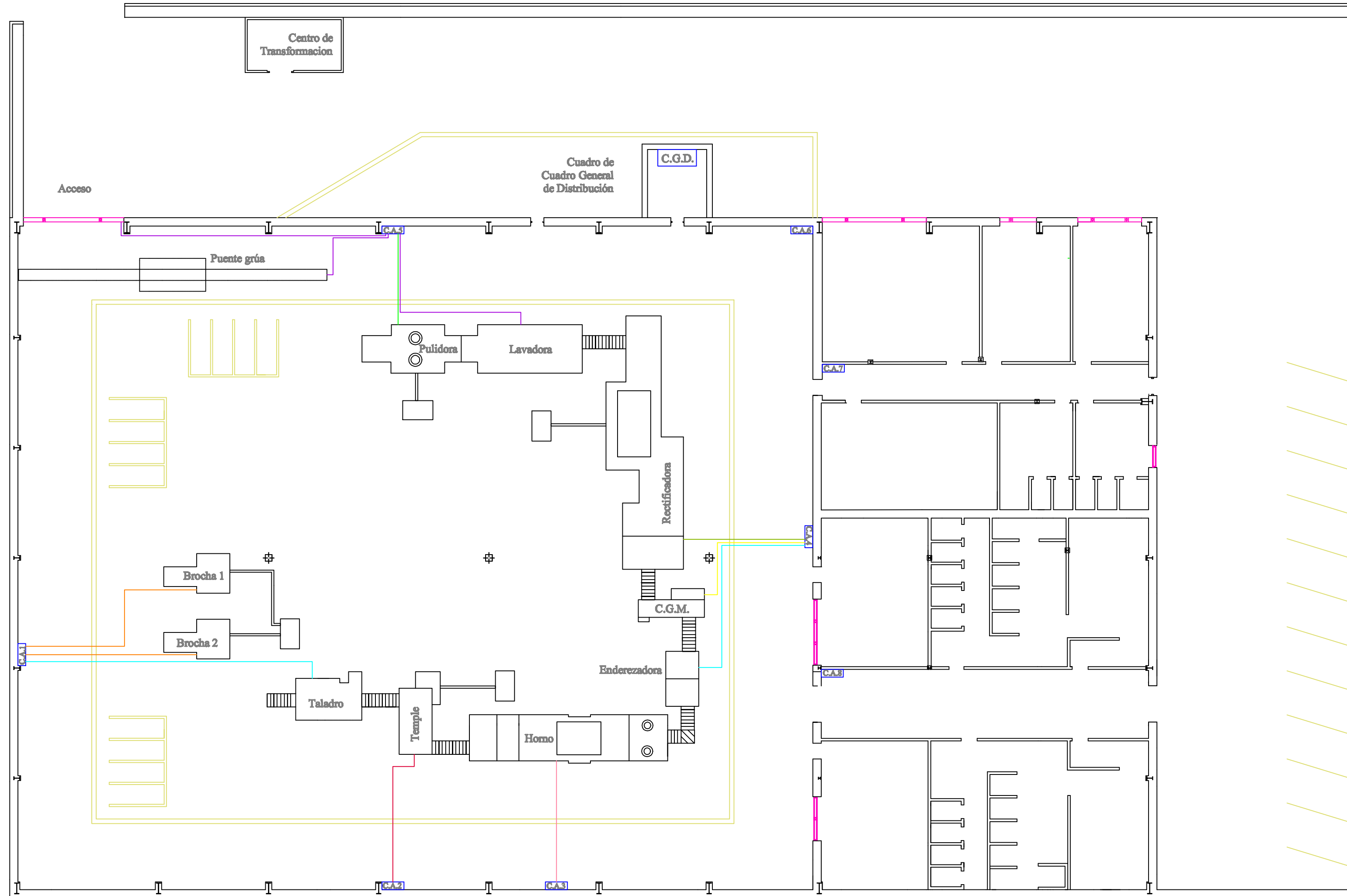


**LEYENDA**

- C.G.D. Cuadro general de distribución
- C.A.7 Cuadro auxiliar

- L1: 3x50/50+50TT XLPE trifásica en bandeja perforada
- L2: 3x150/150+95TT XLPE trifásica en bandeja perforada
- L3: 3x185/185+95TT XLPE trifásica en bandeja perforada
- L4: 3x95/95+50TT XLPE trifásica en bandeja perforada
- L5: 3x16/16+16TT XLPE trifásica Ø Tubo 40mm en bandeja perforada
- L6: 3x35/35+16TT XLPE trifásica en bandeja perforada
- L7: 3x16/16+16TT XLPE trifásica Ø Tubo 40mm en bandeja perforada
- L8: 3x6/6+6TT XLPE trifásica Ø Tubo 25mm en bandeja perforada
- Acometida subterránea: 3x(3x300/150)+4TT XLPE trifásica

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (ELÉCTRICO)	REALIZADO: Gofii Jusue, Mikel
PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>		FIRMA:
PLANO: <b>FUERZA 1</b>	FECHA: 18/08/2012	ESCALA: 1:150
		Nº PLANO: 6



**LEYENDA**

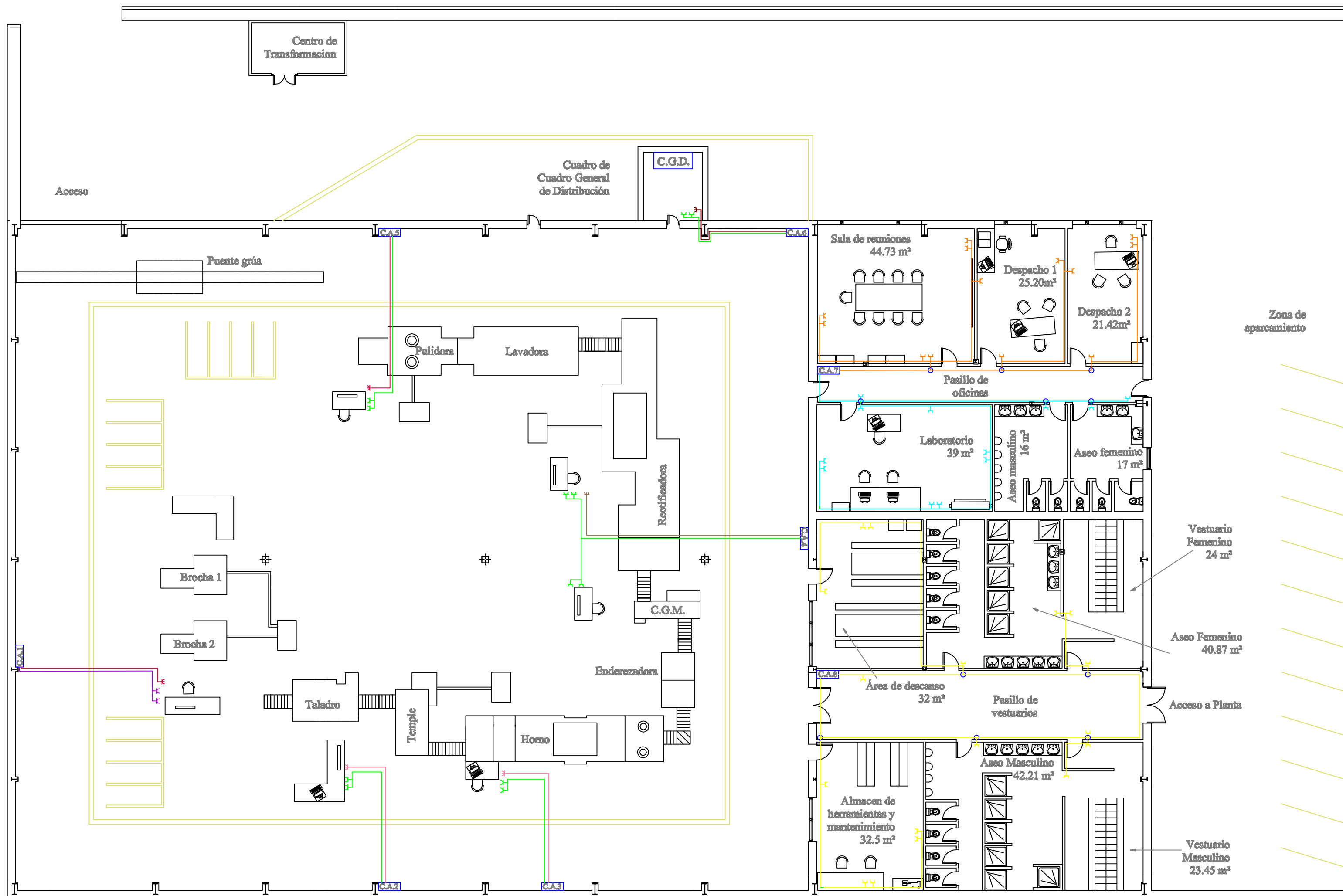
- C.G.D. Cuadro general de distribución
- C.A.7 Cuadro auxiliar

- L11 C1 y L1 C2: 3x6/6+6TT XLPE trifásica Ø Tubo 25mm en bandeja perforada y tubos en montaje superficial
- L1 C3 y L4 C1: 3x4/4+4TT XLPE trifásica Ø Tubo 25mm en bandeja perforada y tubos en montaje superficial
- L2 C1 3x95/95+50TT XLPE trifásica en bandeja perforada y tubos en montaje superficial
- L3 C1 3x150/150+70TT XLPE trifásica en bandeja perforada y tubos en montaje superficial
- L4 C2 3x16/16+16TT XLPE trifásica Ø Tubo 40mm en bandeja perforada y tubos en montaje superficial
- L4 C3 3x25/25+16TT XLPE trifásica Ø Tubo 40mm en bandeja perforada y tubos en montaje superficial
- L5 C1, L5 C3 y L5 C4: 3x2,5/2,5+2,5TT XLPE trifásica Ø Tubo 20mm en bandeja perforada y tubos en montaje superficial
- L5 C2: 3x4/4+4TT XLPE trifásica Ø Tubo 25mm en bandeja perforada y tubos en montaje superficial



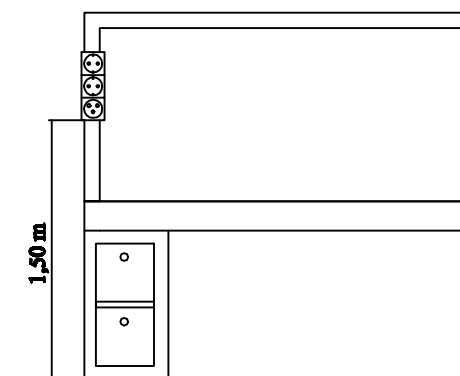
 Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL (ELÉCTRICO)	REALIZADO: <b>Gofri Jusue, Mikel</b>
PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>		FIRMA:
PLANO: <b>FUERZA 2</b>	FECHA: 18/08/2012	ESCALA: 1:150
		Nº PLANO: 7





**LEYENDA**

- Toma de corriente monofásica (16A a 230V)
- Toma de corriente trifásica (32A a 400V)
- Cuadro general de distribución
- Cuadro auxiliar
- Caja de derivación



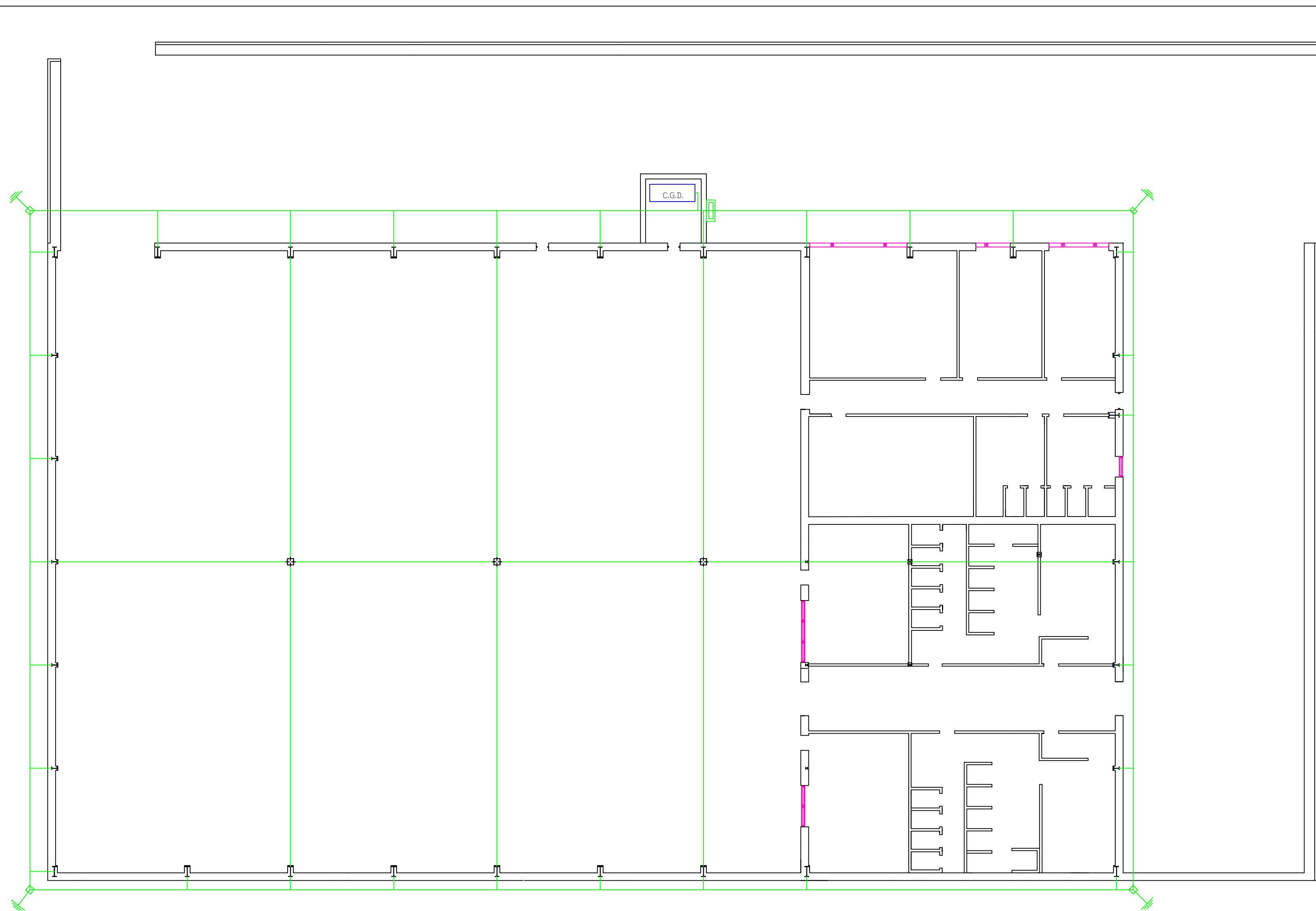
Situación de las tomas de corriente en la zona de producción

**NOTA:**





- Las tomas de corriente en la zona de vestuarios, zona de oficinas y C.G.D. estarán situadas a una altura de 0,3m sobre el suelo, salvo en los aseos de oficinas que estarán a 1,10m de altura.
- La distribución del cableado por la zona de producción hasta los distintos puntos se hará sobre bandejas perforadas a una altura de 4m la bajante en tubos en montaje superficial.


- Línea7 C4: 4/4+4TT XLPE T-N Ø Tubo 20mm empotrado en pared
- Línea7 C5: 4/4+4TT XLPE S-N Ø Tubo 20mm empotrado en pared
- Línea8 C4: 4/4+4TT XLPE T-N Ø Tubo 20mm tubos en montaje superficial
- L1 C4 y L5 C5: 3x4/4+4TT XLPE, trifásica Ø Tubo 25mm bandeja perforada y tubos en montaje superficial
- L4 C4: 3x2,5/2,5+2,5TT XLPE, trifásica Ø Tubo 20mm bandeja perforada y tubos en montaje superficial
- L6 C6: 3x16/16+16TT XLPE, trifásica Ø Tubo 32mm bandeja perforada y tubos en montaje superficial
- L2 C3 (S-N), L3 C3 (T-N), L4 C5 (R-N), L5 C6 (S-N) y L6 C7 (S-N): 2,5/2,5+2,5TT XLPE, Ø Tubo 20mm bandeja perforada y tubos en montaje superficial
- L1 C5 (R-N): 4/4+4TT XLPE, Ø Tubo 20mm bandeja perforada y tubos en montaje superficial
- L2 C2 y L3 C2: 3x6/6+6TT XLPE, trifásica Ø Tubo 25mm bandeja perforada y tubos en montaje superficial

	Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (ELÉCTRICO)	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>		REALIZADO: <b>Goñi Jusue, Mikel</b>
PLANO: DISTRIBUCIÓN DE LAS TOMAS DE CORRIENTE		FECHA: 18/08/2012	ESCALA: 1:150
		N° PLANO: 8	



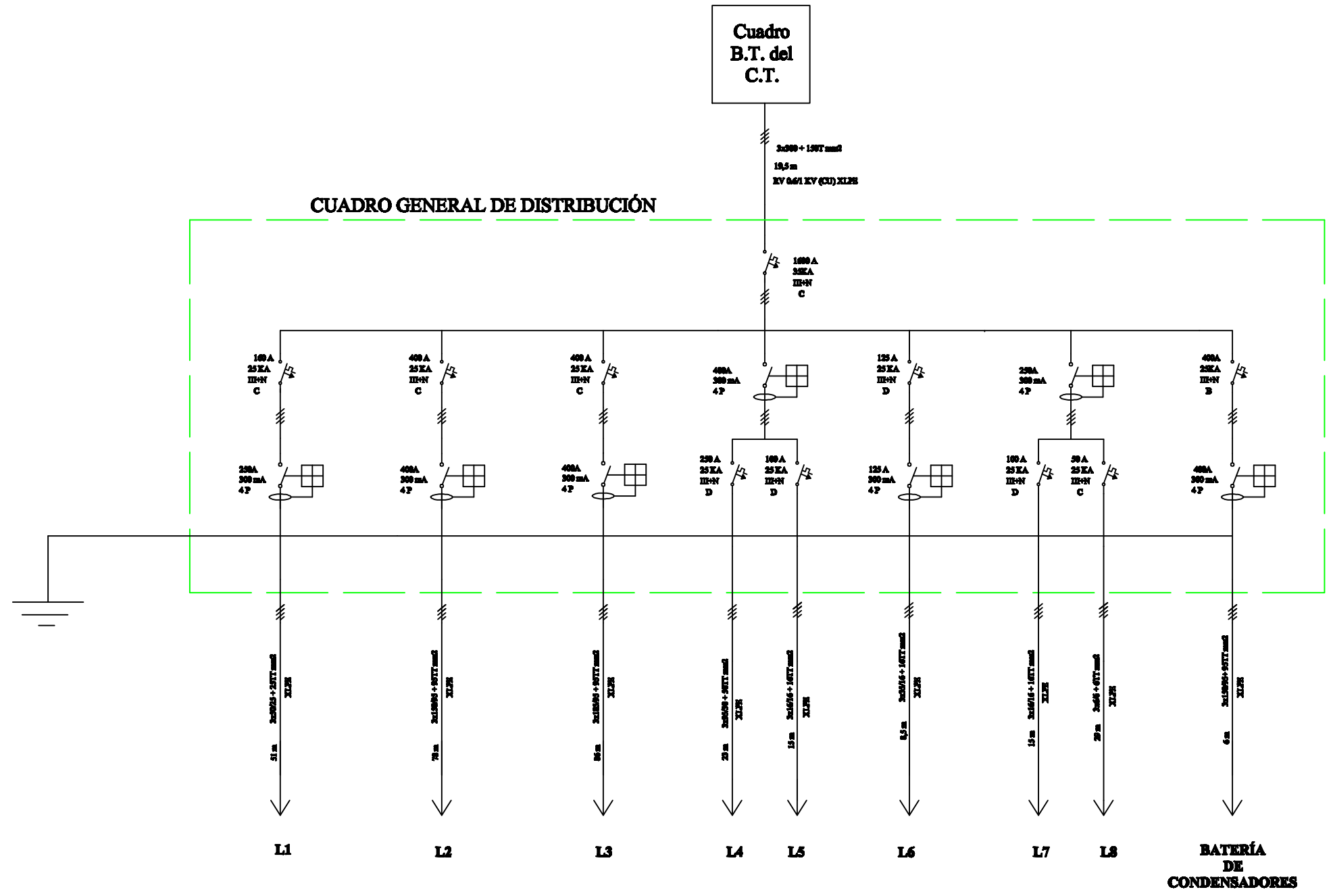
**LEYENDA**

-  Pica de acero recubierto de cobre de 14 mm de diámetro y 2 metros de longitud
-  Conductor de cobre de 50 mm<sup>2</sup> desnudo y enterrado a una profundidad de 0.8 m.
-  Caja de medición y seccionamiento de puesta a tierra
-  C.G.D. Caja de medición y seccionamiento de puesta a tierra

 Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL (BLÉCTRICO)	REALIZADO: Gofii Jusue, Mikel	
PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>		FIRMA:	
PLANO: <b>INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA</b>	FECHA: 18/08/2012	ESCALA: 1:150	Nº PLANO: 9

**Cuadro  
B.T. del  
C.T.**

**CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN**




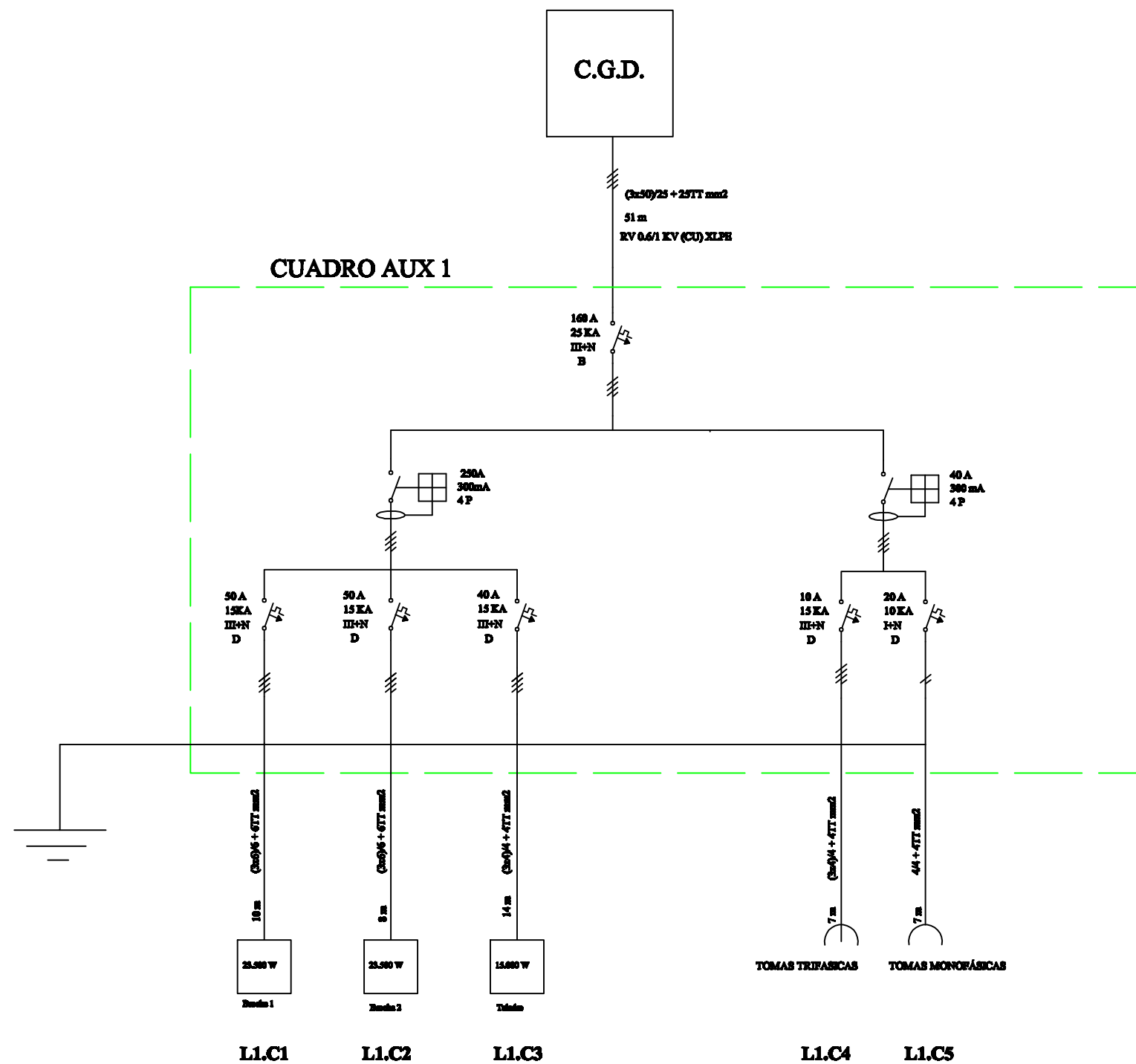
**INTERRUPTOR DIFERENCIAL**  
 A: intensidad nominal  
 mA: sensibilidad  
 N: nº de polos

**INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO**  
 A: intensidad nominal  
 kA: poder de corte  
 F+N: nº de polos  
 Tipo de Curva: A, B Ó C.

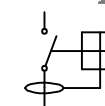
Tomas de corriente III+N+T, 32 A.  
 Tomas de corriente I+N+T, 16 A.

Conductores con aislamiento XLPE de 0,6/1 kV

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL (ELÉCTRICO)	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>		REALIZADO: <b>Goñi Jusue, Mikel</b>
PLANO: <b>CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN</b>		FIRMA:  FECHA: 18/08/2012    ESCALA: S/E    Nº PLANO: 10



### INTERRUPTOR DIFERENCIAL



A: intensidad nominal  
mA: sensibilidad  
N: nº de polos

### INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO




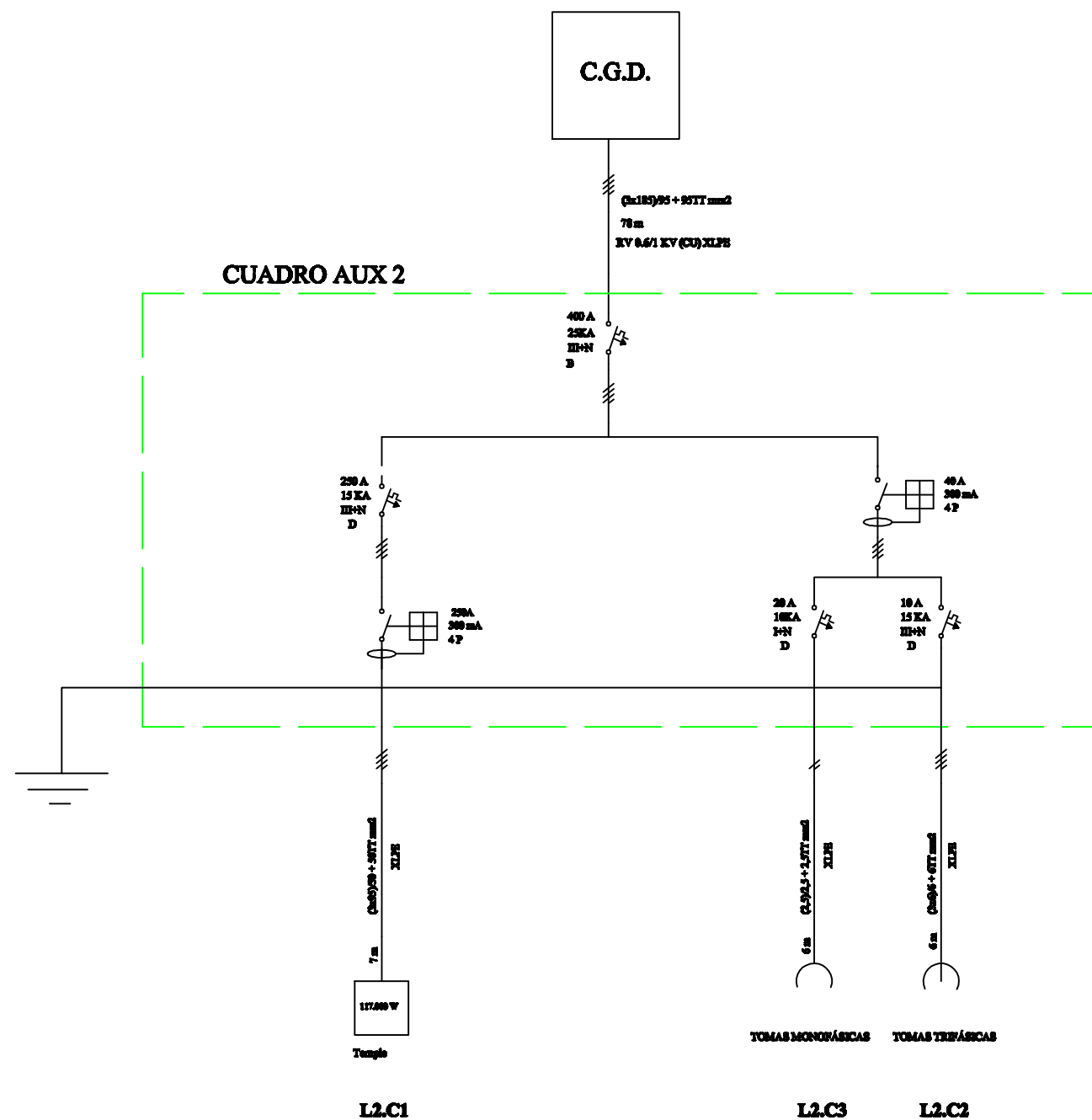
A: intensidad nominal  
kA: poder de corte  
F+N: nº de polos  
Tipo de Curva: A, B Ó C.

Tomas de corriente III+N+T, 32 A.

Tomas de corriente I+N+T, 16 A.

Conductores con aislamiento XLPE de 0.6/1 kV

 Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (ELÉCTRICO)	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>	
PLANO: <b>CUADRO AUXILIAR Nº 1</b>		REALIZADO: <b>Goñi Jusue, Mikel</b> FIRMA:
FECHA: 18/08/2012	ESCALA: S/E	Nº PLANO: 11




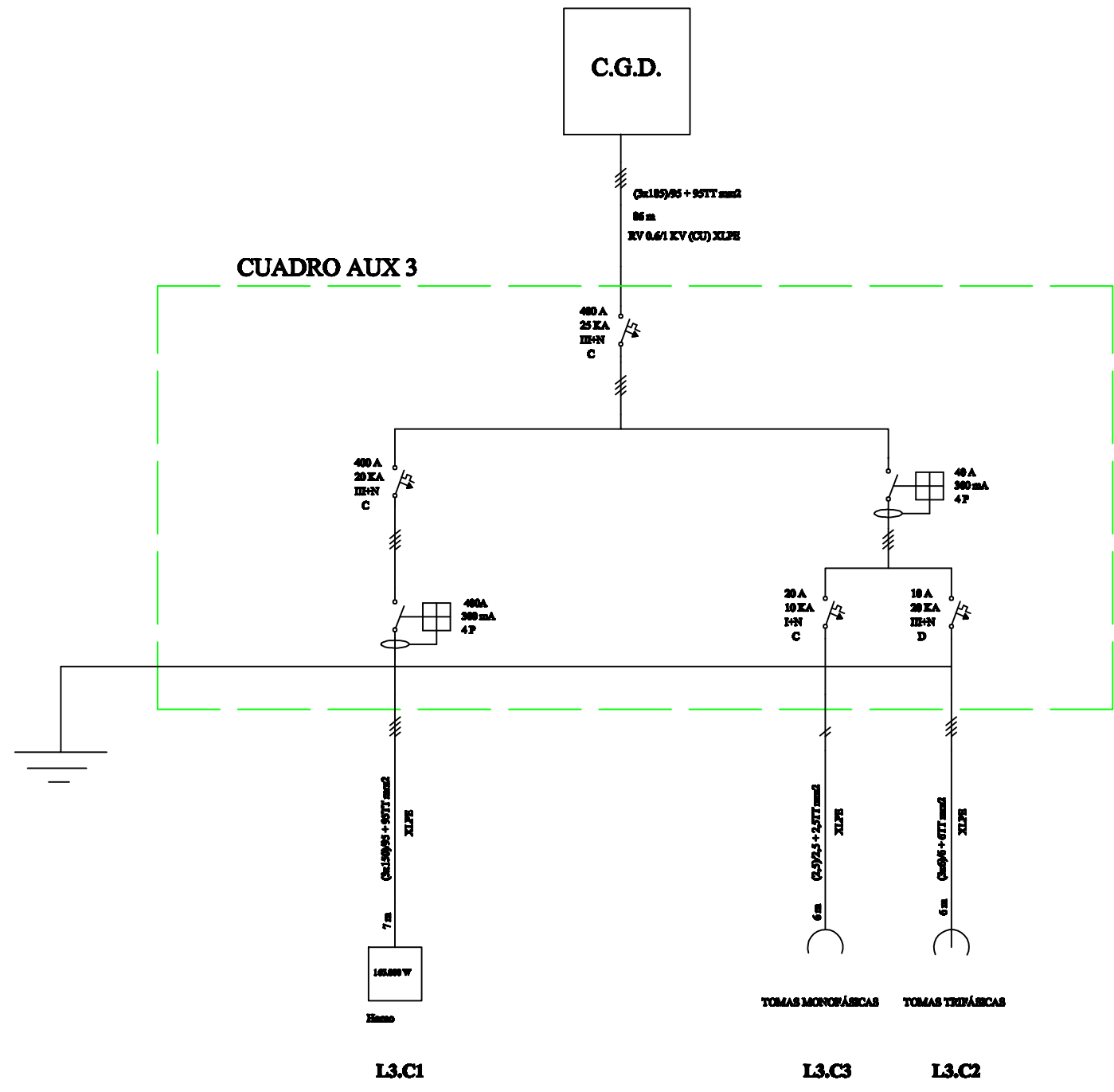
**INTERRUPTOR DIFERENCIAL**  
 A: intensidad nominal  
 mA: sensibilidad  
 N: nº de polos

**INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO**  
 A: intensidad nominal  
 kA: poder de corte  
 F+N: nº de polos  
 Tipo de Curva: A, B Ó C.

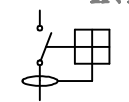
Tomas de corriente III+N+T, 32 A.  
 Tomas de corriente I+N+T, 16 A.

Conductores con aislamiento XLPE de 0.6/1 kV

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL (ELÉCTRICO)	REALIZADO: <b>Gofi Jusue, Mikel</b>
PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>		FIRMA:
PLANO: <b>CUADRO AUXILIAR Nº2</b>	FECHA: 18/08/2012	ESCALA: S/E
		Nº PLANO: 12



**INTERRUPTOR DIFERENCIAL**



A: intensidad nominal  
mA: sensibilidad  
N: nº de polos


**INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO**

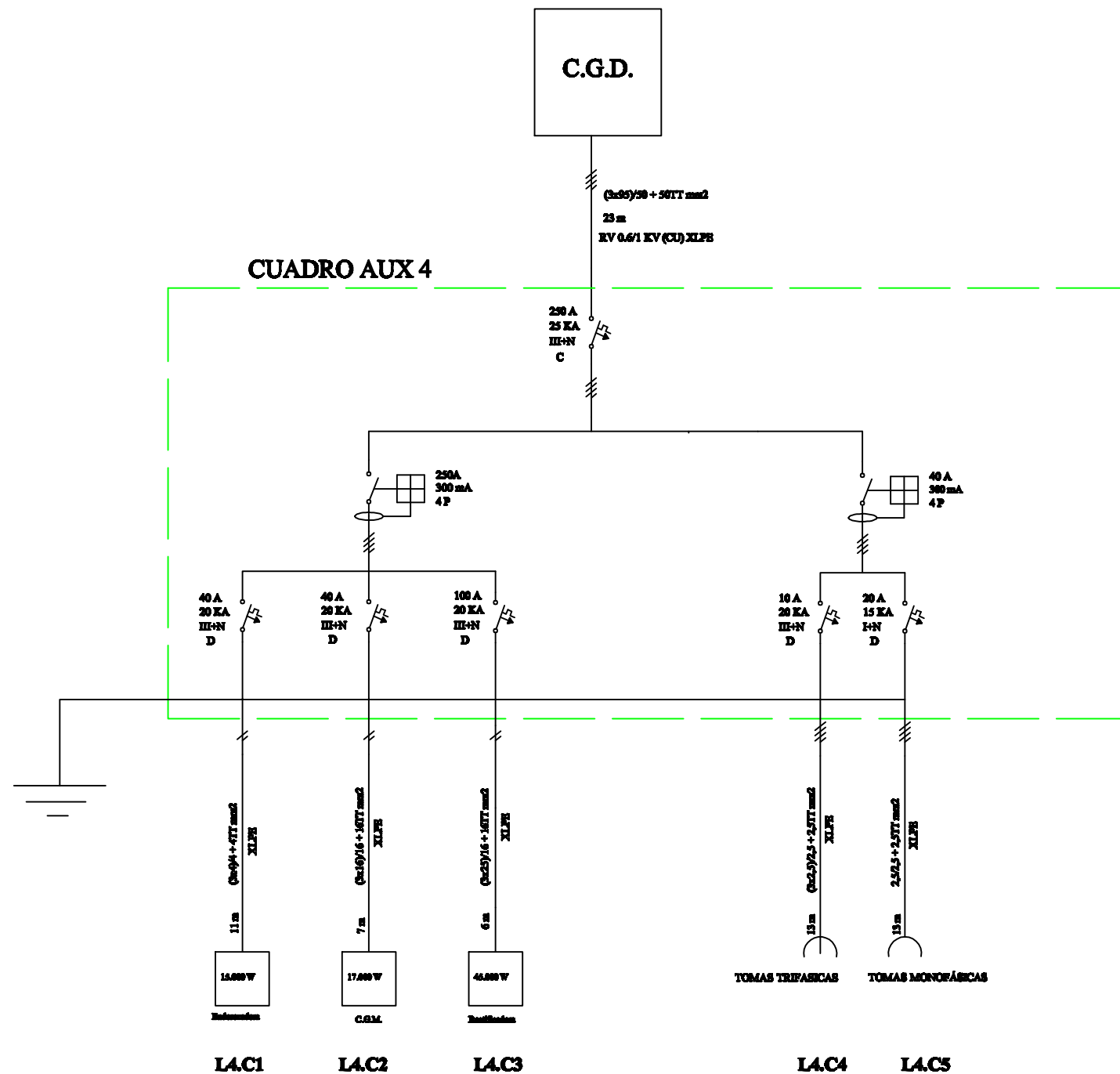


A: intensidad nominal  
kA: poder de corte  
F+N: nº de polos  
Tipo de Curva: A,B ó C.

Tomas de corriente III+N+T, 32 A.  
Tomas de corriente I+N+T, 16 A.

Conductores con aislamiento XLPE de 0.6/1 kV

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL (ELÉCTRICO)	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>	
PLANO: <b>CUADRO AUXILIAR Nº 3</b>		REALIZADO: <b>Goñi Jusue, Mikel</b> FIRMA:
	FECHA: 18/08/2012	ESCALA: S/E Nº PLANO: 13



**INTERRUPTOR DIFERENCIAL**

A: intensidad nominal  
mA: sensibilidad  
N: nº de polos

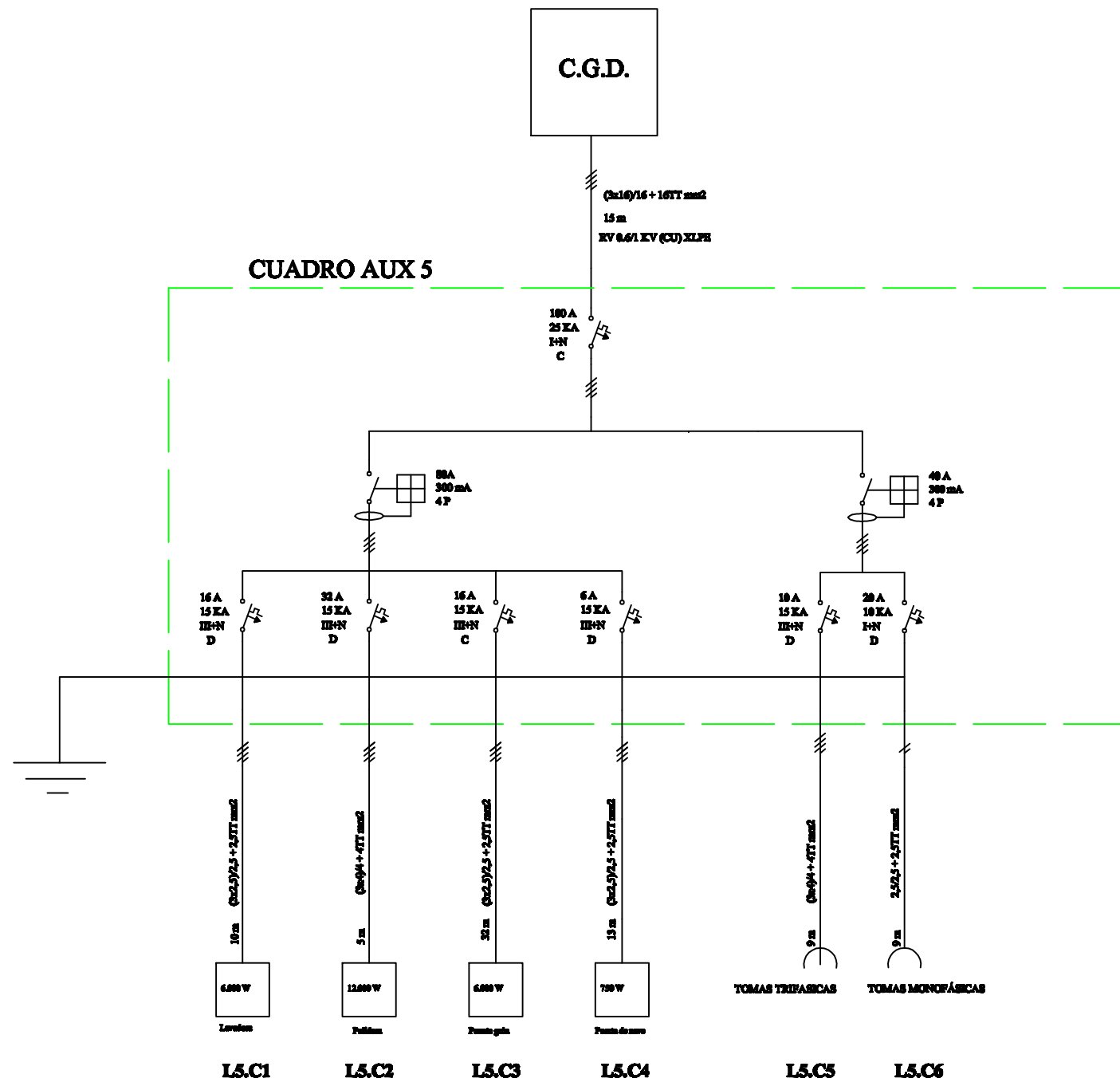
**INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO**

A: intensidad nominal  
kA: poder de corte  
F+N: nº de polos  
Tipo de Curva: A,B Ó C.

Tomas de corriente III+N+T, 32 A.  
Tomas de corriente I+N+T, 16 A.

Conductores con aislamiento XLPE de 0,6/1 kV

 <b>Universidad Pública de Navarra</b> <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL (ELÉCTRICO)	REALIZADO: <b>Goñi Jusue, Mikel</b>
PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>	FIRMA:	
PLANO: <b>CUADRO AUXILIAR Nº 4</b>	FECHA: 18/08/2012	ESCALA: S/E
	Nº PLANO: 14	



**INTERRUPTOR DIFERENCIAL**  
 A: intensidad nominal  
 mA: sensibilidad  
 N: nº de polos

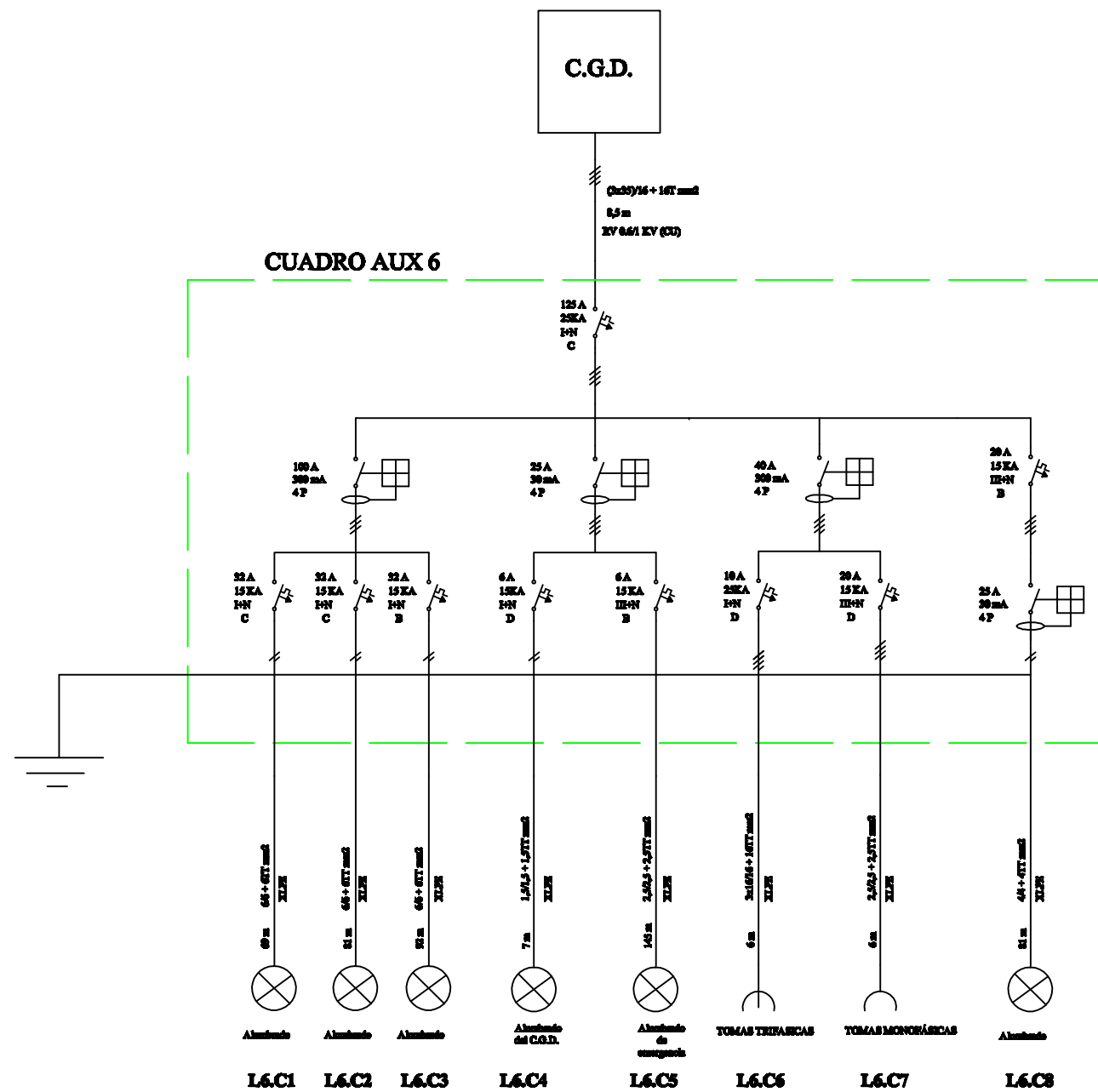
**INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO**  
 A: intensidad nominal  
 kA: poder de corte  
 F+N: nº de polos  
 Tipo de Curva: A, B Ó C.

Tomas de corriente III+N+T, 32 A.  
 Tomas de corriente I+N+T, 16 A.

Conductores con aislamiento XLPE de 0.6/1 kV

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL (ELÉCTRICO)	REALIZADO: <b>Goñi Jusue, Mikel</b>
PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>		FIRMA:
PLANO: <b>CUADRO AUXILIAR Nº 5</b>	FECHA: 18/08/2012	ESCALA: S/E
		Nº PLANO: 15






**INTERRUPTOR DIFERENCIAL**

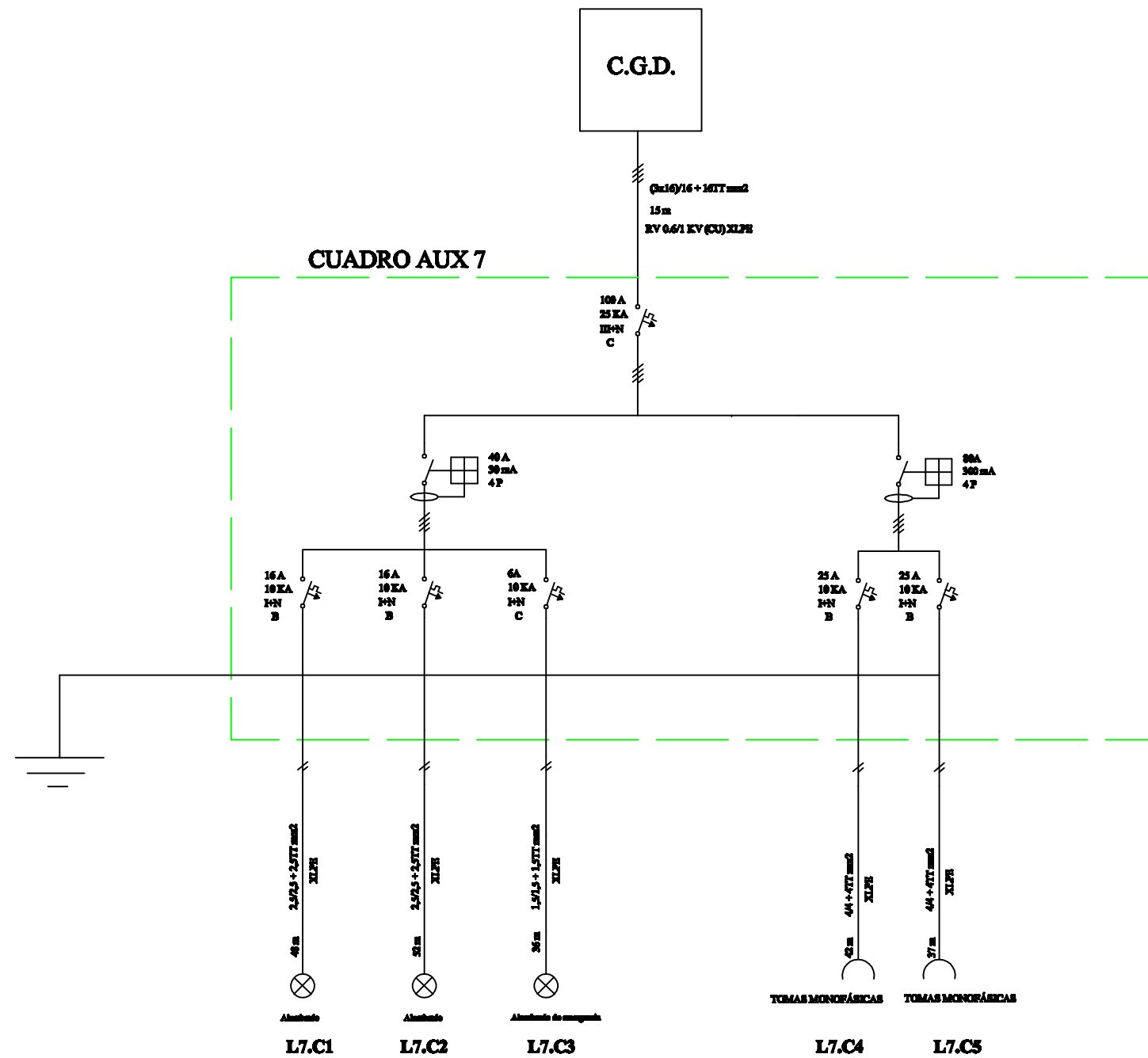
A: intensidad nominal  
mA: sensibilidad  
N: nº de polos

**INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO**

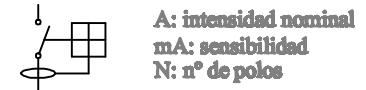
A: intensidad nominal  
kA: poder de corte  
P+N: nº de polos  
Tipo de Curva: A, B ó C.

Tomas de corriente III+N+T, 32 A.  
Tomas de corriente I+N+T, 16 A.

 <p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	<p><b>E.T.S.I.I.T.</b></p> <p>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL (ELÉCTRICO)</p>	<p>DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</p>	
	<p>PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b></p>		<p>REALIZADO: <b>Gofñi Jusue, Mikel</b></p>
<p>PLANO: <b>CUADRO AUXILIAR Nº 6</b></p>	<p>FECHA: 18/08/2012</p>	<p>ESCALA: S/E</p>	<p>Nº PLANO: 16</p>



**INTERRUPTOR DIFERENCIAL**




A: intensidad nominal  
mA: sensibilidad  
N: nº de polos

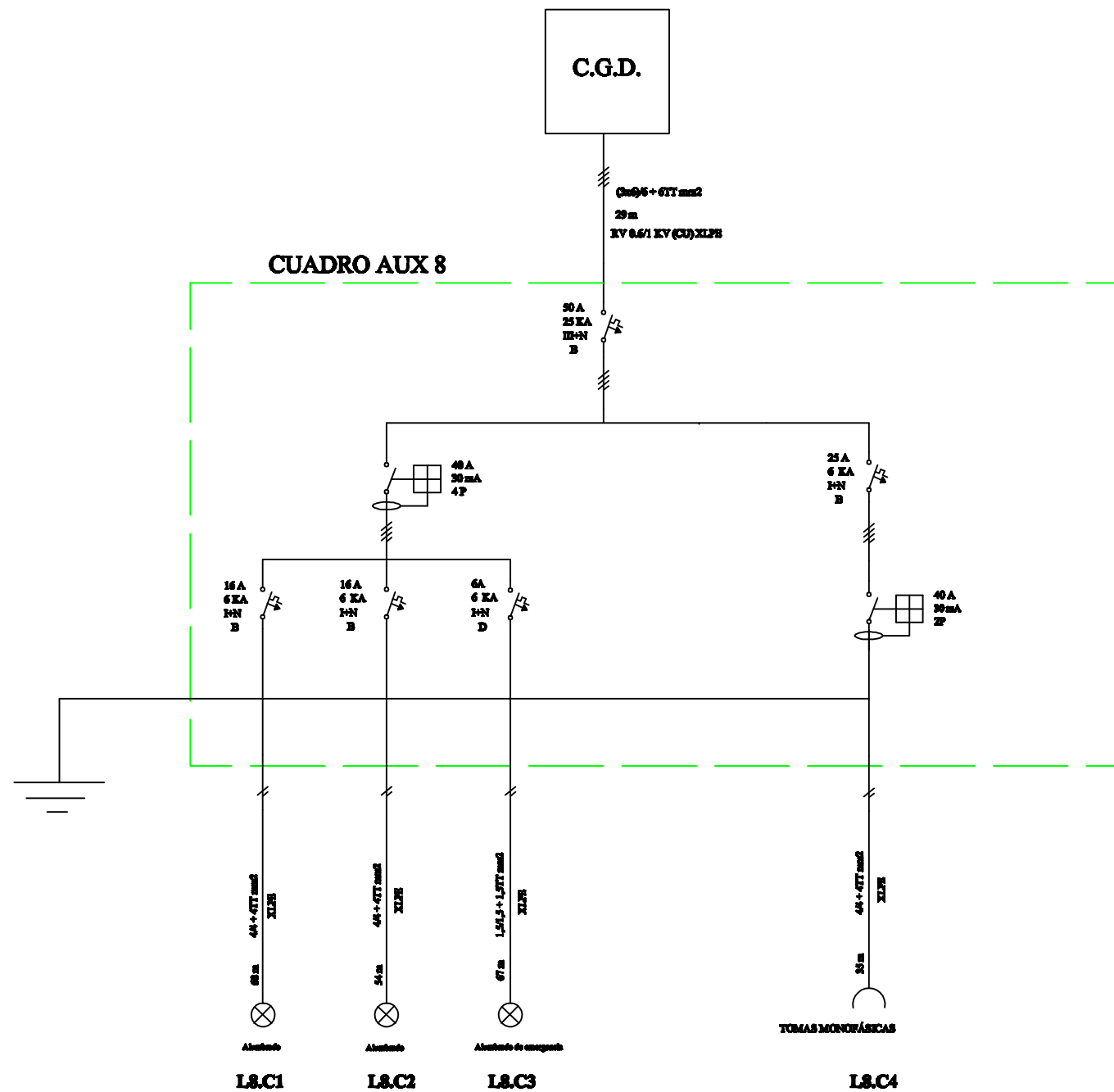
**INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO**



A: intensidad nominal  
kA: poder de corte  
F+N: nº de polos  
Tipo de Curva: A,B Ó C.

Tomas de corriente I+N+T, 16 A.

 <p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	<p><b>E.T.S.I.I.T.</b></p>	<p>DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</p>
	<p>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL (ELÉCTRICO)</p>	<p>REALIZADO: <b>Gofi Jusue, Mikel</b></p>
<p>PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b></p>		<p>FIRMA:</p>
<p>PLANO: <b>CUADRO AUXILIAR Nº 7</b></p>	<p>FECHA: 18/08/2012</p>	<p>ESCALA: S/E</p>
		<p>Nº PLANO: 17</p>

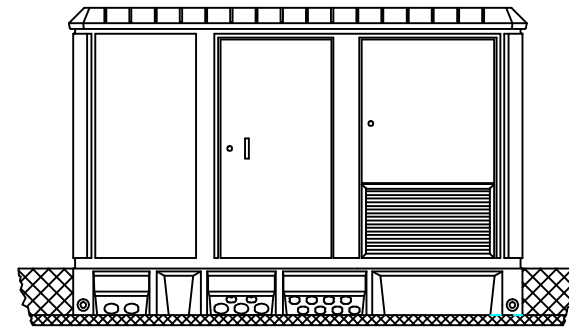
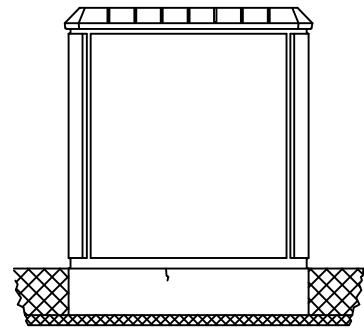


**INTERRUPTOR DIFERENCIAL**  
 A: intensidad nominal  
 mA: sensibilidad  
 N: n° de polos

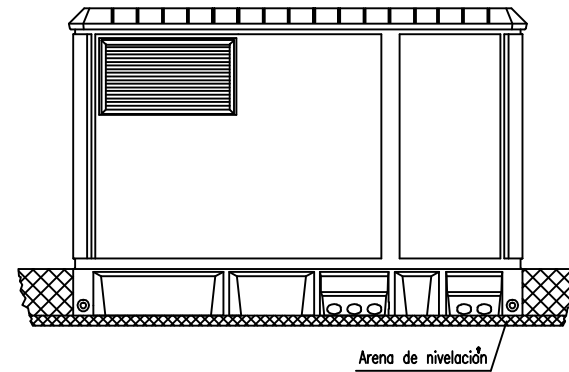
**INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO**  
 A: intensidad nominal  
 kA: poder de corte  
 F+N: n° de polos  
 Tipo de Curva: A, B Ó C.

Tomas de corriente I+N+T, 16 A.

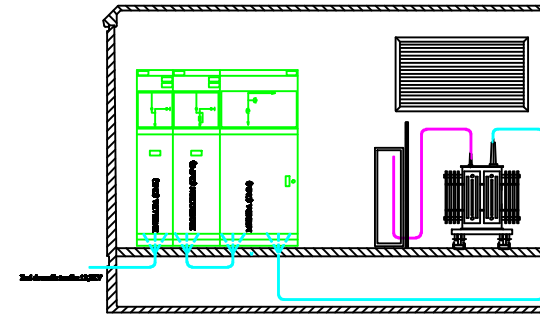
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL (ELÉCTRICO)	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>	
PLANO: <b>CUADRO AUXILIAR Nº 8</b>		REALIZADO: <b>Gofii Jusue, Mikel</b> FIRMA:
	FECHA: 18/08/2012	ESCALA: S/E
		Nº PLANO: 18



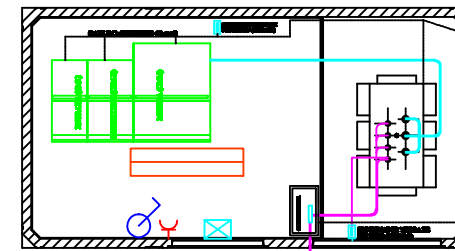
OBRA CIVIL C.T.



DIMENSIONES DE LA EXCAVACION  
5.26 m. ancho x 3.18 m. fondo x 0.56 m. profund.

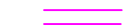







DISTRIBUCION GENERAL C.T.

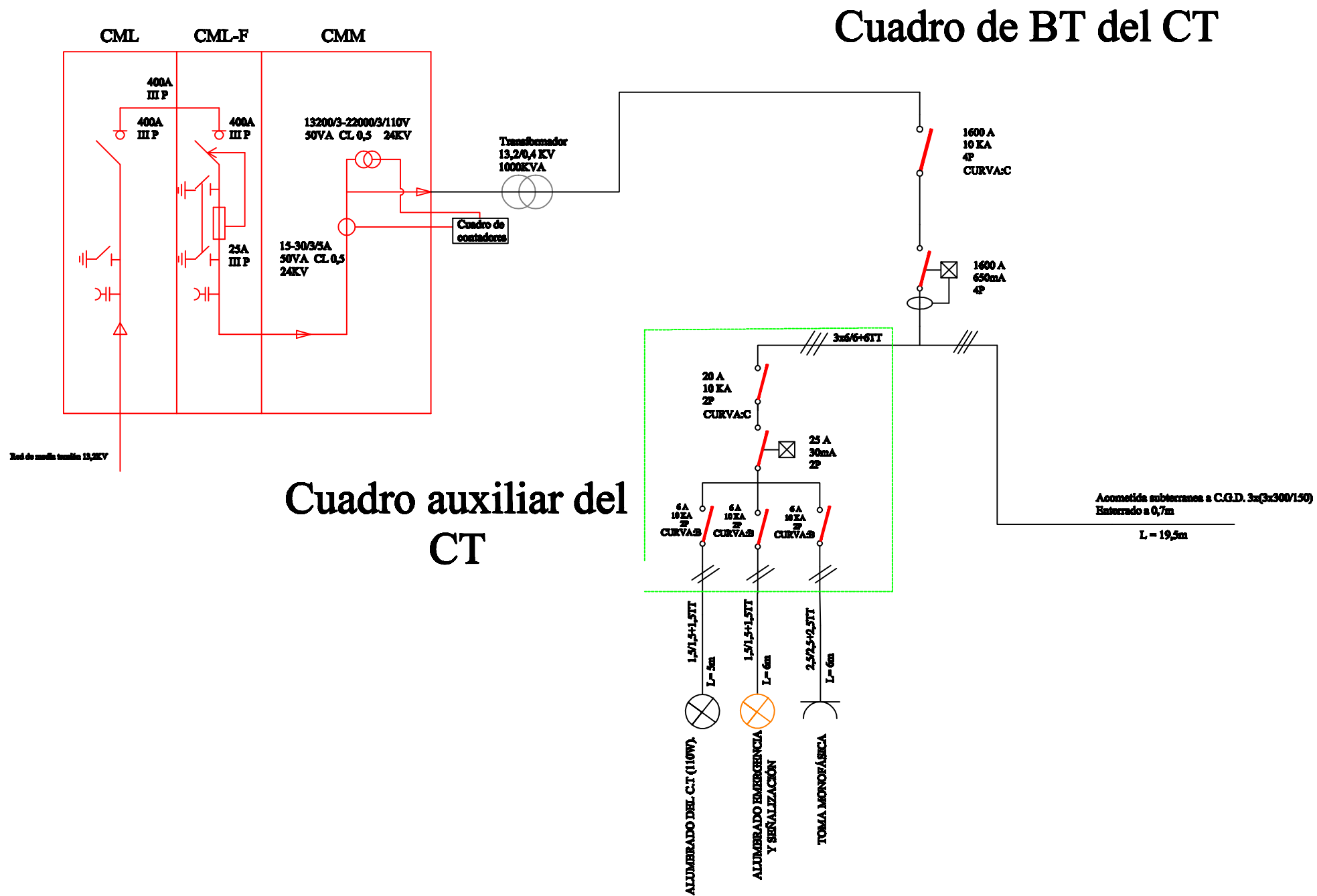


LINEA SUBTERRANEA ACCIONADA A CUADRO GENERAL DE T.M.E.E.





LEYENDA:


-  Tubo de PVC.
-  Dos lámparas fluorescentes de la marca Philips, modelo TL58/22
-  Lámpara de emergencia y señalización, Logotip serie U21 3x36/1701
-  Toma corriente (I+II+N+T) 230 V/16 A. 0,3 m sobre el suelo.
-  Interruptor: Mideado a 1m sobre el suelo y a 0,1m de la puerta
- CME:** Cables de línea
- CME:** Cables de medida
- CME-F:** Cables de interruptor automático de protección de transformación

 <b>Universidad Pública de Navarra</b> <b>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</b>	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b> <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>	
	<b>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL (ELÉCTRICO)</b>	<b>REALIZADO:</b> <b>Gofii Jusue, Mikel</b>	
<b>PROYECTO:</b> <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>		<b>FIRMA:</b>	
<b>PLANO:</b> <b>DISTRIBUCIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>	<b>FECHA:</b> <b>18/08/2012</b>	<b>ESCALA:</b> <b>1:75</b>	<b>Nº PLANO:</b> <b>19</b>

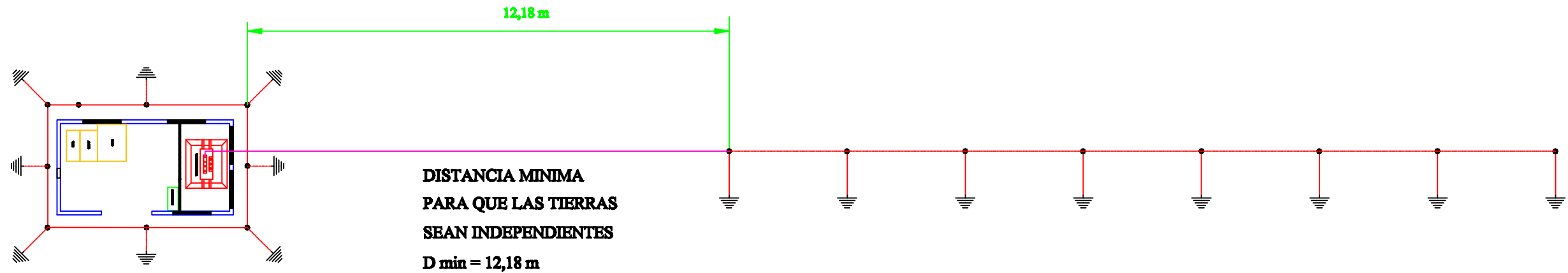


### Leyenda

-  **Interruptor magnetotermico:**  
A: Intensidad nominal  
KA: PdC  
Nº de polos  
Curva
-  **Interruptor diferencial:**  
A: Intensidad nominal  
mA: Sensibilidad  
Nº de polos
-  Lámparas fluorescentes de la marca Philips, modelo TMS022
-  Lámpara de emergencia y señalización Legrand serie U21 Ref.661701
- Toma de corriente I+N+TT 16A á 230V
- Conductores con aislamiento 0,6/1KV
- CML: Celda de linea
- CML-F: Celda de proteccion con fusible
- CMM: Celda de medida

 <b>Universidad Pública de Navarra</b> <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL (ELÉCTRICO)	REALIZADO: <b>Goñi Jusue, Mikel</b>	
<b>PROYECTO:</b> INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		<b>FIRMA:</b>	
<b>PLANO:</b> CUADRO AUXILIAR Y DE BAJA TENSION DEL CT		<b>FECHA:</b> 18/08/2012	<b>ESCALA:</b> S/E
		<b>Nº PLANO:</b> 20	

# CENTRO DE TRANSFORMACIÓN



**PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS:**

**CONFIGURACIÓN: UNESA 50-30/8/84**

**Picas de acero cobrizado**  
 Longitud: 4m  
 Diámetro: 14mm  
 Nº de picas: 8

## TIERRA DE PROTECCIÓN (MASAS)

**Electrodo**

Conductor de Cu desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección  
 Profundidad del electrodo: 0.8 m  
 Geometría del sistema: Anillo  
 Dimensiones de la red: 5x3 (m)

## TIERRA DE SERVICIO (NEUTRO DEL TRANSFORMADOR)


**PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO DEL TRANSFORMADOR:**

**CONFIGURACIÓN: UNESA 5/82**

**Picas de acero cobrizado**  
 Longitud: 2m  
 Diámetro: 14mm  
 Nº de picas: 8  
 Distancia entre picas: 3m

**Electrodo**

Conductor de Cu aislado de 50 mm<sup>2</sup> de sección, aislamiento 0.6/1 Kv  
 Conductor de Cu desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección  
 Profundidad del electrodo: 0.5m

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL (ELÉCTRICO)	REALIZADO: <b>Goñi Jusue, Mikel</b>	
PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>		FIRMA:	
PLANO: <b>PUESTA A TIERRA DEL C.T.</b>	FECHA: 18/08/2012	ESCALA: 1:200	Nº PLANO: 21



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN NAVE INDUSTRIAL CON  
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

PLIEGO DE CONDICIONES

Mikel Goñi Jusue

José Valdenebro García

Pamplona, 06/09/2012

## ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES

<b>4.1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>4.2. OBJETO.....</b>	<b>3</b>
<b>4.3. CONDICIONES GENERALES.....</b>	<b>3</b>
4.3.1 NORMAS GENERALES.....	3
4.3.2 AMBITO DE APLICACIÓN.....	3
4.3.3 CONFORMIDAD Y VARIACIÓN DE LAS CONDICIONES.....	3
4.3.4. RESCISIÓN DEL CONTRATO.....	4
4.3.5. CONDICIONES GENERALES.....	4
<b>4.4. CONDICIONES GENERALES DE LA EJECUCIÓN.....</b>	<b>4</b>
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.....	5
4.4.5. CONDICIONES DE PAGO.....	6
<b>4.5. CONDICIONES PARTICULARES.....</b>	<b>6</b>
4.5.1. DISPOSICIONES APLICABLES.....	6
4.5.2. CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO.....	6
4.5.3. PROTOTIPOS.....	7
<b>4.6. NORMATIVA GENERAL.....</b>	<b>7</b>
<b>4.7. REDES SUBTERRANEAS DE BAJA TENSIÓN.....</b>	<b>8</b>
4.7.1. OBJETIVO.....	8
4.7.2. CONDICIONES GENERALES.....	8
4.7.3. EJECUCIÓN DE TRABAJO.....	8
4.7.4. TRAZADO DE ZANJAS.....	8
4.7.5. TENDIDO DE CONDUCTORES.....	9
4.7.6. IDENTIFICACIÓN DEL CONDUCTOR.....	10
4.7.7. CIERRE DE ZANJAS.....	10
<b>4.8. RECEPTORES.....</b>	<b>10</b>
4.8.1. CONDICIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN.....	10
4.8.2. CONEXIONES DE RECEPTORES.....	11
4.8.3. RECEPTORES DE ALUMBRADO. INSTALACIÓN.....	11
4.8.4. RECEPTORES A MOTOR. INSTALACIÓN.....	12
4.8.5. MATERIALES AUXILIARES.....	12



<b>4.9. PROTECCIÓN CONTRA SOBREENTENSIDADES Y SOBRETENSIONES..</b>	<b>12</b>
4.9.1. PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	12
4.9.1.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBREENTENSIDADES.....	12
4.9.1.2. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS.....	13
4.9.2. SITUACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN.....	13
4.9.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN.....	13
<b>4.10 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS.....</b>	<b>14</b>
4.10.1. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS.....	14
4.10.2. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.....	14
4.10.3. PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS Y DISPOSITIVOS DE CORTE POR INTENSIDAD DE DEFECTO.....	15
<b>4.11. ALUMBRADOS ESPECIALES.....</b>	<b>15</b>
4.11.1. ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	16
4.11.2. ALUMBRADO DE SEÑALIZACIÓN.....	16
4.11.3. LOCALES QUE DEBERÁN SER PROVISTOS DE ALUMBRADOS ESPECIALES.....	16
4.11.4. FUENTES PROPIAS DE ENERGÍA.....	17
<b>4.12. LOCAL.....</b>	<b>17</b>
4.12.1. PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL.....	17
<b>4.13. MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA.....</b>	<b>18</b>
<b>4.14. PUESTAS A TIERRA.....</b>	<b>19</b>
4.14.1. GENERALIDADES.....	19
4.14.2. ENSAYOS.....	19

## **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).

Se realiza un recorrido por toda la instalación, repasando sus componentes y enunciando sus características.

## **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 ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de de energía Eléctrica cuyas características técnicas se especifican en el Proyecto.

El trabajo eléctrico consistirá en la instalación eléctrica completa de fuerza, alumbrado interior, exterior, toma tierra y el Centro de transformación de la Nave Industrial dedicada a la fabricación de cremalleras para direcciones de coches.

## **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:

- Primero: Muerte o incapacitación del Contratista.
- Segunda: La quiebra del contratista.
- Tercera: Modificación del proyecto cuando produzca alteración en más o menos 25% del valor contratado.
- Cuarta: Modificación de las unidades de obra en número superior al 40% del original.
- Quinta: La no iniciación de las obras en el plazo estimulado cuando sea por causas ajenas a la Propiedad.
- Sexta: La suspensión de las obras ya iniciadas siempre que el plazo de suspensión sea mayor de seis meses.
- Séptima: Incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique mala fe.
- Octava: Terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar ésta.
- Novena: Actuación de mala fe en la ejecución de los trabajos.
- Décima: Destajar o subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin la autorización del Técnico Director y la Propiedad.

#### **4.3.5. 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 LA 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.

El pago al contratista se realizara cuando la obra esté terminada.

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 como 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:

- A.-Los transportes necesarios, tanto para la traída de materiales, como para el envío de estos fuera de la zona.
- B.-Suministro de los materiales para la ejecución de la instalación.
- C.-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 consideran como mejoras o variaciones del proyecto nada más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente, por escrito, por el director de la obra y convenido precio antes de proceder a la ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de la adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del contratista.

#### **4.4.4. PERSONAL**

El contratista no podrá utilizar en los trabajos 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 suficiente de operarios que sean necesarios para llevar a cabo con la conveniente rapidez, así como organizar el número de brigadas que se lo indiquen, para trabajar en varios puntos a la vez.

El contratista tendrá al frente de los trabajadores personal idóneo, el cual deberá atender cuantas órdenes procedan de la dirección técnica de las obras, estando a la expectativa, con objeto de que se lleven con el orden debido.

#### **4.4.5. CONDICIONES DE PAGO**

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 le 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.

#### **4.5. 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 algún 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**

a) se calificará como instalación eléctrica de baja tensión todo conjunto de aparatos y circuitos asociados en previsión de un fin particular. Producción, conservación, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica, cuyas tensiones nominales sean iguales o inferiores a 1000V para corriente alterna.

b) Los materiales, aparatos y receptores utilizados en las instalaciones eléctricas de baja tensión cumplirán en lo que se refiere a condiciones de seguridad técnica, dimensiones y calidad, lo determinado en el reglamento.

c) Si en la instalación eléctrica están integrados circuitos en los que las tensiones empleadas son superiores al límite establecido para baja tensión se deberá cumplir en ellos las 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.

d) Cuando se construya un local, edificio, o agrupación de estos, cuya previsión de carga exceda de 50KVA, o cuando la demanda de un nuevo suministro sea superior a esta cifra, la propiedad del inmueble deberá reservar un local destinado al montaje de la instalación de un centro de transformación, cuya disposición en el edificio corresponda a las características de la red de suministro aérea o subterránea, 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.

e) 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.

f) 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. REDES SUBTERRANEAS DE BAJA TENSIÓN**

### **4.7.1. OBJETIVO**

Se determinan las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras en la instalación de redes subterráneas de distribución.

### **4.7.2. 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.

### **4.7.3. EJECUCIÓN DE TRABAJO**

Corresponde al contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

### **4.7.4. TRAZADO DE ZANJAS**

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las tomas donde se dejarán las llaves para la contención del terreno. Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado. Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se 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.



#### 4.7.5. 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 mm<sup>2</sup> 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.

#### **4.7.6. 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.

#### **4.7.7. 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.

### **4.8. RECEPTORES**

#### **4.8.1. 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 prescripciones de carácter particular, deberán estar protegidos contra sobrintensidads 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.

#### **4.8.2. 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 instrucción 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 al 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 materia termoplástica.

La conexión de conductores movibles a la instalación alimentadora se realizará utilizando:

- Tomas de corriente.
- Cajas de conexión.
- Trole para el caso de vehículos a tracción eléctrica o aparatos movibles.

#### **4.8.3. RECEPTORES DE ALUMBRADO. INSTALACIÓN**

Se prohíbe terminantemente colgar las armaduras de las lámparas utilizando para ello 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 0,9.

Para la instalación de lámparas suspendidas en el exterior, se seguirá lo dispuesto a la instrucción ITC BT-09 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

#### **4.8.4. 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.

#### **4.8.5. MATERIALES AUXILIARES**

Toda la tornillería, así como arandelas, tuercas, contratuercas, 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.

### **4.9. PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES Y SOBRETENSIONES**

#### **4.9.1. PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES**

##### **4.9.1.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES**

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreesntensidades 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 sobreesntensidades 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 sobrecargas.

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

#### **4.9.1.2. 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.

#### **4.9.2. 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.

Se instalarán a tal interruptor automático, diferencial y fusibles.

#### **4.9.3. 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 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 marcados sus intensidades y tensiones nominales, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse y el símbolo que indique las características de desconexión, de acuerdo con la norma que le corresponda, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

## **4.10 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS**

### **4.10.1. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS**

Para considerar satisfactoria la protección contra los contactos directos se tomará una de las siguientes medidas:

- a) 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 metro abajo y 1 metro lateralmente.
- b) 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.
- c) 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 1 mA.

### **4.10.2. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS**

Para la elección de las medidas de protección contra contactos indirectos, se tendrá en cuenta la naturaleza de los locales o emplazamientos, las masas y los elementos conductores, la extensión e importancia de la instalación, etc., que obligarán en cada caso a adoptar la medida de protección más adecuada.

Para instalaciones con tensiones superiores a 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.

### **4.10.3. 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 automático 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 del cual el interruptor diferencial abre automáticamente, en su tiempo conveniente la instalación a proteger, determina la sensibilidad de funcionamiento del aparato.

### **4.11. ALUMBRADOS ESPECIALES**

#### **4.11.1. 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.

#### **4.11.2. 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 eliminarse con este alumbrado, coincidan con los que precisan alumbrado de emergencia, los puntos de luz ambos alumbrados podrán ser los mismos.

#### **4.11.3. LOCALES QUE DEBERÁN SER PROVISTOS DE ALUMBRADOS ESPECIALES**

- a) *Con alumbrado de emergencia:* Todos los locales de reunión que puedan albergar a 300 personas o más, los locales de espectáculos y los establecimientos sanitarios.



- b) *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.

#### **4.11.4. FUENTES PROPIAS DE ENERGÍA**

La fuente propia de energía estará constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos o grupos electrógenos; la puesta en funcionamiento de unos y otros se producirá al producirse la falta de tensión en los circuitos alimentados por los diferentes suministros procedentes de la empresa o empresas distribuidoras de 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.

### **4.12. LOCAL**

#### **4.12.1. 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:

- a) Será necesario disponer de una acometida individual, siempre que el conjunto de las dependencias del local considerado constituya un edificio independiente o, igualmente, en el caso en que existan varios locales o viviendas en el mismo edificio y la potencia instalada en el local de pública concurrencia lo justifique.
- b) El cuadro general de distribución deberá colocarse en el punto más próximo posible a la entrada de la acometida o de la derivación individual y se colocará junto o sobre él el dispositivo de mando y protección preceptivo según la Instrucción MI BT 016. Cuando no sea posible la instalación del cuadro general en este punto, se instalará, de todas formas en dicho punto, un dispositivo de mando y protección. Del citado general saldrán las líneas que alimentan directamente los aparatos receptores o bien las líneas generales de distribución a las que se conectará mediante cajas o a través de cuadros secundarios.
- c) El cuadro general de distribución e, igualmente, los cuadros secundarios, se instalarán en locales o recintos a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro acusado de incendio



o de pánico (cabinas de proyección, escenarios, salas de público, escaparates, etc.), 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.

- d) En el cuadro general de distribución o en los secundarios se dispondrán dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución, y las de alimentación directa a receptores. Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se colocará una placa indicadora del circuito a que pertenecen.
- e) En las instalaciones para alumbrado de locales o dependencias donde se reúna público, el número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas a alimentar, deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en los locales o dependencias que se iluminan alimentadas por dichas líneas.
- f) Las canalizaciones estarán constituidas por:
  - Conductores aislados, de tensión nominal no inferior a 750 V, 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 750 V, con cubierta de protección, colocados en huecos de la construcción, totalmente construidos en materiales incombustibles.
  - Conductores rígidos, aislados de tensión nominal no inferior a 1.000 V, armados directamente sobre paredes.
- g) Se adoptarán las disposiciones convenientes para que las instalaciones no puedan ser alimentadas simultáneamente por dos fuentes de alimentación independientes entre sí.

#### **4.13. MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA**

Las instalaciones que suministren energía a receptores de los que resulte un factor de potencia inferior a 0,90 deberán ser compensadas, 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.

- Para 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 de 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.

#### **4.14. PUESTAS A TIERRA**

##### **4.14.1. GENERALIDADES**

En cada instalación se efectuará una red de tierra. El conjunto de líneas y tomas de tierra tendrán unas características tales, que las masas metálicas no podrán ponerse a una tensión superior a 24 V, respecto de la tierra.

Todas las carcasas de aparatos de alumbrado, así como enchufes, etc., 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 B.T.

Las instalaciones de toma de tierra, seguirán las normas establecidas en el reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 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.

##### **4.14.2. ENSAYOS**

La recepción de los materiales se hará comprobando que cumplan las condiciones funcionales y de calidad fijadas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión 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”.

**Pamplona, Agosto 2012**

**Mikel Goñi Jusue**





# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN NAVE INDUSTRIAL CON  
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

PRESUPUESTO

Mikel Goñi Jusue

José Valdenebro García

Pamplona, 06/09/2012

## ÍNDICE

CAPÍTULO 5.1: ACOMETIDA .....	2
CAPÍTULO 5.2: PROTECCIONES .....	3
CAPÍTULO 5.3: CANALIZACIONES .....	8
CAPÍTULO 5.4: EQUIPOS DE ALUMBRADO.....	11
CAPÍTULO 5.5: PUESTA A TIERRA .....	13
CAPÍTULO 5.6: ELEMENTOS VARIOS.....	15
CAPÍTULO 5.7: COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA .....	22
CAPÍTULO 5.8: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN .....	26
CAPÍTULO 5.9: SEGURIDAD .....	31
RESUMEN DEL PRESUPUESTO .....	33

**5.1.CAPITULO I: ACOMETIDA**

Nº orden	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.1.1.	Cable RZ1-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 300 mm <sup>2</sup> Cu	180	150,03	27005,4
5.1.2	Marca: PRYSMIAN Cable RV-K 0.6/1 KV Flexible(3x150 mm <sup>2</sup> ) Cobre	58,5	72,71	4253.53
5.1.3	Tubo de PVC corrugado de doble pared, de 200 mm de diámetro, de 2,7 mm de espesor, liso por el interior y corrugado por el exterior, color rojo FU 15 R de resistencia al aplastamiento 450 N. Marca AISCAN DRN. Incluso mano de obra de instalación y pequeño material	20	10,03	200,06
5.1.4.	Zanja sobre tierra de 40x70 cm. Con arena lavada debajo del tubo y relleno de tierra excavada.	1	63,75	63,75
5.1.5.	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje.Totalmente instalado.	5	24,5	122,5
<b>TOTAL ACOMETIDA</b>				<b>31645,78</b>

**5.2. CAPITULO II: PROTECCIONES****5.2.1. CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN**

Nº orden	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.2.1.1.	magnetotérmico de la marca Schneider, Compact NS1600A tipo H calibre: 1600A.PdC35KA III+N.Curva: C	1	11367,84	11367,84
5.2.1.2.	magnetotérmico de la marca Schneider, Compact NSX 160F calibre: 160A.PdC25KA III+N.Curva: C	1	1075,95	1075,95
5.2.1.3.	magnetotérmico de la marca Schneider, Compact NSX 400N calibre: 400A.PdC25KA III+N.Curva: C	3	3587,96	10763,88
5.2.1.4.	magnetotérmico de la marca Schneider, Compact NSX 250F calibre: 250A.PdC25KA III+N.Curva: D	1	2196,58	2196,58
5.2.1.5.	magnetotérmico de la marca Schneider, Compact NSX 160F calibre: TM100A.PdC25KA III+N.Curva: D	2	796,57	1593,14
5.2.1.6.	magnetotérmico de la marca Schneider, NSX160F calibre: TM125A.PdC25KA III+N.Curva: D	1	796,57	796,57



## Instalación Eléctrica de Nave Industrial con Centro de Transformación

5.2.1.7.	magnetotérmico de la marca Schneider, NG125N calibre: 50A.PdC25KA III+N.Curva: C	1	82,17	82,17
5.2.1.8.	Interruptor automático diferencial de la marca Schneider: Vigirex RH99 con captador toroidal MA120 Calibre: 250A.300mmA. 4P	2	797,49	1594,98
5.2.1.9.	Interruptor automático diferencial de la marca Schneider: Vigirex RH99 con captador toroidal SA200 Calibre: 400A.300mmA. 4P	4	1442,49	5769,96
5.2.1.10.	Interruptor automático diferencial de la marca Schneider: Vigirex RH99 con captador toroidal IA80 Calibre: 125A.300mmA. 4P	1	588,65	588,65
5.2.1.11.	Mano de obra. Incluido elementos necesarios para su montaje	5	24,5	122,5
TOTAL PROTECCIONES C.G.D.				35952,22

**5.2.2. CUADRO AUXILIAR 1**

<b>Nº orden</b>	<b>Concepto</b>	<b>Medida</b>	<b>Precio unitario (Euros)</b>	<b>Total (Euros)</b>
5.2.2.1.	magnetotérmico de la marca Schneider, Compact NSX 160F calibre: 160A.PdC25KA III+N.Curva: B	1	1075,95	1075,95
5.2.2.2.	magnetotérmico de la marca Schneider, NG125N calibre: 50A.PdC25KA III+N.Curva: D	2	82,17	164,34
5.2.2.3.	magnetotérmico de la marca Schneider, ACTI9 IC60H calibre: 40A.PdC15KA III+N.Curva: D	1	211,89	211,89
5.2.2.4.	magnetotérmico de la marca Schneider, ACTI9 IC60H calibre: 10A.PdC15KA III+N.Curva: D	1	166,07	166,07
5.2.2.5.	magnetotérmico de la marca Schneider, ACTI9 IC60N calibre: 20A.PdC10KA I+N.Curva: D	1	127,92	127,92
5.2.2.6.	Interruptor automático diferencial de la marca Schneider: Vigirex RH99 con captador toroidal MA120 Calibre: 250A.300mmA. 4P	1	797,49	797,49
5.2.2.7.	Interruptor automático diferencial de la marca Schneider: Vigi iC60 Calibre: 40A.300mmA. 4P	1	217,00	217,00

## Instalación Eléctrica de Nave Industrial con Centro de Transformación

5.2.2.8.	Mano de obra. Incluido elementos necesarios para su montaje	5	24,5	122,5
TOTAL PROTECCIONES C.A.1				2883,16

## 5.2.3. CUADRO AUXILIAR 2

Nº orden	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.2.3.1.	magnetotérmico de la marca Schneider, Compact NSX 400N calibre: 400A.PdC25KA III+N.Curva: B	1	3587,96	3587,96
5.2.3.2.	magnetotérmico de la marca Schneider, Compact NSX 250F calibre: 250A.PdC15KA III+N.Curva: D	1	2196,58	2196,58
5.2.3.3.	magnetotérmico de la marca Schneider, ACTI9 IC60H calibre: 10A.PdC15KA III+N.Curva: D	1	166,07	166,07
5.2.3.4.	magnetotérmico de la marca Schneider, ACTI9 IC60N calibre: 20A.PdC10KA I+N.Curva: D	1	127,92	127,92
5.2.3.5.	Interruptor automático diferencial de la marca Schneider: Vigi iC60 Calibre: 40A.300mA. 4P	1	217,00	217,00
5.2.3.6.	Interruptor automático diferencial de la marca Schneider: Vigirex RH99 con captador toroidal MA120	1	797,49	797,49

## Instalación Eléctrica de Nave Industrial con Centro de Transformación

	Calibre: 250A.300mmA. 4P			
5.2.3.7.	Mano de obra. Incluido elementos necesarios para su montaje	5	24,5	122,5
TOTAL PROTECCIONES C.A.2				7215,52

## 5.2.4. CUADRO AUXILIAR 3

Nº orden	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.2.4.1.	magnetotérmico de la marca Schneider, Compact NSX 400N calibre: 400A.PdC25KA III+N.Curva: C	2	3587,96	7175,92
5.2.4.2.	magnetotérmico de la marca Schneider, ACTI9 IC60L calibre: 10A.PdC20KA III+N.Curva: D	1	358,27	358,27
5.2.4.3.	magnetotérmico de la marca Schneider, ACTI9 IC60N calibre: 20A.PdC10KA I+N.Curva: C	1	71,52	71,52
5.2.4.4.	Interruptor automático diferencial de la marca Schneider: Vigirex RH99 con captador toroidal SA200 Calibre: 400A.300mmA. 4P	1	1442,49	1442,49
5.2.4.5.	Interruptor automático diferencial de la marca Schneider: Vigi iC60 Calibre: 40A.300mmA. 4P	1	217,00	217,00

## Instalación Eléctrica de Nave Industrial con Centro de Transformación

5.2.4.8.	Mano de obra. Incluido elementos necesarios para su montaje	5	24,5	122,5
TOTAL PROTECCIONES C.A.3				9377,7

## 5.2.5. CUADRO AUXILIAR 4

Nº orden	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.2.5.1.	magnetotérmico de la marca Schneider, Compact NSX 250F calibre: 250A.PdC25KA III+N.Curva: D	1	2196,58	2196,58
5.2.5.2.	magnetotérmico de la marca Schneider, NG125N calibre: 50A.PdC25KA III+N.Curva: D	2	82,17	164,34
5.2.5.3.	magnetotérmico de la marca Schneider, ACTI9 IC60L calibre: 40A.PdC20KA III+N.Curva: D	2	434,02	868,04
5.2.5.4.	magnetotérmico de la marca Schneider, ACTI9 NG125N calibre: 100A.PdC20KA III+N.Curva: D	1	579,80	579,80
5.2.5.5.	magnetotérmico de la marca Schneider, ACTI9 IC60L calibre: 10A.PdC20KA III+N.Curva: D	1	358,27	358,27

## Instalación Eléctrica de Nave Industrial con Centro de Transformación

5.2.5.6.	magnetotérmico de la marca Schneider, ACTI9 IC60H calibre: 20A.PdC15KA I+N.Curva: D	1	84,64	84,64
5.2.5.7.	Interruptor automático diferencial de la marca Schneider: Vigirex RH99 con captador toroidal MA120 Calibre: 250A.300mmA. 4P	1	797,49	797,49
5.2.5.8.	Interruptor automático diferencial de la marca Schneider: Vigi iC60 Calibre: 40A.300mmA. 4P	1	217,00	217,00
5.2.5.9.	Mano de obra. Incluido elementos necesarios para su montaje	5	24,5	122,5
TOTAL PROTECCIONES C.A.4				5390,66

## 5.2.6. CUADRO AUXILIAR 5

Nº orden	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.2.6.1.	magnetotérmico de la marca Schneider, Compact NSX 160F calibre: TM100A.PdC25KA III+N.Curva: C	1	796,57	796,57
5.2.6.2.	magnetotérmico de la marca Schneider, ACTI9 IC60H calibre: 16A.PdC15KA III+N.Curva: D	1	169,35	169,35

## Instalación Eléctrica de Nave Industrial con Centro de Transformación

5.2.6.3.	magnetotérmico de la marca Schneider, ACTI9 IC60H calibre: 32A.PdC15KA III+N.Curva: D	1	188,23	188,23
5.2.6.4.	magnetotérmico de la marca Schneider, ACTI9 IC60H calibre: 6A.PdC15KA III+N.Curva: C	1	147,01	147,01
5.2.6.5.	magnetotérmico de la marca Schneider, ACTI9 IC60H calibre: 10A.PdC15KA III+N.Curva: D	1	166,07	166,07
5.2.6.6.	magnetotérmico de la marca Schneider, ACTI9 IC60N calibre: 20A.PdC10KA I+N.Curva: D	1	127,92	127,92
5.2.6.7.	Interruptor automático diferencial de la marca Schneider: Vigi iC120 Calibre: 80A.300mmA. 4P	1	631,26	631,26
5.2.6.8.	Interruptor automático diferencial de la marca Schneider: Vigi iC60 Calibre: 40A.300mmA. 4P	1	217,00	217,00
5.2.6.9.	Mano de obra. Incluido elementos necesarios para su montaje	5	24,5	122,5
TOTAL PROTECCIONES C.A.5				2565,91

**5.2.7. CUADRO AUXILIAR 6**

Nº orden	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.2.7.1.	magnetotérmico de la marca Schneider, NSX160F calibre: TM125A.PdC25KA III+N.Curva: C	1	796,57	796,57
5.2.7.2.	magnetotérmico de la marca Schneider, ACTI9 IC60H calibre: 32A.PdC15KA I+N.Curva: C	2	75,52	151,04
5.2.7.3.	magnetotérmico de la marca Schneider, ACTI9 IC60H calibre: 32A.PdC15KA I+N.Curva: B	1	86,48	86,48
5.2.7.4.	magnetotérmico de la marca Schneider, ACTI9 IC60H calibre: 6A.PdC15KA I+N.Curva: D	1	88,23	88,23
5.2.7.5.	magnetotérmico de la marca Schneider, ACTI9 IC60H calibre: 6A.PdC15KA I+N.Curva: B	1	83,41	83,41
5.2.7.6.	magnetotérmico de la marca Schneider, ACTI9 IC60L calibre: 10A.PdC25KA III+N.Curva: D	1	358,27	358,27
5.2.7.7.	magnetotérmico de la marca Schneider, ACTI9 IC60H calibre: 20A.PdC15KA I+N.Curva: D	1	84,64	84,64
5.2.7.8.	magnetotérmico de la marca Schneider, ACTI9 IC60H calibre: 20A.PdC15KA I+N.Curva: B	1	80,07	80,07



## Instalación Eléctrica de Nave Industrial con Centro de Transformación

5.2.7.9	Interruptor automático diferencial de la marca Schneider: Vigi iC120 Calibre: 100A.300mmA. 4P	1	631,26	631,26
5.2.7.10	Interruptor automático diferencial de la marca Schneider: Vigi iC60 Calibre: 25A.30mmA. 4P	1	223,28	223,28
5.2.7.11	Interruptor automático diferencial de la marca Schneider: Vigi iC60 Calibre: 40A.300mmA. 4P	1	217,00	217,00
5.2.7.12	Interruptor automático diferencial de la marca Schneider: Vigi iC60 Calibre: 25A.30mmA. 2P	1	194,74	194,74
.	Mano de obra. Incluido elementos necesarios para su montaje	5	24,5	122,5
TOTAL PROTECCIONES C.A.6				3217,49

## 5.2.8. CUADRO AUXILIAR 7

Nº orden	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.2.8.1.	magnetotérmico de la marca Schneider, Compact NSX 160F calibre:TM100A.PdC25KA III+N.Curva: C	1	796,57	796,57
5.2.8.2.	magnetotérmico de la marca Schneider, ACTI9 IC60N calibre: 16A.PdC10KA I+N.Curva: B	2	69,44	138,88

## Instalación Eléctrica de Nave Industrial con Centro de Transformación

5.2.8.3.	magnetotérmico de la marca Schneider, ACTI9 IC60N calibre: 6A.PdC10KA I+N.Curva: C	1	63,83	63,83
5.2.8.4.	magnetotérmico de la marca Schneider, ACTI9 IC60N calibre: 25A.PdC10KA I+N.Curva: B	2	72,79	145,48
5.2.8.5.	Interruptor automático diferencial de la marca Schneider: Vigi iC60 Calibre: 40A.30mmA. 4P	1	262,90	262,90
5.2.8.6.	Interruptor automático diferencial de la marca Schneider: Vigi iC120 Calibre: 80A.300mmA. 4P	1	631,26	631,26
5.2.8.7.	Mano de obra. Incluido elementos necesarios para su montaje	5	24,5	122,5
TOTAL PROTECCIONES C.A.7				2161,42

## 5.2.9. CUADRO AUXILIAR 8

Nº orden	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.2.9.1.	magnetotérmico de la marca Schneider, NG125N calibre: 50A.PdC25KA III+N.Curva: C	1	347,19	347,19
5.2.9.2.	magnetotérmico de la marca Schneider, ACTI9 IC60N calibre: 16A.PdC6KA I+N.Curva: B	2	69,44	138,88

## Instalación Eléctrica de Nave Industrial con Centro de Transformación

5.2.9.3.	magnetotérmico de la marca Schneider, ACTI9 IC60N calibre: 6A.PdC6KA I+N.Curva: D	1	138,33	138,33
5.2.9.4.	magnetotérmico de la marca Schneider, ACTI9 IC60N calibre: 25A.PdC6KA I+N.Curva: B	1	72,79	72,79
5.2.9.5.	Interruptor automático diferencial de la marca Schneider: Vigi iC60 Calibre: 40A.30mmA. 4P	1	262,90	262,90
5.2.9.6.	Interruptor automático diferencial de la marca Schneider: Vigi iC120 Calibre: 40A.30mmA. 2P	1	204,45	204,45
5.2.9.7.	Mano de obra. Incluido elementos necesarios para su montaje	5	24,5	122,5
TOTAL PROTECCIONES C.A.8				1287,04

## 5.2.10. ARMARIOS DE LOS CUADROS

Nº orden	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.2.10.1.	Cofret metálico Schneider Electric, modelo Pragma 24, superficial. Sus dimensiones son 750x550x148 mm. Incluso cableado, conexión y mano de obra	1	455,07	455,07

## Instalación Eléctrica de Nave Industrial con Centro de Transformación

5.2.10.2.	Cofret metálico de 48 módulos en 2 filas de la marca Schneider Electric, modelo Pragma 24, superficial. Sus dimensiones son 450x550x148 mm. Incluso cableado, conexión y mano de obra	8	292,95	2636,55
TOTAL ARMARIOS				21092,4

## 5.2.11. TABLA RESUMEN

Nº orden	Concepto	Importe (Euros)
5.2.11.1.	C.G.D.	35952,22
5.2.11.2.	Cuadro auxiliar 1	2883,16
5.2.11.3.	Cuadro auxiliar 2	7215,52
5.2.11.4.	Cuadro auxiliar 3	9377,7
5.2.11.5.	Cuadro auxiliar 4	5390,66
5.2.11.6.	Cuadro auxiliar 5	2565,91
5.2.11.7.	Cuadro auxiliar 6	3217,49
5.2.11.8.	Cuadro auxiliar 7	2161,42
5.2.11.9.	Cuadro auxiliar 8	1287,04
5.2.11.10.	Armarios de los cuadros	21092,4
5.2.11.11.	TOTAL	91143,52

**5.3. CAPÍTULO III: CONDUCTORES, TUBOS Y CANALIZACIONES****5.3.1. CONDUCTORES**

Nº orden	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.3.1.1.	Cable RZ1-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 1,5 mm <sup>2</sup> Cobre	350	1,45	507,5
5.3.1.2.	Cable RZ1-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 2,5 mm <sup>2</sup> Cu	1250	1,99	2487,5
5.3.1.3.	Cable RZ1-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca:Prysmian 4 mm <sup>2</sup> Cu	989	2,94	2907,66
5.3.1.4.	Cable RZ1-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca:Prysmian 6 mm <sup>2</sup> Cu	1000	3,68	3680
5.3.1.5.	Cable RZ1-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 16 mm <sup>2</sup> Cu	240	8,56	2054,4
5.3.1.6.	Cable RZ1-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 25 mm <sup>2</sup> Cu	60	12,93	775,8
5.3.1.7.	Cable RZ1-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 35 mm <sup>2</sup> Cu	40	17,93	717,2
5.3.1.8.	Cable RZ1-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 50 mm <sup>2</sup> Cu	35	25,86	905,1
5.3.1.19.	Cable RZ1-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 95 mm <sup>2</sup> Cu	295	46,78	13800,1
5.3.1.10.	Cable RZ1-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 150 mm <sup>2</sup> Cu	410	72,71	29811,1

## Instalación Eléctrica de Nave Industrial con Centro de Transformación

5.3.1.11.	Cable RZ1-K 0.6/ 1 kV Flexible Marca: Prysmian 185 mm <sup>2</sup> Cu	360	87,53	31510,8
TOTAL CABLES				89157,16

## 5.3.2. TUBOS Y CANALIZACIONES

Nº orden	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.3.2.1	Bandeja perforada Aiscan BMP de 35mm de alto y 200mm de ancho	170	12,76	2169,2
5.3.1.2	Tubo de PVC flexible de Ø 16 mm.	40	0,25	10
5.3.1.3	Tubo de PVC flexible de Ø 20 mm.	390	0,35	136,5
5.3.1.4	Tubo de acero flexible galvanizado de Ø 20 mm.	81	10,35	838,35
TOTAL TUBOS Y CANALIZACIONES				3154,05

## 5.3.3. TABLA RESUMEN

Nº orden	Concepto	Importe (Euros)
5.3.3.1.	Cables	116162,56
5.3.3.2	Tubos y canalizaciones	3154,05
5.3.3.3	TOTAL	119316,61

**5.4. CAPÍTULO V: EQUIPOS DE ALUMBRADO****5.4.1. ALUMBRADO INTERIOR**

Nº orden	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.4.1.1	Luminaria Philips TBS160 4xTL-D18W HFP M6-1000	84	135	11340
5.4.1.2	Luminaria Philips HPK888 P-WB 1xSON400W PR AC	24	247	5928
5.4.1.3	Luminaria Philips TCS097 2xTL-D18W HFP O	4	67,26	269,04
TOTAL ALUMBRADO INTERIOR				17537,04

**5.4.2. ALUMBRADO EXTERIOR**

Nº orden	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.4.2.1	Proyector Philips SNF 300- MASTER HPI-T PLUS de 250 W	7	462	3234
TOTAL ALUMBRADO EXTERIOR				3234

**5.4.3. ALUMBRADO DE EMERGENCIA**

Nº orden	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.4.3.1	Luminaria emergencia Legrand serie U21 Ref.61707	18	60,23	1084,14
5.4.3.2	Luminaria emergencia Legrand serie U21 Ref.661701	15	33,54	503,1
5.4.3.3	Luminaria emergencia Legrand serie U21 Ref.61705	6	42,13	252,78

Instalación Eléctrica de Nave Industrial con Centro de Transformación

5.4.3.4	Luminaria emergencia Legrand serie U21 Ref.61706	3	55,32	165,96
TOTAL ALUMBRADO DE EMERGENCIA				2005,98

**5.4.4. TABLA RESUMEN**

Nº orden	Concepto	Importe (Euros)
5.4.4.1.	Alumbrado interior	17534,04
5.4.4.2	Alumbrado exterior	3234
5.4.4.3	Alumbrado de emergencia	2005,95
5.4.4.4	TOTAL	22773,99



**5.5. CAPÍTULO V: PUESTA A TIERRA****5.5.1. PUESTA A TIERRA**

Nº orden	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.5.1.1	Pica de tierra de 2 metros De longitud de acero-cobre. Incluida soldadura aluminotérmica CADWEL a la red de tierra, Otros accesorios y mano de obra.	4	12,32	49,28
5.5.1.2	Arqueta de registro de Instalación de tierra con tapa de registro URIARTE TR-230, recibida En hormigón HM-20-E-40-2B de espesor 25 cm y 80 cm de profundidad. Incluido mano de obra.	4	26,27	105,08
5.5.1.3	Red de tierra constituida con cable de cobre desnudo de 50 mm <sup>2</sup> de sección. Incluida parte proporcional de soldadura aluminotérmica CADWEL a la estructura metálica, empalmes y mano de obra.	305	6,15	1875,75
5.5.1.4.	Caja de seccionamiento de tierra URIARTE CCST-50 con pletina de seccionamiento y bornes de conexión. Incluidos accesorios.	1	25,87	25,87
<b>TOTAL PUESTA A TIERRA</b>				<b>2055,98</b>

**5.6. CAPÍTULO VI: ELEMENTOS VARIOS****5.6.1. TOMAS DE CORRIENTE, INTERRUPTORES ...**

Nº orden	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.6.1.1.	Toma de corriente industrial de la marca Schneider Electric TTL 16 A en base empotrable y salida recta, 2P+T. Incluido mano de obra y materiales necesarios para la instalación	26	4,95	128,7
5.6.1.2.	Toma de corriente trifásica de 32 A (4P+T) con caja de empotrar, 400V. Marca: Schneider Electric	1	8,13	8,13
5.6.1.3.	Cofret compuesta por y2 tomas de corriente F+N+T de 16 A y 1 toma de corriente de 3F+N+T de 32 A Marca: Schneider Electric colocado y conexionado.	5	57,27	286,35
5.6.1.4.	Interruptor simple de la marca Schneider Electric modelo MTN3612 + tecla IP44. Incluido mano de obra y materiales necesarios para la instalación	16	11,88	190,08
5.6.1.5.	Conmutador simple de la marca Schneider Electric modelo MTN3516 + tecla elegance. Incluido mano de obra y materiales necesarios para la instalación	8	7,38	59,04
<b>TOTAL ELEMENTOS VARIOS</b>				<b>672,3</b>

**5.7. CAPÍTULO VII: COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA****5.7.1. COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA**

<b>Nº orden</b>	<b>Concepto</b>	<b>Medida</b>	<b>Precio unitario (Euros)</b>	<b>Total (Euros)</b>
5.7.1.1.	VARSET 180 kVar 400 V reg. 20+2x40+80	1	6333,0	6333,0
5.7.1.2.	Interruptor automático diferencial de la marca Schneider: Vigirex RH99 con captador toroidal SA200 Calibre: 400A.300mmA. 4P	1	1442,49	1442,49
5.7.1.3.	magnetotérmico de la marca Schneider, Compact NSX 400N calibre: 400A.PdC25KA III+N.Curva: C	1	3587,96	3587,96
5.7.1.4.	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	2	24,5	49
<b>TOTAL COMPENSACIÓN DE ENERGIA REACTIVA</b>				<b>11412,45</b>

**5.8. CAPÍTULO VIII: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN****5.8.1. OBRA CIVIL**

<b>Nº orden</b>	<b>Concepto</b>	<b>Medida</b>	<b>Precio unitario (Euros)</b>	<b>Total (Euros)</b>
5.8.1.1.	Preparación y acondicionamiento para instalación de edificio prefabricado de Ormazabal tipo PFU-4. Dimensiones de excavación: 5260 mm de longitud, 3180	1	750	750

**5.8.2. CASETA DEL CENTRO**

<b>Nº orden</b>	<b>Concepto</b>	<b>Medida</b>	<b>Precio unitario (Euros)</b>	<b>Total (Euros)</b>
5.8.2.1.	Caseta tipo PFU-4, de la marca ORMAZABAL, con paneles que forman la envolvente, armaduras de hormigón unidas entre sí y al colector de tierras. Se incluye el precio del montaje y del transporte.	1	7123	7123

**5.8.3. TRANSFORMADOR DE POTENCIA**

Nº orden	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.8.3.1.	Transformador trifásico, con neutro accesible en el secundario, de potencia 1000 KVA, refrigeración natural de aceite, de tensión 13,2/0,4KV, grupo de conexión Dyn11, tensión de cortocircuito 6%. Medidas del transformador: 1997mm de largo, 1200mm de ancho y 1158mm de alto, de 1680 Kg de peso total. Incluye instalación.	1	10410	10410

**5.8.4. APARAMENTA MEDIA TENSIÓN**

Nº orden	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.8.4.1.	CELDA DE LÍNEA: CML Celda de llegada de línea, de la marca ORMAZABAL, Vn=24 KV, In=400 A, de 370 mm de ancho por 1800 mm de alto y 850 mm de fondo. Dotada con un interruptor seccionador de tres posiciones, permite comunicar el embarrado de conjunto de las celdas con los cables, cortar la corriente asignada, seccionar esta unión o poner a tierra simultáneamente las tres bornas de los cables de Media Tensión. Incluido el transporte, montaje y conexión	1	2085	2085
5.8.4.2.	CELDA DE MEDIDA: Celda de medida de tensión e intensidad con entrada inferior y salida superior lateral por barras, bajo envolvente metálica, de la marca ORMAZABAL, tipo CMM, Vn=24	1	5114	5114

## Instalación Eléctrica de Nave Industrial con Centro de Transformación

	KV, In=400 A, de 800 mm de ancho, 1800 mm de alto y 1025 mm de fondo, Con 3 transformadores de tensión y tres de intensidad. Incluido el transporte, montaje y conexión			
5.8.4.3.	CELDA DE PROTECCIÓN CON FUSIBLES: Celda CMP-F protección con fusibles asociados a la salida del cable, bajo envolvente metálica de la marca ORMAZABAL, Vn= 24KV, In= 400 A, de 480 mm de ancho por 1800 mm de alto y 850 mm de fondo. Incluye tres fusibles limitadores de 24 KV y 40 A. Incluido el transporte, montaje y conexión	1	2727	2727
TOTAL APARAMENTA MEDIA TENSIÓN				9926

## 5.8.5. EQUIPO DE BAJA TENSIÓN

Nº orden	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.8.5.1.	Armario metálico de distribución. Marca: Merlin Gerin. Modelo: Prisma, Sistema G, con IP55, de 7 módulos, de medida: 450x600x250 mm Con su placa de montaje y puesta a tierra Ref: 0830	1	166,63	166,63
5.8.5.2.	magnetotérmico de la marca Schneider, Compact NS1600A tipo H calibre: 1600A.PdC35KA III+N.Curva: C	1	11367,84	11367,84
5.8.5.3.	Interruptor automático diferencial de la marca Schneider: Vigirex RH99 con captador toroidal 280x115 Calibre: 1600A. 650mA. 4P	1	4106,82	4106,82
5.8.5.4.	magnetotérmico de la marca Schneider, ACTI9 IC60N calibre: 20A.PdC10KA III+N.Curva: C	1	125,56	125,56

## Instalación Eléctrica de Nave Industrial con Centro de Transformación

5.8.5.5.	magnetotérmico de la marca Schneider, ACTI9 IC60N calibre: 6A.PdC10KA I+N.Curva: B	3	72,40	217,2
5.8.5.6.	Philips TMS022 1xTL-D58W HFS+GMS022 R	2	33	66
5.8.5.7.	Interruptor simple de la marca Schneider Electric modelo MTN3612 + tecla IP44. Incluido mano de obra y materiales necesarios para la instalación	1	11,88	11,88
5.8.5.7.	Toma de corriente industrial de la marca Schneider Electric TTL 16 A en base empotrable y salida recta, 2P+T. Incluido mano de obra y materiales necesarios para la instalación	1	4,95	4,95
5.8.5.7.	Luminaria emergencia Legrand serie U21 Ref.661701	1	33,54	33,54
5.8.5.8.	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	5	24,5	122,5
<b>TOTAL EQUIPO DE BAJA TENSIÓN</b>				<b>12526,92</b>

**5.8.6. PUESTA A TIERRA DEL CENTRO**

Nº orden	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.8.6.1.	Tierra de protección del centro de transformación realizada en anillo de 5x3m a 0,8 m de profundidad con conductor desnudo de cobre de 50 mm <sup>2</sup> y 8 picas de acero recubierto de cobre de 14 mm de diámetro y 4 m de largo. Incluida línea de tierra interior formada por conductor de cobre desnudo de 50 mm <sup>2</sup> . Incluidas arquetas de registro y caja de seccionamiento. Incluida soldadura aluminotérmica y otros elementos	1	980	980

## Instalación Eléctrica de Nave Industrial con Centro de Transformación

	para conexión. Totalmente instalada y conexionada			
5.8.6.2.	Tierra de servicio realizada en hilera de 21m de conductor de cobre desnudo de 50 mm <sup>2</sup> uniendo 8 picas de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud separadas 3 m entre sí a 0,8 m de profundidad, unido al centro de transformación por conductor de cobre de 50 mm <sup>2</sup> RZ1-K 0.6/1 KV. Incluidas arquetas de registro y caja de seccionamiento. Incluidos elementos de conexión. Totalmente instalado y conexionado.	1	590	590
<b>TOTAL PUESTA A TIERRA DEL CENTRO</b>				<b>1570</b>

**5.8.7. TABLA RESUMEN**

<b>Nº orden</b>	<b>Concepto</b>	<b>Importe (Euros)</b>
5.8.7.1.	Obra civil	750
5.8.7.2.	Caseta del centro	7123
5.8.7.3.	Transformador de potencia	10410
5.8.7.4.	Aparamenta media tensión	9926
5.8.7.5.	Equipo de baja tensión	12526,92
5.8.7.6.	Puesta a tierra	1570
5.8.7.7.	<b>TOTAL</b>	<b>42305,92</b>



## **5.9. CAPÍTULO IX: EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD**

### **5.9.1. SEGURIDAD Y SALUD**

<b>Nº orden</b>	<b>Concepto</b>	<b>Medida</b>	<b>Precio unitario (Euros)</b>	<b>Total (Euros)</b>
5.9.1	Casco	6	2'15 €	12'90 €
5.9.2	Calzado de seguridad	6	21'95 €	131'70 €
5.9.3	Traje normal	6	11'45 €	68'70 €
5.9.4	Traje impermeable	6	4,50 €	27'00 €
5.9.5	Par de guantes de cuero	6	5'85 €	35'10 €
5.9.6	Par de guantes aislantes	6	49'95 €	299'70 €
5.9.7	Gafas de seguridad	6	7'15 €	42'90 €
5.9.8	Cinturón de seguridad	6	18'00 €	108'00 €
5.9.9	Protector auditivo	4	16'50 €	66'00 €
5.9.10.	Extintor de polvo químico ABC polivalente antigrasa de eficacia 34ª/233B, de 6 kg. De agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor, según norma UNE 23110 medida la unidad instalada	2	22,84	45,68
<b>TOTAL SEGUERIDA Y SALUD</b>				<b>837,68</b>

## **RESUMEN DEL PRESUPUESTO TOTAL DE LA INSTALACIÓN**

1. CAPITULO I: Acometida:.....	25.013'80 €
2. CAPITULO II: Protecciones:.....	91143,52 €
3. CAPITULO III: Conductores , tubos y canalización.....	119316,61€
4. CAPITULO IV: Equipos de alumbrado:.....	22773,99 €
5. CAPITULO V: Puesta a tierra.....	2055,98 €
6. CAPITULO VI: Elementos varios:.....	672,3€
7. CAPITULO VII: Compensación de energía reactiva:.....	11414,45 €
8. CAPITULO VIII: Centro de transformación:.....	42305,92 €
9. CAPITULO IX: Seguridad:.....	837,68 €

**TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL:.....315534,25 €**

El total de la ejecución material asciende a TRESCIENTOS QUINCE MIL QUINIENTOS TREINTA Y CUATRO EUROS con VEINTICINCO CENTIMOS.

Gastos generales 5%:.....	15776,71 €
Beneficio industrial 10%:.....	31553,42 €

**Suma de G.G. y B.I. (P.E. POR CONTRATA):.....362864,38 €**

El presupuesto de ejecución por contrata asciende a TRESCIENTOS SESENTA Y DOS MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y CUATRO EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS.

Honorarios proyectista 4%:.....	14514,5 €
Honorarios dirección de obra 4%:.....	14514,5 €

**TOTAL PRESUPUESTO SIN IVA.....391893,38 €**

**IVA 21%.....82297,6 €**

**PRESUPUESTO TOTAL.....474190,98 €**

**El total del presente proyecto asciende a la cantidad de CUATROCIENTOS SETENTA Y CUATRO MIL CIENTO NOVENTA EUROS con NOVENTA Y OCHO.**

**Pamplona, Septiembre 2012**

**Mikel Goñi Jusue**





# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN NAVE INDUSTRIAL CON  
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Mikel Goñi Jusue

José Valdenebro García

Pamplona, 06/09/2012

## ÍNDICE ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

<b>6.1 OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....</b>	<b>3</b>
<b>6.2 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD DE REFERENCIA .....</b>	<b>3</b>
6.2.1 AUTOR.....	3
6.2.2 NÚMERO DE OPERARIOS PREVISTO.....	3
<b>6.3 CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO .....</b>	<b>4</b>
<b>6.4 RIESGOS GENERALES Y SU PREVENCIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>6.5 RIESGOS PROFESIONALES Y FACTORES EN EL TRABAJO .....</b>	<b>6</b>
6.5.1 EL TRABAJO.....	6
6.5.2 LA SALUD .....	6
6.5.3 LOS RIESGOS PROFESIONALES.....	6
<b>6.6 CONDICIONES DE SEGURIDAD .....</b>	<b>9</b>
6.6.1 FACTORES DE SEGURIDAD EN EL LUGAR DE TRABAJO .....	9
6.6.2 MÁQUINAS Y EQUIPOS DE TRABAJO .....	9
6.6.3 RIESGO ELÉCTRICO .....	10
6.6.4 RIESGO DE INCENDIO.....	10
<b>6.7 MEDIO AMBIENTE FÍSICO.....</b>	<b>12</b>
6.7.1 RUIDO .....	12
6.7.2 VIBRACIONES .....	12
6.7.3 RADIACIONES.....	12
6.7.4 CONDICIONES TERMO-HIGIÉNICAS .....	13
<b>6.8 CONTAMINANTES QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS .....</b>	<b>14</b>
6.8.1 CONTAMINANTES QUÍMICOS .....	14
6.8.2 CONTAMINANTES BIOLÓGICOS .....	14
<b>6.9 PLANES DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN.....</b>	<b>15</b>
6.9.1 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS.....	15
6.9.2 FORMACIÓN SOBRE SEGURIDAD.....	15
<b>6.10 ESPACIO DE TRABAJO .....</b>	<b>16</b>
<b>6.11 NORMAS IMPLANTADAS EN EL PRESENTE PROYECTO .....</b>	<b>17</b>
6.11.1 NORMAS GENERALES .....	17
6.11.2 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES POR CAIDAS .....	18
6.11.3 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES OCULARES .....	18

6.11.4 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES POR CORTE .....	19
6.11.5 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES POR ATRAPAMIENTO.....	19
6.11.6 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES CON HERRAMIENTAS MANUALES .....	19
6.11.7 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN MÁQUINAS PORTÁTILES ELÉCTRICAS .....	20
6.11.8 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN MÁQUINAS NEUMÁTICAS .....	20
6.11.9 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES DE MÁQUINAS-HERRAMIENTAS .....	20
6.11.10 PREVENCIÓN EN ALMACENAMIENTOS .....	21
6.11.11 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES ELÉCTRICOS.....	21

## **6.1 OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD:**

Conforme se especifica en el apartado 2 del Artículo 6 del R.D. 1627/1.997, el Estudio Básico deberá precisar:

- Las normas de seguridad y salud aplicables en la obra.
- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias.
- Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas (en su caso, se tendrá en cuenta cualquier tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del Anexo II del Real Decreto.)
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

## **6.2 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD DE REFERENCIA:**

### **6.2.1 AUTOR:**

La orden de encargo correspondiente, designa al Ingeniero de Mikel Goñi Jusue, como encargado redactor del Proyecto y del Estudio Básico de Seguridad y Salud.

### **6.2.2 NÚMERO DE OPERARIOS PREVISTO:**

El número total de trabajadores en obra se calcula en veinticinco por lo que no se prevé que haya nunca más de veinte simultáneamente, a los efectos de lo dispuesto en el artículo 4.1.b del Real Decreto Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción. De ellos, no todos han de usar los mismos equipos de protección individual, sino que el uso de los mismos dependerá de las tareas y funciones que tengan encomendadas. En este número quedan englobadas todas las personas intervinientes en el proceso con independencia de su afiliación empresarial o sistema de contratación.



### **6.3 CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO:**

El punto de partida para el desarrollo de las funciones del nivel básico de la actividad preventiva es el conocimiento de los conceptos y aspectos más generales relativos a la seguridad y a salud laboral y la prevención de los riesgos derivados del trabajo en la empresa.

#### **Objetivos:**

- Conocer los conceptos fundamentales que conforman el campo de la seguridad y salud laboral.
- Identificar la normativa básica que regula la materia de la seguridad y salud laboral.

La salud, en líneas generales, es el resultado de un proceso de desarrollo individual de la persona, que se puede ir logrando o perdiendo en función de las condiciones que le rodean, es decir, su entorno y su propia voluntad.

La seguridad es la eliminación de todo riesgo profesional, o dicho de otra manera, la eliminación de toda posibilidad de daño a las personas o bienes, como consecuencia de circunstancias o condiciones de trabajo.

Una vez definido seguridad y salud, se deben de ver los posibles riesgos que se pueden tener en el trabajo, identificarlos en la nave del presente proyecto, y dar unas soluciones para minimizar lo máximo posible el riesgo de daño a personas o bienes.

#### **6.4 RIESGOS GENERALES Y SU PREVENCIÓN:**

Existen elementos energéticos agresivos presentes en el medio ambiente y generados por fuentes concretas. Estas energías son mecánicas, térmicas y/o electromagnéticas. Las más destacables son:

- Ruido.
- Vibraciones.
- Iluminación.
- Condiciones ambientales (Termo higrométricas).
- Radiaciones ionizantes y no ionizantes.
- Caídas al mismo nivel.

Una vez visto los tipos de riesgos, es necesario poner medidas de seguridad, y para ello es conveniente:

- Identificar y valorar los diferentes factores de riesgo presentes en la actividad laboral y los daños que puedan ocasionar en la salud de los trabajadores.
- Reconocer las situaciones de riesgo para proponer y desarrollar acciones de prevención eficaces.

## **6.5 RIESGOS PROFESIONALES Y FACTORES DE RIESGO EN EL TRABAJO:**

### **6.5.1 EL TRABAJO:**

El trabajo es la actividad que realiza el hombre transformando la naturaleza para su beneficio, buscando satisfacer necesidades humanas, mejorar la calidad de vida, satisfacción personal...

Esta actividad puede provocar efectos no deseados sobre la salud de los trabajadores, ya sea por la pérdida o ausencia de trabajo (hoy en día la precariedad del mercado laboral y el paro suponen un importante problema para la salud, con repercusiones individuales, familiares y sociales) o por las condiciones en las cuales se realiza (accidentes, enfermedades derivadas del entorno laboral).

Aunque las formas de entender el trabajo han variado a lo largo de la historia, el trabajo presenta dos características fundamentales:

- **Tecnificación:** invención y uso de máquinas, herramientas y equipos de trabajo que facilitan la realización de las distintas tareas para la transformación de la naturaleza.
- **Organización:** planificación de la actividad laboral. Coordinando las tareas de los distintos trabajadores se consiguen mejores resultados.

Cuando no se controlan adecuadamente ambos efectos o no funcionan con corrección, aparecen riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores.

### **6.5.2 LA SALUD:**

La salud es según la Organización Mundial de la Salud el estado completo de bienestar físico, mental y social. Así pues, debemos considerar la salud como un proceso permanente de desarrollo. No es fruto del azar y se puede perder y recuperar, según las condiciones laborales de cada trabajador.

### **6.5.3 LOS RIESGOS PROFESIONALES:**

Se trata de las situaciones que pueden romper el equilibrio físico, psíquico y social de los trabajadores.

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales lo describe así:

“Posibilidad de que un trabajador sufra un daño derivado de su trabajo. La calificación de su gravedad dependerá de la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad del mismo.”

El otro concepto relacionado a la prevención de riesgos es el **peligro**, que se define como propiedad o aptitud intrínseca de algún elemento de trabajo para ocasionar daños. En ocasiones se confunden estos dos términos.

a) Condiciones de trabajo:

Son cualquier característica del trabajo mismo que pueda tener una influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y la salud del trabajo.

Ellas son:

- Las características generales de los locales, instalaciones, equipos y otros útiles existentes en el centro de trabajo.
- La naturaleza de los agentes físicos, químicos y biológicos presentes en el ambiente de trabajo y sus correspondientes intensidades.
- Los procedimientos para el uso de los agentes citados que influyan en la generación de riesgos.
- Aquellas características del trabajo, incluidas aquellas relativas a su organización y ordenación, que influyan en la magnitud de los riesgos a que esté expuesto un trabajador.

b) Factores de riesgo:

Es el elemento o conjunto de variables que están presentes en las condiciones de trabajo y que pueden originar una disminución del nivel de salud del trabajador. El estudio de estos factores se divide en 5 grupos:

- 1) Condiciones de seguridad: Son las condiciones materiales que pueden dar lugar a un accidente en el trabajo.
  - Lugar y superficie de trabajo.
  - Máquinas y equipos de trabajos.
  - Riesgos eléctricos.
  - Manipulación, transporte,...
- 2) Medio ambiente físico del trabajo: Aparecen de forma natural o modificados por el proceso de producción.
  - Condiciones de temperatura, humedad, ventilación.
  - Iluminación.
  - Ruido.
  - Vibraciones.
  - Radiaciones (ionizantes o no)

- 3) Contaminantes: Son elementos extraños al organismo humano capaces de producir alteraciones a la salud. Pueden ser:
  - Contaminantes químicos, o las sustancias químicas que durante la fabricación, transporte, almacenamiento o uso puedan incorporarse al ambiente en forma de aerosol, gas o vapor y afectar a la salud de los trabajadores. Su vía de entrada al organismo suele ser la respiratoria, pero también a través de la piel o por el aparato digestivo.
  - Contaminantes biológicos, o los microorganismos que pueden estar presentes en el ambiente del trabajo y originar alteraciones en la salud, como pueden ser bacterias, virus, pelos de animales, o polen y polvo de los vegetales.
  
- 4) Exceso de carga física o mental: Tienen que ver con la organización y estructura empresarial, que suelen afectar en el ámbito físico y mental debido a los esfuerzos realizados por el trabajador.
  - Carga física, esfuerzos físicos de todo tipo así como situación estática.
  - Carga mental, nivel de exigencia psíquica de la tarea (monotonía, falta de autonomía,...)
  
- 5) Factores organizativos que afectan al tipo de jornada, horarios, decisiones a tomar, etc.: Para la prevención de estos factores de riesgo hay unas técnicas específicas a cumplir:
  - Seguridad en el trabajo.
  - Higiene industrial.
  - Medicina del trabajo.
  - Psicosociología.
  - Ergonomía.

Se deben adoptar las medidas necesarias para cumplir estos requisitos así previniendo los riesgos.

## 6.6 CONDICIONES DE SEGURIDAD:

### 6.6.1 FACTORES DE SEGURIDAD EN EL LUGAR DE TRABAJO:

En el trabajo siempre se deberá cumplir:

- Condiciones constructivas, el diseño y características constructivas de los lugares de trabajo, como ofrecer seguridad frente a riesgo de resbalones o caídas, choques, golpes, derrumbamientos,... esos elementos son la seguridad estructural, espacios de trabajo en zonas peligrosas, suelos, aberturas, desniveles y barandillas, tabiques y ventanas, puertas, rampas, escaleras de mano, condiciones de protección contra incendios, acceso para minusválidos, instalación eléctrica,...
- Orden, limpieza y mantenimiento, en todas las zonas del trabajo.
- Señalización de seguridad y salud.
- Instalaciones de servicio y protección.
- Condiciones ambientales, temperatura, ruido, contaminantes,...
- Iluminación.
- Servicios higiénicos y locales de descanso, como fuentes de agua potable, vestuarios, locales al aire libre,...
- Material y locales de primeros auxilios.

### 6.6.2 MÁQUINAS Y EQUIPOS DE TRABAJO:

Se debe tener en cuenta:

- Las condiciones características específicas del trabajo que se desarrolle.
- Los riesgos existentes para la seguridad y la salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- Las adaptaciones necesarias para su uso por trabajadores discapacitados.

Para **disminuir** la tasa de siniestralidad laboral en lo referente a los accidentes que se producen a causa de fallos de seguridad relacionados con las máquinas se necesita:

- Seguridad en el producto, el mercado CE garantiza la comercialización de máquinas y equipos que vengan de fábrica con los requisitos de seguridad necesarios para proteger a los trabajadores.
- Instalación, siguiendo instrucciones del fabricante y en los lugares apropiados.
- Mantenimiento, por personal especializado.
- Uso adecuado, por el personal autorizado.

### 6.6.3 RIESGO ELÉCTRICO:

Existen dos **tipos** de contacto eléctrico:

- Directo, con las partes activas de los materiales y equipos.
- Indirecto, con partes puestas accidentalmente bajo tensión.

Para **evitar** en la medida de lo posible los riesgos de los contactos eléctricos hay que:

- Alejar las partes activas, para evitar contactos fortuitos.
- Aislarlas también con recubrimientos apropiados.
- Interponer obstáculos para impedir contactos accidentales.

### 6.6.4 RIESGO DE INCENDIO:

Antes de iniciar los trabajos, el contratista encargado de los mismos debe informarse de la situación de las canalizaciones de agua, gas y electricidad, como instalaciones básicas o de cualquier otra de distinto tipo que tuviese el edificio y que afectase a la zona de trabajo.

Caso de encontrar canalizaciones de gas o electricidad se señalarán convenientemente y se protegerán con medios adecuados.

Se establecerá un programa de trabajo claro que facilite un movimiento ordenado en el lugar de los mismos, de personal, medios auxiliares y materiales, es aconsejable entrar en contacto con el representante local de los servicios que pudieran verse afectados para decidir de común acuerdo las medidas de prevención que hay que adoptar.

En todo caso, el contratista ha de tener en cuenta que **los riesgos de explosión** de un espacio subterráneo se incrementan con la presencia de:

- Canalizaciones de alimentación de agua.
- Cloacas.
- Conductas eléctricas para iluminación de vías públicas.
- Sistemas de semáforos.
- Canalizaciones de servicios de refrigeración.
- Canalizaciones de vapor.
- Canalizaciones para hidrocarburos.

Para paliar los riesgos antes citados, se tomarán las siguientes **medidas de seguridad**:

- Se establecerá una ventilación forzada que obligue a la evacuación de los posibles vapores inflamables.
- No se encenderán máquinas eléctricas, ni sistemas de iluminación, antes de tener constancia de que ha desaparecido el peligro.
- En casos muy peligrosos se realizarán mediciones de la concentración de los vapores del aire.

Está presente en cualquier actividad. Cuando estos rasgos se presentan es más fácil que se produzca un incendio:

- Combustible presente (cualquier sustancia capaz de arder).
- Comburente (sustancia que hace que otra entre en combustión).
- Fuente de calor (foco de calor).
- Reacción en cadena (proceso que acelera la propagación del fuego).

**Factores a tener en cuenta** en la actuación contra el incendio:

- Diseño, estructura y materiales de construcción de las instalaciones.
- Situación del centro de trabajo, tipo de actividad, edificios colindantes,...
- Detección y alarma, cualquier incendio es controlable si se detecta y localiza a tiempo, antes de propagarse y alcanzar grandes dimensiones.
- Medios de extinción, como son los equipos portátiles (extintores), instalaciones fijas (bocas de incendio, columnas secas, rociadores,...).
- Evacuación del personal, para evitar daños en la salud de los trabajadores se debe tener un plan de evacuación.



## 6.7 MEDIO AMBIENTE FÍSICO:

### 6.7.1 RUIDO:

Las características del sonido que hacen diferentes unos ruidos de otros son:

- **Frecuencia:** es la periodicidad en que se repite una oscilación sonora. Se mide en hertzios y determina el tono. Las frecuencias altas o agudas son las más graves para la salud.
- **Intensidad:** fuerza de vibración sonora. Se mide en decibelios y determina el grado de presión o energía sonora. Clasifica los sonidos en fuertes o débiles.

### 6.7.2 VIBRACIONES:

Son oscilaciones de partículas alrededor de un punto, en un medio físico equilibrado cualquiera. Se producen por el efecto propio del funcionamiento de una máquina o equipo. Pueden producir varios efectos:

- Muy baja frecuencia (menos de 2 hertzios): alteraciones del sentido del equilibrio, provocando mareos, náuseas y vómitos (movimiento de balanceo de coches, barcos,...).
- Baja y media frecuencia (de 2 a 20 hertzios): afectan sobre todo a la columna vertebral, aparato digestivo y visión (vehículos y maquinaria industrial, tractores, obras públicas).
- Alta frecuencia (de 20 a 300 hertzios): pueden producir quemaduras por rozamiento y problemas vasomotores).

### 6.7.3 RADIACIONES:

Son ondas de energía que inciden sobre el organismo humano, pudiendo llegar a producir efectos dañinos para la salud de los trabajadores. Existen dos tipos:

- Radiaciones ionizantes: ondas de alta frecuencia (rayos X, rayos g, partículas atómicas,...) que tienen gran poder energético ya que pueden transformar la estructura de los átomos provocando la expulsión de electrones de su órbita. Los efectos para la salud dependen de la dosis absorbida por el organismo. Puede afectar tanto a los tejidos como a los órganos. Provocando desde náuseas, vómitos y cefaleas hasta alteraciones cutáneas y cáncer.
- Radiaciones no ionizantes: son ondas de baja o media frecuencia (microondas, infrarrojos, ultravioleta,...) que poseen poca energía (no

producen la ionización de la materia. Pueden provocar efectos térmicos o irritaciones en la piel hasta conjuntivitis, quemaduras graves, cáncer de piel.

#### **6.7.4 CONDICIONES TERMO-HIGIÉNICAS:**

Son las condiciones físicas ambientales de la temperatura, humedad y ventilación, en las que se desarrolla un trabajo. Hay diferentes variables que deben considerarse de forma global:

- Temperatura del aire, humedad del aire, temperatura de paredes y objetos, velocidad del aire, actividad física, clase de ropa.
- Unas malas condiciones pueden provocar efectos negativos para la salud como resfriados, deshidratación, golpes de calor,... o efectos en la conducta como aumento de la fatiga.

## 6.8 CONTAMINANTES QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS:

### 6.8.1 CONTAMINANTES QUÍMICOS:

Son sustancias constituidas por materia inerte que pueden estar presentes en el aire que respiramos de forma sólida, líquida o gaseosa. Se pueden incorporar en el ambiente al transportarse, fabricación, almacenamiento o uso.

Las **vías de entrada** en este organismo son:

- Vía respiratoria, nariz, boca laringe, pulmones,...
- Vía dérmica, se incorpora el contaminante a la sangre a través de la piel.
- Vía digestiva, todo el aparato digestivo mas las mucosidades del sistema respiratorio.
- Vía parenteral, penetración por llagas, heridas o punciones.

Los **efectos** de estos contaminantes son:

- Irritantes, hinchazón de la zona de contacto.
- Asfixiantes, impide la llegada de oxígeno a las células y altera los mecanismos oxidativos biológicos.
- Anestésicos, depresores del sistema nervioso central.
- Corrosivos, destruyen los tejidos con los que entran en contacto.
- Neumoconióticos, partículas sólidas que se acumulan en las vías respiratorias.
- Sensibilizantes, producen reacciones alérgicas.
- Cancerígenas, pueden ser mutágenos (modificaciones hereditarias) y teratógenos (producen malformaciones en la descendencia).
- Tóxicos sistémicos, alteran órganos y sistemas específicos.

### 6.8.2 CONTAMINANTES BIOLÓGICOS:

Son microorganismos o partes de seres vivos que pueden estar presentes en el ambiente de trabajo y originar alteraciones. Son bacterias, virus y hongos, que penetran en el organismo y producen cualquier tipo de infección.

## 6.9 PLANES DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN:

### 6.9.1 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 comprobara 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:

- **NOAIN:** Centro de Salud (Ambulatorio)

C/ Navarra S/N, 31110 Elorz - 948 36 81 55  
Distancia: 1 km

- **PAMPLONA:** Centro de Salud (Ambulatorio)

Calle de Serafín Olave, S/N, 31007- 948 19 83 60  
Distancia 7,8 km

- **CIZUR:** Centro de Salud (Ambulatorio)

Parque de Erreniega, 26, 31180 Cizur - 948 28 62 92  
Distancia 3,2 km

### 6.9.2 FORMACION SOBRE SEGURIDAD:

El Plan se especificará en el Programa de Formación de los trabajadores y asegurará que estos conozcan el plan. También con esta función preventiva se establecerá el programa de reuniones del Comité de Seguridad y Salud.

La formación y explicación del Plan de Seguridad será por un técnico de seguridad. El empresario deberá también analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de personal.

### **6.10 ESPACIO DE TRABAJO:**

Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables. Sus dimensiones mínimas serán las siguientes:

- 3 metros de altura desde el piso hasta el techo .No obstante, en locales comerciales, de servicios, oficinas y despachos, la altura podrá reducirse a 2,5 metros.
- 10 metros cúbicos, no ocupados, por trabajador.

## **6.11 NORMAS IMPLANTADAS EN EL PRESENTE PROYECTO:**

### **6.11.1 NORMAS GENERALES:**

- a) Todo aviso o señal de seguridad constituye una norma, por lo que se debe cumplir en todo momento.
- b) Todo trabajador debe cumplir las indicaciones dadas por su superior en cuanto a métodos de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- c) Cualquier rotura, daño o defecto producido sobre las instalaciones, trabajadores, máquinas, etc..., deben ser comunicados de inmediato al personal responsable.
- d) El lugar o puesto de trabajo debe mantenerse en todo momento ordenado y limpio.
- e) El tránsito de personal por el taller debe efectuarse por los pasillos señalizados a tal efecto, y bajo ningún concepto se permite correr. Los pasillos y las calles deben estar libres de obstáculos.
- f) Cualquier herida o lesión, por leve que sea, debe ser tratada de inmediato en el botiquín (primeros auxilios) por el personal responsable.
- g) Sólo se puede comer y beber durante el tiempo establecido a tal efecto, en los recintos donde está expresamente permitido.
- h) Durante el tiempo de trabajo está totalmente prohibido ingerir bebidas alcohólicas y productos de naturaleza narcótica. Tampoco se permitirá la entrada al trabajador que se encuentre en estado de embriaguez.
- i) No se debe penetrar en los recintos cerrados ni en los de paso restringido al personal autorizado.
- j) En recintos donde se almacenan materias fácilmente inflamables está terminantemente prohibido fumar.
- k) Se debe conocer perfectamente el funcionamiento y ubicación de los extintores.
- l) No se debe usar el aire comprimido para limpiar el polvo de las ropas o para quitar virutas.
- m) Queda totalmente prohibido detenerse debajo de cargas suspendidas en el aire.
- n) En los puestos donde se requiere, es obligatorio el uso de equipo de protección personal.
- o) No se debe apilar o dejar material fuera de los lugares señalados.

- p) Para la extracción de líquidos corrosivos, deben emplearse dispositivos que eviten salpicaduras, como son los volcadores, sifones,..
- q) Revisar las herramientas de trabajo para asegurarse de su correcto estado de utilización.

### 6.11.2 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES POR CAÍDAS:

- a) Mantener el lugar o puesto de trabajo limpio, especialmente de grasa, aceite u otros líquidos.
- b) Al subir o bajar escaleras fijas, apoyar toda la superficie del pie para evitar torceduras o resbalamientos. No correr en los desplazamientos.
- c) No pisar objetos o zonas que carezcan de rigidez.
- d) Señalizar y/o tapar los huecos que supongan riesgos de caídas.
- e) Los pasillos y zonas de paso deben estar despejadas.
- f) Si se debe acceder a algún punto de altura, emplear plataformas o escaleras perfectamente apuntadas, pero nunca se deben encaramar a las máquinas o estanterías, ni emplear taburetes, sillas, mesas o cajas, etc.
- g) Al transportar una carga, procurar que no impida la visión.

### 6.11.3 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES OCULARES:

- a) Las gafas de protección se usarán con todos sus componentes, sin desmontar sus protecciones laterales, y su obligatoriedad será fijada mediante carteles indicativos.
- b) El buen uso y conservación es responsabilidad del usuario. En caso de necesitarlo el operario, las gafas se proveerán con cristales graduados.
- c) Está prohibido retirar las protecciones contra la proyección de partículas de que disponen diversas máquinas.
- d) El uso de las gafas es obligatorio cuando se trabaja con máquinas que carecen de protección contra la proyección de partículas.

#### **6.11.4 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES POR CORTE:**

- a) En la manipulación de tablonos deben emplearse toda clase de protecciones contra los cortes, como son guantes, manguitos, botas, etc.
- b) Manipular las piezas de tamaño mediano y grande de una en una. Si la pieza se desliza no se debe intentar sujetarla.
- c) El uso de guantes es estrictamente obligatorio durante el manejo de tablonos punzantes, cortantes o con aristas vivas.
- d) Las virutas de las máquinas se deben retirar con ganchos provistos de cazoletas que protejan la mano. Bajo ningún pretexto se utilizarán las manos para retirarlas.

#### **6.11.5 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES POR ATRAPAMIENTO:**

- a) Se debe tener precaución con el movimiento de elementos que pueden atrapar algún miembro por compresión.
- b) Se debe tener precaución con los elementos de máquinas o instalaciones en donde el movimiento de traslación o rotación pueda arrastrar al trabajador por enganche de un miembro o parte de su vestimenta.
- c) No se debe acompañar con las manos desplazamientos automáticos de piezas y máquinas.
- d) Se debe tener precaución con el movimiento de los componentes de máquinas en los que puedan entrar o quedar atrapadas cualquier parte del cuerpo.

#### **6.11.6 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES CON HERRAMIENTAS MANUALES:**

- a) Las herramientas manuales sólo se deben emplear para el fin por el que se han concebido, y nunca con segundas aplicaciones ni fines auxiliares. Por ello debe procurarse que no tengan defectos ni desgastes que dificulten su correcta utilización.
- b) Todas las herramientas manuales deben permanecer perfectamente limpias; en el momento de utilizarlas, las manos deberán estar secas y limpias de grasas o aceites que impidan la seguridad en la sujeción.
- c) Las herramientas cortantes o punzantes se mantendrán debidamente afiladas y deberán carecer de rebabas. Cuando no se utilicen estarán provistas de fundas protectoras para filos o puntas.



#### **6.11.7 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN MÁQUINAS PORTÁTILES ELÉCTRICAS:**

- a) Los enchufes y alargaderas eléctricas deben ser inspeccionados periódicamente, revisando la funda protectora de los hilos, y las conexiones de las clavijas.
- b) Se debe evitar poner las máquinas sobre lugares húmedos.
- c) Las tomas de corriente nunca se deben efectuar directamente con los cables, sino con clavijas normalizadas.
- d) En trabajos con amoladora, pulidoras, etc., el operario deberá mantenerse siempre fuera del plano de rotación del disco.
- e) Al trabajar con estas herramientas en lugares húmedos o en locales donde se suda mucho, se deben utilizar transformadores que reduzcan la tensión a menos de 50 voltios.
- f) En caso de avería, los cables no se deben reparar con cinta aislante, ya que con el tiempo se reseca, pierde el poder adhesivo y absorbe la humedad; lo correcto es reemplazarlos por otros nuevos.

#### **6.11.8 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN MÁQUINAS NEUMÁTICAS:**

- a) Los racores y la herramienta deben estar bien acoplados a la máquina, por ello se deben revisar periódicamente.
- b) Nunca se debe doblar la manguera para cortar el aire, sino que se debe interrumpir desde la fuente de alimentación.
- c) Las mangueras de aire comprimido se mantendrán fuera de los pasillos y de paso con objeto de no tropezar con ellas ni de que puedan ser atrapadas por ruedas de vehículos y, en consecuencia, ser dañadas.
- d) No se debe dirigir el aire a presión hacia las demás personas.

#### **6.11.9 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES DE MÁQUINAS-HERRAMINETAS:**

- a) Antes de poner en marcha una máquina, se deben conocer las operaciones se han de realizar y su correcto empleo.
- b) Debe prestarse la máxima atención al proceso de trabajo establecido para cada operación.

- c) No se debe iniciar ningún trabajo sin que las protecciones de la máquina estén correctamente colocadas.
- d) En operaciones con máquinas herramientas, el operario debe llevar la ropa de trabajo (buzo) bien ajustado al cuerpo, con las mangas ajustadas a la muñeca y sin que los cinturones tengan libres o sueltos los extremos.

#### 6.11.10 PREVENCIÓN EN ALMACENAMIENTOS:

- a) Al almacenar los materiales se deberá cuidar:
  - Obstruir el acceso a las tomas de agua, extintores, llaves contra incendio, cuadros eléctricos, interruptores, cajas de fusible, válvulas, máquinas, etc.
  - Bloquear los equipos de primeros auxilios, puertas o salidas de personal, pasillos, etc.
  - Dejar ocultos carteles informativos, señales de seguridad, indicaciones, etc.
- b) Al almacenar materiales pesados, se debe tener en cuenta que los pisos inferiores sean más resistentes.
- c) Almacenar correctamente para evitar los riesgos de accidentes debidos al paso de trabajadores y carretillas.
- d) Tipo de apilado:
  - **Cruzado:** Se coloca una capa de materiales en ángulo recto con la capa inmediatamente inferior.
  - **De bidones:** De pie con el tapón hacia arriba; entre fila y fila habrán de ir tablas de madera como soporte y protección.

#### 6.11.11 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES ELÉCTRICOS:

- a) Bajo ningún concepto se deben tocar los conductores eléctricos desnudos.
- b) Nunca se deben manipular las instalaciones eléctricas; es tarea del personal especializado.
- c) Cualquier instalación, máquina o aparato eléctricos deben ser inspeccionados detenidamente antes de su utilización, así como sus cables y anclajes.
- d) Si se observa alguna chispa, desconectar y solicitar la revisión por los expertos.
- e) No colocar los cables sobre hierro, tuberías, chapas o muebles metálicos.
- f) Al desconectar un aparato, tirar de la clavija, nunca del cable.

- g)** No se debe reparar un fusible, sino sustituirlo por otro nuevo.
- h)** Nunca se debe apagar un incendio de origen eléctrico con agua. Se deben utilizar extintores de anhídrido carbónico o de polvo.
- i)** Cómo proceder en caso de accidente eléctrico por contacto.
  - Desconectar la corriente.
  - Alejar al accidentado por contacto, empleando materiales aislantes, guantes de goma, madera seca, etc. No tocarlo sin estar aislados.
  - Practicar la respiración artificial inmediatamente.
  - Avisar al médico.
- j)** Las cinco reglas básicas contra riesgos eléctricos.
  - Antes de utilizar cualquier aparato o instalación eléctrica, hay que asegurarse de su perfecto estado.
  - Para utilizar un aparato o instalación eléctrico, sólo se deben manipular los elementos de mano previstos para tal fin.
  - No se deben emplear aparatos eléctricos ni instalaciones eléctricas cuando accidentalmente se encuentren mojadas, o cuando la misma persona tenga las manos o los pies húmedos.
  - En caso de avería o incidente, se debe cortar la corriente como primera medida, después avisar al personal especializado.
  - En caso de avería de la instalación o de la herramienta, se debe llamar al electricista, no se debe utilizar la instalación y se ha de impedir que otros la utilicen.



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN NAVE INDUSTRIAL CON  
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

## BIBLIOGRAFÍA

Mikel Goñi Jusue

José Valdenebro García

Pamplona, 06/09/2012

## ***1.LIBROS Y CATÁLOGOS UTILIZADOS***

- Catálogos comerciales de ORMAZABAL sobre transformadores, aparata de MT y centros de transformación.
- Tarifa de Luminarias PHILIPS. Abril 2012
- Divulgación Técnica de ABB Motores, S.A., Edición 1, 1990.
- Software DIALux 4.10. para cálculo de iluminación
- MÁQUINAS ELÉCTRICAS. S.J.Chapman. Ed McGraw-Hill, segunda edición, 1993.
- MANUAL DE LUMINOTECNIA. J.A.Taboada. Ed. Dossat. S.A. cuarta edición.
- MÉTODO DE CÁLCULO DE INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA PARA C.T. CONECTADOS A REDES DE 3ª CATEGORÍA. UNESA
- INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA EN C.T. Julián Moreno Clemente,
- **NORMATIVA VIGENTE CORRESPONDIENTE:**
  - RBT e ITC del Real Decreto 842/2002 del 2 de Agosto
  - CTE del Real Decreto 314/2006 del 17 de Marzo
  - Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y C.T. del Real Decreto 3275/1982 del 1 de Diciembre y sus ITC publicado en el BOE el 25 de Octubre de 1984
  - Normativa particular de la empresa suministradora, Iberdrola.
  - Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.

## **2.PÁGINAS WEB DE EMPRESAS**

### **2.1DIRECCIONES WEB DE CONSULTADAS EN ESTE PROYECTO**

- ORMAZÁBAL. [www.ormazabal.com](http://www.ormazabal.com)
- MANUFACTURAS ELÉCTRICAS S.A (MESA). [www.me-sa.es](http://www.me-sa.es)
- KLK ELECTRO MATERIALES. [www.klk.es](http://www.klk.es)
- INDUSTRIAS ARRUTI S.A. [www.arruti.com](http://www.arruti.com)
- PHILIPS. [www.philips.es](http://www.philips.es)
- LEGRAND. [www.legrandelectric.com](http://www.legrandelectric.com)
- HIMEL. [www.himel.es](http://www.himel.es)
- PRYSMIAN. [www.prysmian.es](http://www.prysmian.es)
- ABB. [www.abb.es/bajatension](http://www.abb.es/bajatension)
- AEMSA-REJINORMA. <http://aemsa.es>.
- SCHNEIDER ELECTRIC. [www.schneiderelectric.es](http://www.schneiderelectric.es)
- Legrand. [www.legrand.es](http://www.legrand.es)