

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

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

Susana Palacín Buil

Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Febrero/2013



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

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

MEMORIA

Susana Palacín Buil

Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Febrero/2013



Índice

1. MEMORIA

1.1. INTRODUCCIÓN.....	8
1.1.1. Objeto del proyecto.....	8
1.1.2. Situación	8
1.1.3. Descripción de la nave.....	8
1.1.4. Previsión de cargas	9
1.1.5. Potencia total.....	10
1.1.6. Normativa	10
1.2. ILUMINACIÓN	12
1.2.1. Introducción	12
1.2.2. Conceptos luminotécnicos	12
1.2.3. Sistemas de iluminación	17
1.2.3.1. Iluminación directa.....	17
1.2.3.2. Iluminación semidirecta	17
1.2.3.3. Iluminación difusa.....	18
1.2.3.4. Iluminación semiindirecta e indirecta	18
1.2.4. Clases o métodos de alumbrado.....	19
1.2.4.1. Alumbrado general.....	19
1.2.4.2. Alumbrado general localizado	19
1.2.4.3. Alumbrado suplementario	20
1.2.5. Tipos de lámparas	20
1.2.5.1. Lámparas incandescentes	20



1.2.5.2. Lámparas halógenas	21
1.2.5.3. Lámparas de descarga de mercurio o fluorescentes	23
1.2.5.4. Lámparas fluorescentes compactas	24
1.2.5.5. Lámparas de vapor de mercurio	25
1.2.5.6. Lámparas de halogenuros metálicos	26
1.2.5.7. Lámparas de vapor de sodio a baja presión.....	27
1.2.5.8. Lámparas de vapor de sodio a alta presión	28
1.2.5.9. Lámparas de inducción.....	28
1.2.5.10. Lámparas de luz de mezcla	29
1.2.5.11. Lámparas de diodos LED.....	29
1.2.6. Tipos de luminarias.....	35
1.2.6.1. Características metálicas y eléctricas	35
1.2.6.2. Características ópticas	36
1.2.6.3. Componentes.....	37
1.2.7. Alumbrados especiales.....	38
1.2.7.1. Alumbrado de señalización	40
1.2.7.2. Alumbrado de emergencia	40
1.2.7.3 Elección del sistema de alumbrado especial	41
1.3. CÁLCULO DEL ALUMBRADO.....	43
1.3.1. Introducción	43
1.3.1.1. Obtención previa de los factores de partida	43
1.3.1.2. Determinación del nivel de iluminación.	43
1.3.1.3. Determinación del factor de mantenimiento	46
1.3.1.4. Cálculo del índice del local	46
1.3.1.5. Determinación del factor de utilización	47



1.3.1.6. Cálculo del flujo a instalar	50
1.3.1.7. Cálculo del número de luminarias.....	50
1.3.1.8. Distribución de las luminarias.....	51
1.3.2. Solución alumbrado interior	51
1.3.3. Solución alumbrado exterior.....	54
1.3.4. Solución alumbrado emergencia.....	55
1.4. ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN	56
1.4.1. Introducción	56
1.4.2. Tipos de esquemas de distribución	56
1.4.2.1. Esquema TN.....	57
1.4.2.2. Esquema TT	58
1.4.2.3. Esquema IT	58
1.4.3. Esquema de distribución escogido.....	59
1.4.4. Solución adoptada para la puesta a tierra.....	59
1.5. CONDUCTORES.....	61
1.5.1. Introducción	61
1.5.2. Conductores	61
1.5.2.1. Partes de un conductor	62
1.5.3. Componentes de un cable	63
1.5.3.1. Conductores activos	63
1.5.3.2. Conductor neutro.....	64
1.5.3.3. Conductores de Protección.....	64
1.5.4. Sección del conductor	65
1.5.4.1. Calentamiento de los conductores.....	65



1.5.4.2. Caída de tensión	67
1.5.5. Sistemas de instalación	67
1.5.5.1. Canalizaciones.....	67
1.5.5.2. Tubos protectores	69
1.5.2. Normas para la elección de cables y tubos	71
1.5.3. Receptores.....	72
1.5.3.1. Receptores para el alumbrado	73
1.5.3.2. Receptores para motores	73
1.5.4. Procedimiento para calcular secciones	74
1.5.5. Solución	75
1.5.5.1. Distribución de líneas de fuerza y alumbrado: denominación	75
1.5.5.2. Conductores.....	75
1.5.5.3. Canalizaciones.....	75
1.5.5.4. Conducciones	76
1.6. TOMAS DE CORRIENTE	79
1.6.1. Introducción	79
1.6.2. Tipos de tomas de corriente	79
1.6.3. Situación de las tomas de corriente.....	80
1.7. PROTECCIONES	82
1.7.1. Introducción	82
1.7.2. Cuadros eléctricos.....	82
1.7.3. Elementos de protección en baja tensión.....	83
1.7.3.1. Fusibles.....	83
1.7.3.2. Interruptor diferencial	84



1.7.3.3. Interruptor magnetotérmico.....	84
1.7.4. Protección de la instalación	85
1.7.4.1. Protección contra sobrecargas	86
1.7.4.2. Protección contra cortocircuitos.....	86
1.7.5. Cálculo	89
1.7.5.1. Cálculo Icc.....	89
1.7.5.2. Cálculo de Z_T	89
1.7.5.3. Determinación de las impedancias “aguas arriba” de la red	90
1.7.5.4. Transformador	90
1.7.5.5. Conductores.....	90
1.7.6. Protección de las personas	91
1.7.6.1. Protección contra contactos directos	92
1.7.6.2. Protección contra contactos indirectos.....	92
1.7.7. Cuadro general de protección	93
1.7.8. Coordinación entre dispositivos.....	94
1.7.9. Filiación	94
1.7.10. Selectividad.....	94
1.7.11. Locales con riesgo de incendio o explosión	95
1.7.11.1. Clasificación de los emplazamientos	95
1.7.11.2. Pasos a seguir para prevenir	97
1.7.11.3. Solución.....	98
1.7.12. Solución de protección.....	99
1.7.12.1. Solución C.G.D	99
1.7.12.2. Solución cuadros auxiliares.....	102
1.8. PUESTAS A TIERRA	119



1.8.1. Introducción	119
1.8.2. Finalidad de la puesta a tierra	119
1.8.3. Partes de la puesta a tierra.....	120
1.8.3.1. Terreno	120
1.8.3.2. Tomas de tierra.....	121
1.8.3.3. Línea principal de tierra	122
1.8.3.4. Derivaciones de las líneas principales de tierra	122
1.8.3.5. Conductores de protección	123
1.8.4. Elementos a conectar a la toma de tierra	123
1.8.5. Solución de puesta a tierra de la nave.....	124
1.9. CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA.....	125
1.9.1. Introducción	125
1.9.2. Ventajas de un elevado factor de potencia.....	125
1.9.3. Métodos para mejorar el factor de potencia.....	126
1.9.3.1. Procedimientos directos	126
1.9.3.2. Procedimientos indirectos	126
1.9.4. Elección del método de compensación.....	127
1.9.4.1. Clasificación por la situación de la compensación.....	127
1.9.4.2. Clasificación por el tipo de condensador	127
1.9.5. Solución adoptada.....	128
1.10. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	130
1.10.1. Introducción	130
1.10.2. Reglamentación y disposiciones oficiales	130
1.10.3. Titular	130



1.10.4. Emplazamiento.....	131
1.10.5. Características del Centro de Transformación.....	131
1.10.6. Necesidades y potencia instalada.....	131
1.10.7. Descripción de la instalación	132
1.10.7.1 Obra civil.....	132
1.10.8. Instalación eléctrica	133
1.10.8.1. Características de la Red de alimentación.....	133
1.10.8.2. Características de la Aparamenta de Alta Tensión.....	134
1.10.8.3. Características de la aparamenta de Baja Tensión	136
1.10.8.4. Características descriptivas de las celdas y transformadores de Alta Tensión.....	136
1.10.8.5. Características descriptivas de los cuadros de Baja Tensión	139
1.10.8.6. Características del material vario de AT y BT.....	139
1.10.9. Medida de la energía eléctrica	140
1.10.10. Puesta a Tierra	140
1.10.10.1. Tierra de Protección	140
1.10.10.2. Tierra de Servicio	141
1.10.11. Instalaciones secundarias	141
1.10.11.1. Protección contra incendios	141
1.10.11.2. Señalizaciones y equipos auxiliares	141
1.10.11.3. Tomas de corriente.....	142
1.10.11.4. Alumbrado de Emergencia.....	142
1.10.11.5. Iluminación.....	142



1.1. INTRODUCCIÓN

1.1.1. Objeto del proyecto

El objeto del proyecto es la realización de una instalación eléctrica en baja tensión de una nave industrial dedicada a la fabricación de muebles, con toda la maquinaria necesaria para la construcción de estos y distribución de iluminación interior, exterior y de emergencia, mejorando el factor de potencia.

El suministro eléctrico demandado a la empresa distribuidora IBERDROLA S.A. será de media tensión, ya que la instalación eléctrica se realizará en Baja Tensión.

El fin de la memoria es cumplir con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, según el Real Decreto 842/2002 del 2 de agosto de 2002, Edición Septiembre de 2009 e Instrucciones Complementarias al mismo.

1.1.2. Situación

La nave objeto está situada en el Polígono Industrial de Sos del Rey Católico (Zaragoza), Calle LaTejería s/n.

1.1.3. Descripción de la nave

La parcela total de la nave es 1400m² siendo útiles 861m² y sus dimensiones son 41x21m.

La nave constará de las siguientes partes:

- Oficina recepción: 55m²
- Vestuario y aseos para hombres: 20m²
- Vestuario y aseos para mujeres: 20m²
- Despacho: 15m²
- Pasillo: 16m²
- Almacén: 120m²
- Taller: 590m²
- Cabina de pinturas con extractores: 80m²



Memoria

- Centro de transformación: 10.7m²

1.1.4. Previsión de cargas

Maquinaria a instalar:

- Tupí: 4.75 CV
- Sierra de cinta: 7.50 CV
- Cepilladora.: 4.35 CV
- Regruesadora: 4.70 CV
- Torno: 4.90 CV
- Escuadradora: 13.60 CV
- Escopleadora: 4.95 CV
- Enlazadora: 4.25 CV
- Taladro: 2 CV
- Lijadora-calibradora: 10.90 CV
- Compresor: 4.10 CV
- Compresores: 3 CV
- Cabina de barnizado: 2 CV

La potencia total demandada por la maquinaria es de 71 CV, que en vatios son 53.250 W.

Potencia de la iluminación a instalar:

- Iluminación Taller: 3.840 W
- Iluminación Almacén: 240 W
- Iluminación Cabina de Barnizado: 1440 W
- Iluminación Oficina: 750W
- Iluminación Despacho: 200W
- Iluminación Aseos y Vestuario Hombres: 84W
- Iluminación Aseos y Vestuario Mujeres: 84W
- Iluminación Pasillo: 72W
- Iluminación Exterior: 920 W
- Iluminación de Emergencia: 120W

La potencia total demandada por la iluminación es de 7.750W

Potencia de las tomas de corriente:

- Tomas trifásicas: 40.000 W
- Tomas monofásicas: 18.000 W



La potencia total demandada por las tomas es 58.000W.

Potencia de elementos varios:

- Aire acondicionado: 4.500 W
- Puertas eléctricas Taller y Almacén: 4.500W
- Aspiración Cabina de Barnizado y Taller: 4.500 W

La potencia total demandada por los elementos varios es de 13.500 W.

1.1.5. Potencia total

La potencia total demandada por los diversos elementos será:

Cargas	Potencia
Maquinaria a instalar	53.250 W
Iluminación a instalar	7.750 W
Tomas de corriente	58.000 W
Elementos varios	13.500 W
Total	132.500W

1.1.6. Normativa

La realización del proyecto y la ejecución de las instalaciones se efectuarán de acuerdo con la normativa vigente:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002. Edición Septiembre de 2002, e instrucciones complementarias.
- Real Decreto 2.267/2004 de 3 de diciembre, Reglamento de Seguridad contra incendios en establecimientos industriales.
- Reglamento sobre centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación. Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre, e instrucciones complementarias.



Memoria

- Reglamento de verificaciones eléctricas y regularidad en el suministro de energía eléctrica. Real Decreto de 12 de Marzo de 1954.
- Reglamento sobre Acometidas Eléctricas. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía. Real Decreto 2949/1982 de 15 de Octubre.
- 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. ILUMINACIÓN

1.2.1. Introducción

El objetivo de una iluminación es producir un adecuado ambiente visual, asegurando el confort visual para la realización de las diversas tareas de manera adecuada, segura y confortable dentro de la nave.

Una buena iluminación requiere igual atención en la cantidad como en la calidad de luz.

1.2.2. Conceptos luminotécnicos

Flujo radiante (ϕ)

Potencia emitida, transportada o recibida en forma de radiación. La unidad del flujo radiante es el vatio [W].

Flujo luminoso (F)

Magnitud que deriva del flujo radiante al evaluar su acción sobre el observador. El flujo luminoso Φ es la energía luminosa emitida por unidad de tiempo. La unidad de flujo luminoso es el lumen [lm]. Aunque el tiempo no se indica en la unidad de flujo luminoso, queda implícito en ella dicho concepto.

Lúmen

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.

Ángulo 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



Memoria

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.

Energía radiante (Q_e)

Energía emitida, transportada o recibida en forma de radiación. La unidad de la energía radiante 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 ($Lm \times sg$) o Lúmen por hora ($Lm \times hora$).

Intensidad luminosa (I)

Cantidad de flujo luminoso, propagándose en una dirección dada, que emerge, atraviesa o incide sobre una superficie por unidad de ángulo sólido. Su símbolo es la letra I y su unidad de medida en el Sistema Internacional de Unidades es la candela [Cd].

Candela (Cd)

Intensidad luminosa en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} Hz y cuya intensidad radiante en esa dirección es $1/683 \text{ w}^*$ estereo-radián.

Distancia luminosa

Conjunto de la intensidad luminosa de una lámpara en todas direcciones.

Iluminancia (E)

Densidad del flujo luminoso recibido por unidad de superficie. Su unidad de iluminación es el lux [lx] que equivale 1 lumen por metro cuadrado.

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.



Illuminancia media (E_m)

Promedio de valores de iluminancia medidos o calculados sobre un área determinada.

Luminancia

Relación entre la intensidad luminosa reflejada por cualquier superficie en una dirección determinada y el área proyectada, vista desde esa dirección. La unidad de luminancia es [Cd/m^2].

Luminancia media

Es la luminancia promedio, expresada en [Cd/m^2], medida en una zona comprendida entre 60 y 100 m frente a la posición del observador.

Rendimiento luminoso o eficiencia 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).

Temperatura de color

La Temperatura de color de una fuente de luz se define comparando su color dentro del espectro luminoso con el de la luz que emitiría un Cuerpo Negro calentado a una temperatura determinada. Se expresa en Kelvin, aunque no mida temperatura.

Apariencia	Temperatura [K]
Cálida	< 3300
Intermedia	3300 - 5000
Fría	> 5000
Luz del día	6500

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.



Memoria

Reproducción cromática

Capacidad de una fuente de reproducir los colores. Se mide con el concepto de índice de reproducción cromática Ra (índice de rendimiento de color). Se expresa con un número comprendido entre 0 y 100. Una fuente de luz con Ra=100, muestra todos los colores correctamente. Cuanto menor es el índice, peor es la reproducción cromática.

La calidad de la reproducción cromática depende de la compensación espectral de la luz. Para estimar la calidad de reproducción cromática de una fuente de luz, se establece la siguiente escala de valores:

- Ra < 50: rendimiento bajo.
- 50 < Ra < 80: rendimiento moderado.
- 80 < Ra < 90: rendimiento bueno.
- 90 < Ra < 100: rendimiento excelente.

Índice de deslumbramiento

Producido por la existencia de fuentes de luz cuya luminancia es excesiva en relación con la luminancia general existente en el interior del local, o bien, cuando las fuentes de luz se reflejan sobre superficies pulidas.

El deslumbramiento directo de lámparas se elimina con la utilización de luminarias que redistribuyan el flujo de las mismas de forma idónea para la actividad a realizar. El deslumbramiento debido a la luz natural se puede controlar mediante la distribución idónea de las mesas y utilización de sistemas de apantallamiento con regulación en ventanas y claraboyas.

El deslumbramiento reflejado, al estar influido por el color y el acabado de las superficies que aparecen en el campo de visión del observador, se controlará si las superficies del local y del mobiliario disponen de un acabado mate que evite los reflejos molestos.

Factor de utilización

Relación existente entre el flujo de la zona a iluminar y el flujo luminoso instalado por metro cuadrado. Este valor esta relacionado con las características geométricas del local.

En un local amplio la luz que emite la luminaria es aprovechada en su totalidad (C_u alto), mientras que en el pequeño, al incidir la luz sobre las paredes se produce una absorción, mayor o menor según el color y la textura de las superficies y la luminaria pierde parte de su rendimiento por esa razón (C_u bajo). Esta situación se produce también cuando el local es exageradamente alto con respecto a la superficie.



Factor de mantenimiento

Relación entre la iluminancia en el plano de trabajo después de un periodo determinado de uso de la instalación y la iluminancia media obtenida al empezar a funcionar como nueva.

En toda instalación de alumbrado hay tres elementos de mantenimiento que son variables y que afectan a la cantidad de flujo luminoso útil que se obtiene en el espacio a iluminar.

- La depreciación luminosa de la propia lámpara.
- La pérdida por acumulación de polvo y suciedad sobre la superficie de la lámpara y la superficie reflectora y transmisora de la luminaria.
- Pérdida de luz reflejada en las paredes.

Teniendo en cuenta estos tres elementos, se definen tres condiciones de mantenimiento que nos permiten valorar cuantitativamente el factor de mantenimiento o factor de depreciación.

- Factor de mantenimiento bueno

Cuando las luminarias se limpian frecuentemente y las lámparas se sustituyen por grupos antes de fundirse. Condiciones atmosféricas buenas exentas de polvo y suciedad.

Este factor de mantenimiento toma valores comprendidos entre 0,70 y 0,80. Típicamente se toma 0,75 o 0,7.

- Factor de mantenimiento medio

Cuando las luminarias no se limpian con frecuencia y las lámparas sólo se reponen cuando se funden. Condiciones atmosféricas menos limpias. Este factor de mantenimiento medio toma valores comprendidos entre 0,60 y 0,70. Típicamente se toma 0,65.

- Factor de mantenimiento malo

Cuando las condiciones atmosféricas son bastante sucias y la instalación tiene un mantenimiento deficiente. Este factor de mantenimiento malo toma valores comprendidos entre 0,50 y 0,60. Típicamente se toma 0,55.

El sistema óptico

Encargado de controlar, dirigir y distribuir la luz de forma establecida y adecuada. Abarcan desde los que difunden la luz emitida por la lámpara para obtener una distribución más o menos uniforme en todas direcciones, hasta los que recogen y



contienen dentro de un haz (o haces) que emiten en una o más direcciones bien definidas.

El sistema óptico cuenta con uno o más de los siguientes elementos de control:

- Reflectores: diferenciamos reflectores especulares, dispersos y difusores.
- Retractoros: elementos dotados de prismas o lentes que refractan la luz.
- Difusores: recogen la luz procedente de las lámparas y la reflejan y difunden.
- Dispositivos de apantallamiento y filtros: controla o dirige la luz de una laminaria para ocultar la lámpara de la visión directa, o bien para ambas.

1.2.3. Sistemas de iluminación

Existen cinco tipos de iluminación:

1.2.3.1. Iluminación directa

Apropiada para la obtención económica de altos niveles de iluminación sobre el plano útil de las mesas y de los puestos de trabajo. Por su propia naturaleza deja en la sombra las partes superiores del local y por lo tanto, reduce las pérdidas de luz por las claraboyas.

Es necesario aumentar considerablemente los aparatos de alumbrado, con el propósito de conseguir que cada objeto iluminado, reciba luz desde varias direcciones simultáneamente, con lo que se consigue la disminución de sombras molestas.

La iluminación directa se realiza, en general, por medio de reflectores de chapa esmaltada o de aluminio pulido, anodizado y abrillantado.

Con el objeto de dar a la luz obtenida cierto grado de difusión favorable al suavizado, de las sombras, a la vez, concentrar el flujo luminoso hacia los zonas útiles del local, estos reflectores deben de ser anchos y profundos.

Mediante la iluminación directa se consigue una distribución luminosa tal que del 90% al 100% del flujo luminoso emitido llegue directamente al plano de trabajo.

1.2.3.2. Iluminación semidirecta



Hace que parte de la luz emitida por los aparatos de alumbrado sea reflejada sobre el techo, por ello su empleo esta restringido para techos no muy altos, y no debe utilizarse en locales provistos de claraboyas en el techo.

Permite la realización relativamente económica de elevados niveles de iluminación con las ventajas sobre la iluminación directa de que las sombras son bastante más suaves porque, como ya sabemos los objetos reciben simultáneamente, la luz directa de los aparatos de alumbrado y la reflejada en el techo y en las paredes.

Con este tipo de iluminación se consigue entre el 60 y el 90 por 100 del flujo luminoso emitido se dirige hacia abajo, hacia el plano de trabajo, mientras el resto del flujo luminoso, del 10 al 40 por 100 se dirige hacia techo y paredes.

1.2.3.3. Iluminación difusa

Da una importancia creciente al la reflexión de la luz sobre el techo y las paredes. Desaparecen por completo las sombras de los objetos, pero se aconseja que el techo y las paredes estén pintados de colores claros, con el objeto de disminuir las pérdidas por absorción que, de otro modo, resultarían muy elevadas.

El flujo luminoso emitido hacia abajo es del 40 al 60 por 100 con ángulos por debajo de la horizontal, y entre el 40 y el 60 por 100 del flujo luminoso se dirige hacia arriba.

1.2.3.4. Iluminación semiindirecta e indirecta

Hacen que los manantiales luminosos secundarios, que equivalen a las paredes y techo del local, tengan un efecto preponderante sobre los manantiales luminosos primarios, que son las lámparas eléctricas.

Desaparecen las sombras totalmente y también el riesgo de deslumbramiento directo, ya que las lámparas están totalmente ocultas e los ojos del observador.

La falta de plasticidad obtenida con estos sistemas obliga en algunos casos a completar el alumbrado del local mediante alumbrado auxiliar.

Estos dos tipos de iluminación, precisan que las paredes y techos del local estén pintados con materiales de alto factor de reflexión, y aunque esta condición se cumpla, el consumo de energía es mayor que para cualquier otro sistema de iluminación.

Mediante la iluminación semiindirecta e indirecta, del 60 al 100 por 100 del flujo luminoso emitido es dirigido hacia arriba en ángulos superiores a la horizontal.



1.2.4. Clases o métodos de alumbrado

Según la distribución de la luz en el local a iluminar y dependiendo de las condiciones y necesidades de las tareas que se realizaran en el lugar, diferenciamos:

1.2.4.1. Alumbrado general

Alumbrado uniforme de un espacio, sin tener en cuenta las necesidades particulares de ciertas zonas determinadas.

La iluminación media deberá ser igual al nivel de iluminación que requiera la tarea específica visual.

Presenta como ventaja que se pueden cambiar los puestos de trabajo sin modificar las luminarias.

Es por antonomasia, el método de distribución uniforme de la luz. La distribución luminosa más normal, se obtiene colocando las luminarias de forma simétrica en filas por columnas, cuyo producto da el número total de luminarias instaladas (reajustadas por exceso o por defecto al número de luminarias calculado). Por razones de uniformidad, la distancia entre luminarias, no puede ser mayor que un determinado valor. Este valor depende de la altura de montaje, del nivel de iluminación, así como de las características propias del local y de la luminaria. Generalmente, la distancia entre luminarias es doble que entre estas y las paredes.

Las luminarias deben estar homogéneamente en el techo: empotradas en él, adosadas, o colgadas a determinada altura.

1.2.4.2. Alumbrado general localizado

Alumbrado general en zonas especiales de trabajo, donde se necesita un alto nivel de iluminación, siendo suficiente la iluminación general para las zonas contiguas, de modo que este tipo de alumbrado se caracteriza por la concentración de luminarias.

Las luminarias se sitúan en el techo, empotradas, adosadas, o colgadas a determinada altura, siempre localizadas sobre las zonas de interés.



1.2.4.3. Alumbrado suplementario

Está asociado a uno de los dos sistemas anteriores. Su objetivo es suministrar, mediante una luminaria situada en el propio puesto de trabajo, la cantidad de luz necesaria para que, agregada a la aportada por un sistema general o general localizado, complete el nivel de iluminación requerido por la tarea que se realiza en ese puesto.

Resulta económico situar una luminaria cercana al puesto, que evita la instalación de sistemas en el techo de manera general excesivamente potentes. Un aspecto que hay que cuidar cuando se emplea este sistema es que la relación entre las luminancias de la tarea visual y el fondo no sea muy elevado pues en caso contrario se podría producir deslumbramiento molesto.

1.2.5. Tipos de lámparas

Las lámparas empleadas en la iluminación interior y exterior, serán aquellas que mejor se adapten a las características y necesidades de la instalación.

Las características más importantes de cada tipo de lámpara son:

1.2.5.1. Lámparas incandescentes

La luz se genera como consecuencia del paso de una corriente eléctrica a través de un filamento conductor, que se comporta como un radiador térmico calentándose al rojo vivo, produciendo luz por efecto de la termorradiación.

Características principales

- El rendimiento luminoso es muy bajo (6 – 20 lm/W), porque gran parte de la energía se transforma en calor.
- El índice de rendimiento de color es 100.
- La temperatura de color es de 2700 K.
- Se fabrican en un margen de potencias de 15 a 2000 W, aunque el abanico de las más utilizadas se encuentra entre 25 y 200 W.
- La duración media es de 1000 horas.



Componentes

- Filamentos:

Se realizan generalmente de wolframio. Su duración está condicionada por el fenómeno de la evaporización. A medida que se calienta, emite partículas que van estrechándolo produciéndose finalmente la rotura. Con objeto de frenar la volatilización, se rellena la ampolla con un gas inerte a determinada presión, generalmente mezcla de argón (90%) y nitrógeno (10%).

El índice de rendimiento de color es 100 y su temperatura de color 2700 °K. Se fabrican en un margen de potencias de 15 a 2000 W aunque la gama más empleada se encuentra entre 25 y 200 W.

El inconveniente del gas, es que se produce una mayor pérdida de calor en vacío, de tal manera que para reducir estas pérdidas se usan filamentos en espiral que presenta el máximo de superficie de irradiación con el mínimo de superficie.

-Ampolla:

Tiene por objeto aislar el filamento del medio ambiente y permitir la evacuación del calor emitido por aquel. En general, son de vidrio blando soplado

-Casquillo:

Su misión es conectar la lámpara a la red de alimentación. Existen distintos tipos de casquillo como por ejemplo: casquillo rosca Edison, casquillo bayoneta...

VENTAJAS	DESVENTAJAS	USOS
Buena reproducción cromática.		Alumbrado interior.
Encendido instantáneo.	Reducida eficacia luminosa.	Alumbrado de acentuación.
Variedad de potencias.	Corta duración.	Casos especiales de muy buena reproducción cromática.
Bajo coste de adquisición.	Elevada emisión de calor.	
Facilidad de instalación.		
Apariencia de color cálido.		

1.2.5.2. Lámparas halógenas



Memoria

Aquellas a las que se añade al gas de la ampolla una débil cantidad de un elemento químico de la familia de los halógenos (flúor, cloro, bromo, yodo) con objeto de crear una reacción química, un ciclo de regeneración del wolframio; así, se evita el problema que presentan las incandescentes convencionales, que pierden parte de su flujo luminoso con el paso del tiempo, como se ha comentado anteriormente.

Características

- Tienen una vida media útil que varía de entre 2000 y 4000 horas.
- Mejor eficacia luminosa.
- Factor de conservación más elevado en torno al 95% debido a la acción limpiadora que el yodo lleva a cabo en la pared de la ampolla.
- Dimensiones más reducidas.
- Temperatura de color superior y estable a lo largo de su vida útil. La temperatura de color varía entre los 2800 y 3200 K. Por tanto reproduce mejor los colores fríos del espectro.
- Son lámparas compactas, de alta luminancia, que se adaptan de forma óptima a diversos sistemas ópticos para controlar los haces de luz.

Componentes

- Filamento:

Se emplea el wolframio. Su proceso de fabricación es más delicado ya que debe quedar perfectamente rígido en la pequeña ampolla y debe tener gran pureza porque cualquier resto contaminante reacciona con el halógeno y se deposita en la ampolla.

- Ampolla:

De cuarzo o de vidrio duro capaz de soportar las altas temperaturas requeridas en el ciclo del halógeno.

- Gas de llenado:

Las reducidas dimensiones de estas lámparas permiten utilizar gases inertes que mejoran la eficacia de la lámpara como el kriptón y el xenón, aunque en algunos casos se sigue empleando el argón.

- Halógeno:

Elementos químicos muy agresivos, combinándose con facilidad con otros elementos.

- Casquillo:

Se emplean los tipos cerámicos, Edison, de espigas y de bayoneta.



VENTAJAS	DESVENTAJAS	USOS
Buena reproducción cromática.		
Encendido instantáneo.	Reducida eficacia luminosa.	Alumbrado interior.
Variedad de tipos.		En bajo voltaje, con equipos electrónicos.
Coste de adquisición.	Corta duración.	
Fácil instalación.	Elevada emisión de calor.	En reflector dicroico con reflector aluminio.
Elevada intensidad luminosa.		
Apariencia de color cálida.		

1.2.5.3. Lámparas de descarga de mercurio o fluorescentes

Constan de un tubo de vidrio lleno de gas inerte y una pequeña cantidad de mercurio, inicialmente en forma líquida, y en cada uno de sus extremos va alojado un electrodo sellado herméticamente.

Su funcionamiento se basa en la descarga de vapor de mercurio a baja presión. No pueden funcionar mediante conexión directa a la red, necesitan un dispositivo llamado balasto, el cual limite el flujo de la corriente eléctrica a través de ella y que también proporcione el pico de tensión necesario para el encendido de la lámpara.

Características

- Con un periodo de funcionamiento de 3 horas por encendido, la duración útil de las lámparas se estima entre 5000 y 7000 horas, según los tipos. Para un tiempo de 6 horas, esta aumenta en un 25% y su fuera de 12 horas llegaría a aumentar en un 50%.
- Los tonos de color varían en función de las sustancias fluorescentes empleadas. Actualmente varían entre los 2700 y 8000 K.

Componentes



- Tubo de descarga

Se emplea cuarzo debido a las altas temperaturas a que funciona para conseguir la presión del vapor. Está provisto de dos electrodos principales y uno o dos auxiliares y, en su interior se encuentra una determinada cantidad de argón y unas gotas de mercurio.

- Ampolla

La ampolla exterior sirve para proteger el tubo de descarga y permitir el equilibrio necesario para un correcto funcionamiento.

- Casquillo

Generalmente es de rosca tipo Edison.

VENTAJAS	DESVENTAJAS	USOS
Variedad de apariencias de color.		
Buena eficacia luminosa.	Dificultad de control de temperatura de color en las reposiciones.	Alumbrado interior.
Larga duración.		Equipos electrónicos.
Bajo coste.	Dificultad de contrastes e iluminación de acentuación.	Bajo consumo.
Distribución luminosa adecuada para utilización de interiores.	Tamaño y formas.	Aumenta la duración.
Buena reproducción de colores.		
Mínima emisión de calor.		

1.2.5.4. Lámparas fluorescentes compactas

Es un tipo de lámpara fluorescente que se puede usar con casquillos estándar con rosca Edison estándar y están concebidas para sustituir a las lámparas incandescentes.

Características

- Consumen tan solo un 25% de la energía de una lámpara incandescente.
- Tienen una vida media útil de 5000 horas.
- Temperatura de color 2700 K, muy próxima a la de la lámpara incandescente.



- Muy buen rendimiento cromático y se fabrican una gran variedad de potencias.

VENTAJAS	DESVENTAJAS	USOS
Buena eficacia luminosa.		
Larga duración.	Variación de flujo con la temperatura.	Sustitución de lámparas incandescentes.
Facilidad de aplicación en iluminación compactas.	Coste de adquisición medio-alto.	Consumo equivalentes a un 20% y duran 10 veces más.
Mínima emisión de calor.	Retardo en alcanzar máximo flujo.	
Variedad de tipos.		
Posibilidad de buena reproducción cromática.		

1.2.5.5. Lámparas de vapor de mercurio

El mecanismo consiste en conectar la lámpara a través del balasto, se aplica una diferencia de potencial entre los electrodos principal y auxiliar o de arranque, lo que hace que entre ellos y a través del argón contenido en el bulbo de descarga, salte un pequeño arco. El calor generado vaporiza el mercurio permitiendo el establecimiento del arco entre los dos electrodos principales a través de la atmósfera de vapor de mercurio.

Características

- La luz de estas lámparas muy mala reproducción cromática por lo que la ampolla se recubre de sustancias que aprovechan las radiaciones ultravioleta y, por el efecto fluorescente, emiten radiaciones rojas que completan su distribución espectral.
- El rendimiento es muy superior a las lámparas incandescentes varía entre 40 y 60 lm/W.
- Tienen una temperatura de color que varía entre los 3800 y los 4500 K.
- Rendimiento de color que varía entre 40 y 45.



- El encendido no es instantáneo, precisan de un cierto tiempo (4 minutos) para que la lámpara alcance su máxima emisión. Además durante el periodo de arranque absorben una corriente de 150% del valor nominal.
- El reencendido tampoco es instantáneo (5 minutos) debiéndose esperar a que se condense el mercurio para cebar de nuevo el arco.
- La vida media es del orden de las 25000 horas.

VENTAJAS	DESVANTAJAS	USOS
Eficacia luminosa.		Alumbrado exterior e industrial.
Larga duración.	Alta radiación UV.	
Flujo luminoso unitario importante en potencias altas.	Flujo luminoso no instantáneo.	Aplicaciones con filtros UV.
Variedad de potencias.		Lámpara de color mejorado.

1.2.5.6. Lámparas de halogenuros metálicos

Su constitución es similar a las de vapor de mercurio de alta presión, conteniendo halogenuros (indio, talio, etc.) que mejoran la eficacia y el rendimiento de color. No producen apenas radiaciones ultravioletas por lo que se construyen normalmente transparentes y con ampollas cilíndricas. Las condiciones de funcionamiento son similares a las de vapor de mercurio. Este tipo de lámparas tiene una gran variedad de aplicaciones tanto en interior como en exterior.

Características

- Debido a los halogenuros necesitan tensiones de encendido de 1,5 a 5 kV, producidas por el correspondiente cebador.
- Algunos tipos permiten el reencendido inmediato en caliente mediante el empleo de arrancadores, que producen picos de tensión de 35 a 60 kV.
- Tienen una temperatura de color de 6000 K.
- Elevado rendimiento luminoso entre 70 y 90 lm/W.
- Buena reproducción cromática.

VENTAJAS	DESVANTAJAS	USOS
-----------------	--------------------	-------------



	Sensibilidad a variaciones de tensión.	
Buena eficacia luminosa.		
Duración media.	Precisa de equipos especiales para arrancar en caliente.	Alumbrado de seguridad.
Flujo luminoso unitario importante en altas potencias.	Dificultad de control de apariencias de color en reposición.	Alumbrado en túneles.
Variedad de potencias.	Flujo luminoso no instantáneo.	
	Poca estabilidad de color.	

1.2.5.7. Lámparas de vapor de sodio a baja presión

En estas lámparas la descarga eléctrica se produce a través del metal sodio a baja presión. Al conectar la lámpara se produce una descarga a través del neón cuyo calor generado produce la vaporización progresiva del sodio, pasándose a efectuar la descarga a través del mismo.

Características

- La tensión de encendido varía según el tipo de 500 a 1500 V, por lo que su conexión a la red se debe realizar a través de un autotransformador.
- El tiempo de encendido es de 15 minutos, y el reencendido necesita de 3 a 7 minutos.
- Emiten una luz monocromática cercana al amarillo y al naranja.
- La vida media es de 6000 horas.
- Son las de mayor eficiencia luminosa, superior a los 180 lm/W.
- Se emplean cuando se precisa gran cantidad de luz sin importar demasiado su calidad.

VENTAJAS

Muy buena eficacia luminosa.

Larga duración.

DESVENTAJAS

Mala reproducción cromática en versión estándar.

Estabilización no

USOS

En alumbrado exterior

En alumbrado interior industrial



Memoria

Aceptable rendimiento de color en tipos especiales.	instantánea.	En alumbrado de túneles
Poca depreciación de flujo.	En potencias pequeñas gran sensibilidad a sobretensión.	
Posibilidad de reducción de flujo.	Equipos especiales para reencendido en caliente.	

1.2.5.8. Lámparas de vapor de sodio a alta presión

Su finalidad es mejorar el tono y la reproducción de la luz, ya que su distribución espectral permite distinguir todos los colores de la radiación visible.

Característica

- Tienen un rendimiento luminoso elevado que varía entre los 80 y 130 lm/W.
- La tensión de encendido varía entre 3 y 5 kV, por lo que es necesario un elemento extra llamado ignitor, que es una especie de cebador.
- El tiempo de encendido es corto y el tiempo de reencendido dura menos de un minuto.
- La temperatura de color es de 2200 K.
- El índice de reproducción cromática es 27.
- La vida media es de 9000 horas.
- Se emplean en alumbrado público, industrial en naves altas, campos de fútbol y polideportivos.

1.2.5.9. Lámparas de inducción

Consiste en incidir un campo electromagnético en una atmósfera gaseosa, por medio de una bobina a alta frecuencia, de manera que el campo producido sea capaz de excitar los átomos de mercurio de un plasma de gas. La radiación obtenida es ultravioleta por lo que hay que recubrir la ampolla de la lámpara con una sustancia fluorescente que la transforme en visible.

Características

- El rendimiento luminoso es de 70 lm/W.



- La vida útil es de 60000 horas.
- Se emplean en lugares de difícil acceso para las sustituciones y aplicaciones de largos periodos de funcionamiento.

1.2.5.10. Lámparas de luz de mezcla

La emisión luminosa proviene, simultáneamente, de un tubo de descarga similar a las de vapor de mercurio y de un filamento igual al de las incandescentes.

Características

- Su rendimiento de color no es elevado (60)
- El rendimiento luminoso es 20-60 lm/W
- Vida media considerablemente mayor (8000 horas).

1.2.5.11. Lámparas de diodos LED

Un led es un diodo luminoso que emite luz cuando la corriente pasa a través de él. Una lámpara Led, es aquella que usa agrupaciones de led (Light-Emitting Diode, Diodos Emisores de Luz) como fuente luminosa.

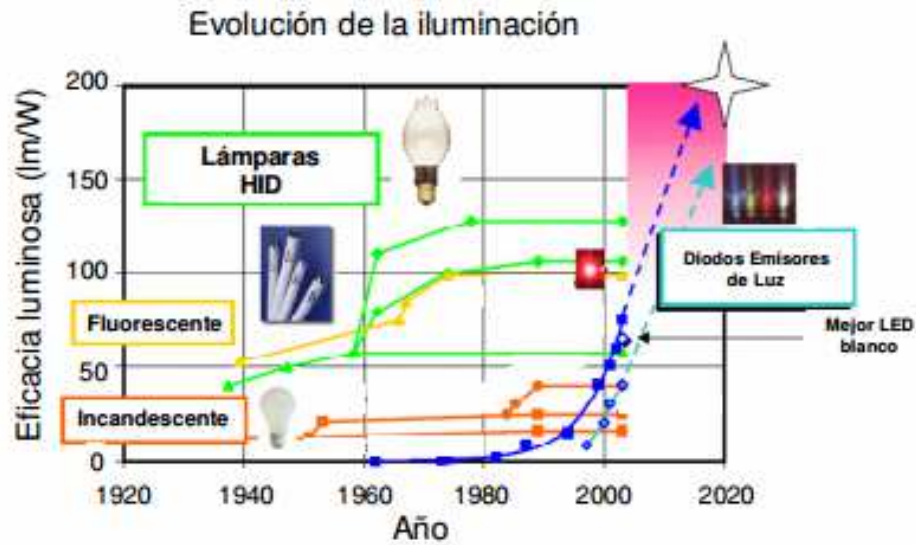
Puede variar el número de led en mayor o menor número, según la intensidad luminosa deseada, pudiendo llegar a alcanzar la de otras lámparas existentes como las incandescentes o las fluorescentes compactas.

Los diodos funcionan con energía eléctrica de corriente continua, de modo que las lámparas de LED incluyen circuitos internos para poder operar controlando la polaridad del voltaje y limitar la corriente, además incluyen disipadores y refrigeradores puesto que no pueden soportar temperaturas elevadas.

Para emitir luz blanca se combinan led de luz roja, verde y azul, o usan fósforo para convertir parte de la luz a otros colores.

Los led emiten luz de alto brillo en el espectro infrarrojo, visible y ultravioleta.

En la actualidad su uso es moderado y es previsible que se incremente en el futuro, ya que se pueden acondicionar a un porcentaje mayor al 90% a todas las tecnologías actuales, puesto que consumen 92% menos que las lámparas incandescentes de uso domestico, y 30% menos que las fluorescentes. Además pueden durar hasta 20 años y suponer el 200% menos de costes.



Características

- Ahorro energético entre el 70 y 80%.
- Arranque instantáneo
- Aguante a los encendidos y apagados continuos.
- Mayor vida útil.
- Gran eficiencia energética.

VENTAJAS	DESVENTAJAS	USOS
Bajo consumo energético.	Elevado coste inicial.	Interior
Mayor tiempo de vida	Se dañan a elevadas temperaturas	Exterior
Tamaño reducido.		Control remoto, dispositivos detectores
Tiempo de encendido corto.		Transmitir datos entre dispositivos electrónicos (ordenadores y teléfonos móviles)
Resistencia a las vibraciones.		Indicadores de estado (encendido/apagado) en dispositivos de señalización.
Reducen emisión de calor.		
No tienen mercurio (perjudicial para el medio)		



Memoria

ambiente)

No crea campos magnéticos (perjudicial para el ser humano)

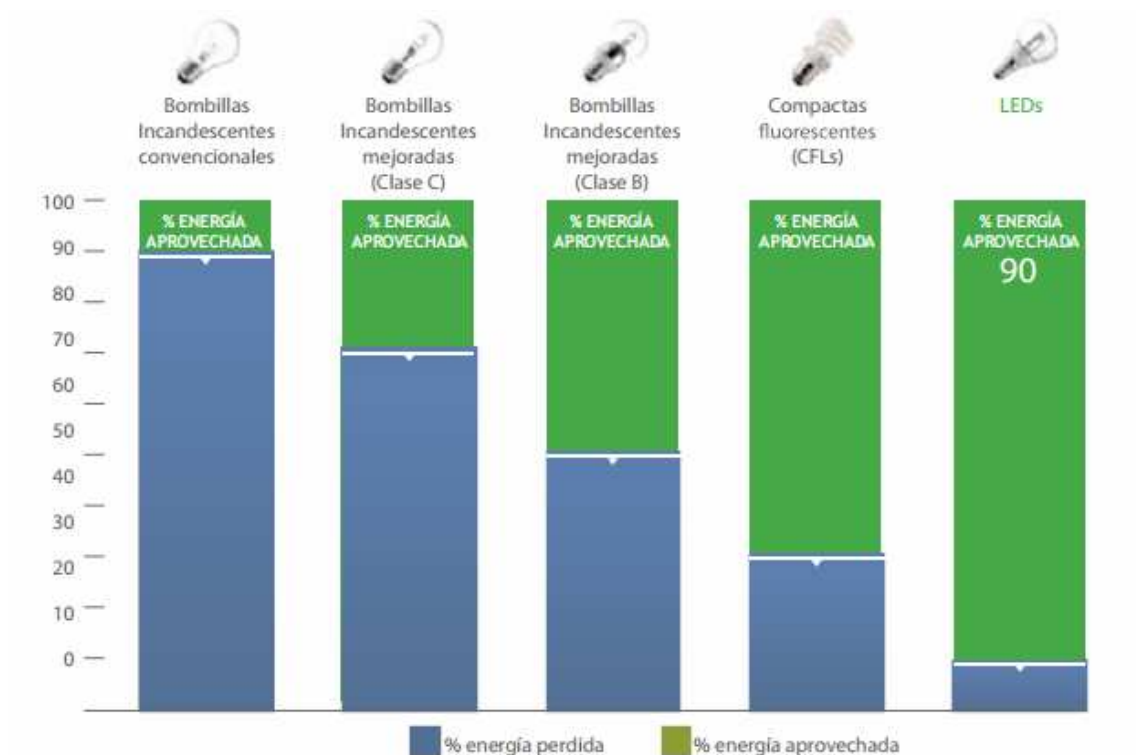
Mejor índice de reducción cromática.

Reducen ruidos en las líneas eléctricas.

Buen rendimiento en sistemas fotovoltaicos y antiexplosivos.

Paneles o pantallas, según la arquitectura RGB, siendo filas de ledes verdes, azules y rojos controlados individualmente para formar imágenes vivas muy brillantes.

Comparativa con otras lámparas

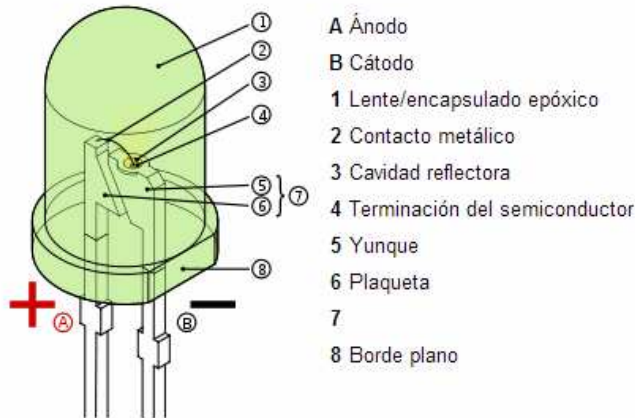




Tecnología Led	Bombillas incandescentes & Lámparas Halógenas	Bajo consumo	Tubos T8 fluorescentes	Lámparas de vapor de sodio alta presión	Lámparas de vapor de sodio sin balastro	Lumen (lm)
Iluminación interior						
1W	10W	-	-	-	-	50-80
3W	20W	-	-	-	-	120-180
5W	35W	-	-	-	-	210-280
7W	50W	-	-	-	-	280-320
10W	80W	20W	20W	-	-	550
12W	100W	24W	24W	-	-	650-750
15W	120W	30W	30W	-	-	700
20W	150W	40W	40W	-	-	950
60W	400W	120W	120W	100W	300W	3000-3400
80W	450W	160W	160W	120W	380W	3800
90W	550W	180W	180W	150W	450W	4500-5100
120W	750W	240W	240W	200W	600W	6000-6800
150W	900W	300W	300W	250W	750W	7500-8500
160W	950W	320W	320W	250W	750W	7600
50W	400W	120W	120W	100W	300W	3200 (Max)
75W	550W	180W	180W	150W	450W	4800 (Max)
100W	750W	240W	240W	200W	600W	6400 (Max)

Iluminación exterior						
60W	400W	120W	120W	100W	300W	3000-3400
80W	450W	160W	160W	120W	380W	3800
90W	550W	180W	180W	150W	450W	4500-5100
120W	750W	240W	240W	200W	600W	6000-6800
150W	900W	300W	300W	250W	750W	7500-8500
160W	950W	320W	320W	250W	750W	7600
60W	400W	120W	120W	100W	300W	3000-3400
80W	450W	160W	160W	120W	380W	3800
90W	550W	180W	180W	150W	450W	4500-5100
120W	750W	240W	240W	200W	600W	6000-6800
150W	900W	300W	300W	250W	750W	7500-8500
160W	950W	320W	320W	250W	750W	7600
50W	400W	-	-	-	-	-
75W	550W	180W	180W	150W	450W	4800 (Max)
100W	750W	240W	240W	200W	600W	6400 (Max)

Componentes



- Ánodo

Electrodo, en el que se produce una reacción de oxidación, mediante la cual el material, al perder electrones, incrementa su estado de oxidación.

- Cátodo

Electrodo en el que se genera una reacción de reducción, mediante la cual el material reduce su estado de oxidación al aportarle electrones.

- Encapsulado epoxi

Protege de cortocircuitos, polvo, humedad...

- Cavity reflectora

- Contacto metálico

Alambre de conexión entre el cátodo y el ánodo.

- Borde plano

Identifica el terminal correspondiente al cátodo del chip.

- Yunque y plaqueta

Funcionamiento

EL proceso de funcionamiento de un LED se conoce como Electroluminiscencia.



Los dispositivos son fabricados utilizando materiales semiconductores que se obtienen a partir del Silicio. En la tabla periódica se encuentra el Silicio, elemento que posee 4 electrones en su orbita externa, lo que le permite combinar estos electrones con 4 átomos vecinos, formando una malla cuadrículada, de tal manera que no quedan electrones libres.

Para poder hacerlo conductor, es necesario mezclarlo con pequeñas cantidades de otros elementos, llamando a este proceso “dopaje” y podemos distinguir 2 tipos:

- Dopaje “n”: consiste en mezclar Silicio con Fósforo o Arsénico (ambos con 5 electrones en su última capa) en pequeñas cantidades., de tal manera que un electrón quede libre para moverse, dando lugar a una corriente eléctrica.
- Dopaje “p” (polarización directa): consiste en mezclar Silicio con Boro o Galio (ambos con 3 electrones en su última capa), faltando un electro, por lo que es cedido por otro elemento y así sucesivamente.

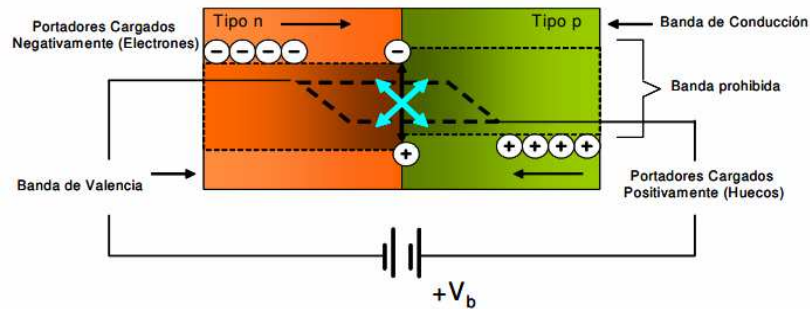
Cuando se unen dos materiales y se polarizan conectándolos a una fuente de voltaje, conectando el borne positivo al Silicio dopado tipo “p” y el borne negativo al Silicio dopado tipo “n”, los bornes libres del Silicio se repelerán con los libres del borne negativo de la fuente de voltaje, por lo que los primeros se dirigirán a la zona de juntas.

En el borne positivo los huecos del Silicio dopado tipo “p” se repelerán con los huecos del borne positivo de la fuente del voltaje, por lo que los huecos del semiconductor se dirigirán a la juntura.

En la zona de juntura, los electrones y los huecos se recombinan formando así un flujo de corriente permanente.

Cuando un LED se polariza en directa, se produce una caída de tensión entre sus extremos, esta caída de tensión es un reflejo de la energía necesaria para que los electrones salten la juntura (potencial de salto de banda). Para sacar un electrón de su órbita necesitamos energía y esta energía se pierde mientras el electrón recorre internamente el LED, esta energía perdida se transforma en energía radiante.

Si la energía requerida es pequeña, la energía se emitirá en ondas infrarrojas de poca frecuencia, por el contrario si necesita más energía las ondas que emitirá el diodo tendrán más energía y se pasará de emitir luz infrarroja a emitir luz roja, naranja, amarilla, verde, azul...



1.2.6. Tipos de luminarias

Las luminarias son los aparatos que distribuyen, filtran o transforman la luz emitida por una o varias lámparas. Contienen todos los accesorios necesarios para fijarlas, protegerlas y conectarlas al circuito de alimentación.

1.2.6.1. Características metálicas y eléctricas

Deben tenerlas siguientes características:

- Facilidad de montaje y mantenimiento.
- Asegurar la conexión eléctrica de la lámpara o lámparas en ella alojadas, proteger eficazmente las lámparas y el equipo eléctrico contra el polvo, la humedad y otros agentes atmosféricos.
- Hacer trabajar a la lámpara en condiciones óptimas de temperatura.
- Resistencia mecánica suficiente.
- Que este fabricado en un material adaptado a su utilización y entorno.
- Facilidad de limpieza.
- Proteger eficazmente las lámparas y el equipo eléctrico contra el polvo, la humedad y otros agentes atmosféricos.

Características mecánicas

Las luminarias se clasifican según el grado de protección contra el polvo, los líquidos y los golpes.

Según las normas nacionales (UNE 20324) e internacionales, las luminarias se designan por las letras IP, seguidas de 3 dígitos:



- Primer número: Indica la protección contra la entrada de polvo y cuerpos sólidos en la luminaria. Varía entre 0 (sin protección) y 6 (máxima protección).
- Segundo número: Indica el grado de protección contra la penetración de líquidos y sus efectos perjudiciales. Varía entre 0 y 8.
- Tercer número: Indica la resistencia a los choques.

Características eléctricas

Toda luminaria debe cumplir el objeto de asegurar la protección de las personas contra contactos eléctricos. Las podemos clasificar en cuatro clases:

- Clase 0

Luminarias en las que la protección contra los choques eléctricos recae exclusivamente sobre el aislamiento principal; descansando la protección, en caso de fallos de aislamiento principal, sobre el medio circulante. La luminaria tiene aislamiento normal sin toma de tierra.

- Clase I

Luminarias en las que la protección contra los choques eléctricos recae exclusivamente sobre el aislamiento principal y un conductor de protección conectado a tierra, que debe conectarse al borne marcado.

- Clase II

Luminarias en las que la protección contra los contactos eléctricos no recae exclusivamente sobre el aislamiento principal, sino que comprende medidas suplementarias, tales como el doble aislamiento o el aislamiento reforzado. Estas luminarias no incorporan toma de tierra.

- Clase III

Luminarias en las que la protección contra los contactos eléctricos, se realiza alimentando las luminarias a una muy baja tensión de seguridad entre 40 y 50 voltios (MBTS).

1.2.6.2. Características ópticas

Las características ópticas más importantes son:



- Reparto luminoso de acuerdo con la función que realiza, limitando las luminancias en determinadas direcciones y conseguir un buen rendimiento luminoso.
- El “factor de iluminación” en la eficiencia de una luminaria en una aplicación concreta.
- Grado de limitación de deslumbramiento, debido a la acumulación del polvo y la suciedad o la decoloración de sus materiales.
- Facilidad de limpieza y de recambio de lámparas.

1.2.6.3. Componentes

Armadura o carcasa

Elemento físico, mínimo que sirve de soporte y delimita el volumen de la luminaria conteniendo todos sus elementos.

Equipo eléctrico

Se adecua a los distintos tipos de fuentes de luz artificial y en función de:

- Incandescentes normales sin elementos auxiliares.
- Halógenas de alto voltaje a la tensión normal de la red, o de bajo voltaje con transformador o fuente electrónica.
- Fluorescentes con reactancias o balastos, condensadores e ignitores, o conjuntos electrónicos de encendido y control.
- De descarga con reactancias o balastos, condensadores e ignitores, o conjuntos electrónicos de encendido y control.

Reflectores

Superficies en el interior de la luminaria que modelan la forma y dirección del flujo de la lámpara. La mayoría de las luminarias convencionales van provistas de un reflector de una u otra forma con objeto de crear una distribución adecuada de la luz. Solo controlan parte de la luz emitida.

En función de cómo se emita la radiación luminosa pueden ser:

- Simétrico o asimétrico.
- Concentrador o difusor.



Memoria

- Frio (con reflector dicroico) o normal.
- Dispersor: Este tipo de reflector se utiliza en alumbrado de exhibición y en algunos tipos de proyectores, donde sea particularmente importante una distribución de luz bien definida pero uniforme.
- Difusor: Este tipo de reflector se utiliza en iluminación interior, en general para proporcionar niveles de luminancias bastantes uniformes.
Especcular (con escasa dispersión luminosa) o no especcular (con dispersión de flujo). La reflexión especcular es aquella situación en la que se cumplen las leyes de la reflexión. Estas leyes establecen que los rayos incidentes, reflejados y la normal a la superficie se encuentran en el mismo plano, y que el ángulo de reflexión es igual al de incidencia.

Difusores

Elemento de cierre o recubrimiento de la luminaria en la dirección de la radiación luminosa. Los tipos más usuales son:

- Opal liso (blanca) o prismática (metacrilato traslucido).
- Lamas o reticular (con influencia directa sobre el ángulo de apantallamiento).
- Especcular o no especcular (con propiedades similares a los reflectores).

Filtros

En posible combinación con los difusores sirven para potenciar o mitigar determinadas características de la radiación luminosa.

1.2.7. Alumbrados especiales

Según la ITC-BT 28, las instalaciones 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.

Las líneas que alimentan directamente a los circuitos individuales de las lámparas de los alumbrados especiales, estarán protegidas por interruptores automáticos, con una intensidad nominal de 10 amperios como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz, o si en la misma dependencia existiesen varios puntos de luz



de alumbrado especial, estos deben ser repartidos al menos entre dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a 12.

Constarán 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 para 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.

Consideraremos nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos para poder calcular el nivel de iluminación. Se considerará un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso por suciedad y envejecimiento de las lámparas.

Para distribuir las luminarias se determina:

- 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.

La ubicación de las luminarias de emergencia será en:

- Cerca de los cambios de nivel del suelo.
- Cerca de las escaleras para que todos los escalones queden iluminados.
- Para iluminar todas las salidas obligatorias y señales de seguridad.
- Cerca de todos los cambios de dirección.
- En el exterior de los edificios junto a las salidas.
- En todas las puertas de salida de emergencia.
- En todos los aseos y servicios
- Cerca de los puestos de socorro.
- En ascensores y montacargas.



- Salas de generadores de motores y salas de control
- Cerca de los equipos de extinción de fuego así como de puntos de alarma.
- Cerca de todas las intersecciones en los pasillos.

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

1.2.7.1. Alumbrado de señalización

Se instala para funcionar de un modo continuo durante determinados períodos de tiempo. Debe señalar de modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de los locales, durante todo el tiempo 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.

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

Se situará en las salidas de los locales y dependencias indicados en cada caso y en las señalizaciones indicadoras de la dirección de los mismos. Además, cuando 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.

1.2.7.2. Alumbrado de emergencia

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

Debe poder funcionar durante un mínimo de una hora, proporcionando en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de un lux. Además, en los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminación de emergencia será como mínimo de 5 lux.



Entrará en funcionamiento automáticamente al producirse el fallo de los alumbrados generales o cuando la tensión de éstos baje a menos del 70 % de su valor nominal.

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

1.2.7.3 Elección del sistema de alumbrado especial

El alumbrado de emergencia se puede clasificar en:

En función de la fuente de alimentación de las luminarias:

- Luminarias autónomas

El suministro de energía eléctrica se efectúa en la propia luminaria o a un metro de distancia de la misma como máximo. La alimentación autónoma no precisa ocupar determinados sitios de la edificación para instalar alimentaciones centrales, no requiere por lo tanto equipos centralizados a medida e impide que la rotura de cables invalide el uso de los aparatos autónomos de iluminación.

Los aparatos autónomos para el alumbrado de emergencia pueden ser de tipo permanente o no permanente.

-Luminarias centralizadas

La fuente de suministro de energía eléctrica se emplaza a más de un metro de distancia de las luminarias.

La alimentación centralizada es mucho más económica cuando se resuelve el alumbrado de emergencia de grandes superficies, también tiene un mantenimiento mucho más barato y sencillo de efectuar ya que las luminarias centralizadas son mucho más prácticas y funcionales que las luminarias de alimentación autónoma. Las luminarias de alimentación centralizada, pueden ser de tipo permanente o no permanente.



En función del tipo de luminaria utilizada

- Luminarias permanentes

Luminarias alimentadas con energía eléctrica permanentemente, de manera que se efectúa al unísono un doble alumbrado, un alumbrado normal y un alumbrado de emergencia. Como las luminarias permanentes siempre están encendidas, se puede comprobar en todo momento que la línea de suministro funciona correctamente. Cuando falla el suministro de energía eléctrica del alumbrado normal, las lámparas son abastecidas con energía eléctrica del sistema de emergencia, dichas lámparas están calientes, lo cual propicia el mantenimiento del flujo luminoso sin disminución alguna en el tránsito de un suministro al otro, sobre todo cuando se utilizan lámparas fluorescentes.

Se recomienda el empleo de luminarias permanentes, en lugares donde sea necesario asegurar una iluminación interrumpida (garajes, ascensores, aulas, etc.). Hay que tener en cuenta, que el uso interrumpido de lámparas obliga a su reposición en menor tiempo, que cuando se emplean otros sistemas.

Si no se realiza un adecuado programa de mantenimiento, entre la 3.000 a 8.000 horas de vida de las lámparas (tubos fluorescentes), estas pueden quedar inutilizadas, propiciando la ausencia de alumbrado de emergencia durante el tiempo en que se procede a su renovación.

- Luminarias no permanentes

Luminarias que solo se activan cuando falla la alimentación del alumbrado normal. Las luminarias no permanentes son muy sencillas, solo se activan cuando el suministro de energía eléctrica de la iluminación normal, se interrumpe o disminuye por debajo del 70% de su valor nominal.

- Luminarias combinadas

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.

Se pueden utilizar para señalar de un modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de locales. Pueden ser encendidas o apagadas, a



voluntad, cuando el suministro eléctrico se hace con la iluminación normal, esta disponibilidad es muy útil cuando se pretende evitar consumos innecesarios.

También existen en las que no es posible regular este encendido o apagado a voluntad ya que permanecen permanentemente encendidas. Cuando se agota la lámpara suministrada con energía eléctrica del alumbrado normal, siempre queda la opción de que funcione la lámpara conectada al sistema eléctrico de emergencia.

1.3. CÁLCULO DEL ALUMBRADO

1.3.1. Introducción

El proceso de cálculo de una instalación de interiores conlleva los siguientes pasos:

- Obtención de información previa de los factores de partida.
- Fijar el nivel de iluminación.
- Determinación del sistema de iluminación y del tipo de luminaria.
- Determinación del factor de mantenimiento.
- Calcular el índice local.
- Calcular el flujo a instalar.
- Cálculo del número de luminarias
- Distribución de las luminarias.

1.3.1.1. Obtención previa de los factores de partida

Para conseguir un buen diseño de iluminación general y uniforme, hay que tener en cuenta:

- Forma y configuración del local.
- Tipo de tarea a realizar.
- Tensión de alimentación de la red eléctrica.
- Características y tipo del objeto a iluminar.

1.3.1.2. Determinación del nivel de iluminación.

Existen diferentes niveles de iluminación para los diferentes tipos de locales y las diferentes tareas que se realicen en ellos.



Mediante una serie de investigaciones científicas, surgen tablas que relacionan el nivel de iluminación con los distintos locales y las tareas a realizar. Estas tablas nos sirven como guía para poder determinar que iluminación llenará cada local, siendo estas de carácter orientativo ya que siempre se deberá estudiar cada caso.

- Luminosidad mínima: zonas de paso o locales poco utilizados, con iluminancias entre 50 y 200lux.
- Luminosidad normal: zonas de trabajo o locales de uso frecuente, con iluminancias entre 200 y 1000 lux.
- Luminosidad elevada: zonas de trabajo que realizan tareas visuales con un grado elevado de detalle, con luminancias de más de 1000lux.

A continuación se incluye una tabla con los niveles de iluminación según la clase de edificio y la tarea a realizar:

CLASE DE EDIFICIO	NIVEL DE ILUMINACIÓN EN LUX
Escuelas:	
Pasillos, vestíbulos, aseos	200
Aulas y bibliotecas	750
Cocinas y talleres general	500
Aulas de dibujo	1000
Hospitales:	
Pasillos durante el día	250
Pasillos durante la noche	40
Aseos, locales de mantenimiento	200
Habitación iluminación general	150
Habitación iluminación lectura	250
Servicio médico general	250
Servicio médico reconocimiento	500
Sala de operación y autopsias:	
Iluminación general	1000
Puesto de trabajo	mayor 5000
Quirófano	20000-100000
Zona adyacente quirófano	10000
Hoteles y restaurantes:	



Habitaciones y pasillos	200
Cocinas	500
Sala de lectura	500
Restaurante y autoservicio	300
Salas de costura	750
Imprenta:	
Alumbrado general	
Comprobación colores	500
Fotocomposición y montaje	1200
	1500
Locales de trabajo:	
Garajes y aparcamientos	80
Locales de vestuario, ducha y aseo	200
	300
Locales de almacenaje	150
Fundiciones, cerámicas y granjas	
Locales de venta y exposición:	
Almacenaje y exposición	250
Comercio y salas de exposición	500
Pabellones de ferias	500
Supermercados	1000
Escaparates	Más de 1000
Montaje de piezas:	
Mecánica en general	500
Montajes precisión eléctricos	1500
Trabajos finos en cristal	1500
Piezas miniaturizadas	2000
Oficinas:	
Trabajos de mecanografía	750
Dibujo técnico	1200
Comprobación de colores	1200



Punto y confección:	
Telares punto oscuro	700
Telares punto claro	500
Control calidad	1000
Trabajo de la madera:	
Trabajo en banco	300
Trabajo en máquinas	500
Acabado, pulido y barnizado	500

Tabla 1.3.1.2.

Además hay que destacar que cuando la diferencia de nivel de iluminación entre dos locales contiguos sea superior al 20 por 100, el nivel menos iluminado de ambos no será inferior a 200 Lx. En el de un local desprovisto totalmente de ventanas o huecos de iluminación natural, el nivel de iluminación no será inferior a 500 Lx.

1.3.1.3. Determinación del factor de mantenimiento

El factor de mantenimiento más adecuado será siempre el más próximo a 1, según el punto 1.2.2. de la Memoria.

1.3.1.4. Cálculo del índice del local

Los locales a iluminar se clasifican según la relación que existe entre sus dimensiones, la altura de montaje, y el tipo de alumbrado. Es lo que denominamos índice local y nos sirve después, para determinar el factor de utilización. Se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Para iluminaciones directas, semidirectas y difusas} \rightarrow K = \frac{A \cdot L}{h \cdot (A + L)}$$



$$\text{Para iluminaciones indirectas y semiindirectas, } \rightarrow K = \frac{3 A \cdot L}{2 h \cdot (A + L)}$$

Donde:

- A= ancho del local en metros.
- L= longitud del local en metros.
- h = altura de montaje en metros. Se considera la distancia que hay desde la luminaria hasta el plano útil o de trabajo situado a 0,85 metros sobre el suelo según la NTE.

La altura del local, H es la suma de la altura de suspensión de la luminaria C, mas la altura de montaje h, y más el 0.85 metros al que está el plano de trabajo. Es decir:

$$H = C + h + 0.85 \text{ m}$$

Como H y C son datos previos de las instalación, la altura de montaje se calcula mediante la fórmula:

$$h = H - (C + 0.85) \text{ m}$$

Con el de relación del local calculado, lo llevamos a la siguiente tabla y determinamos el índice del local, K:

ÍNDICE DEL LOCAL	RELACIÓN DEL LOCAL	
	VALOR	PUNTO CENTRAL
J	Menos de 0.7	0.60
I	0.7 a 0.9	0.80
H	0.9 a 1.12	1.00
G	1.12 a 1.38	1.25
F	1.38 a 1.75	1.50
E	1.75 a 2.25	2.00
D	2.25 a 2.75	2.50
C	2.75 a 3.50	3.00
B	3.50 a 4.50	4.00
A	Más de 4.50	5.00

Tabla 1.3.1.4.

1.3.1.5. Determinación del factor de utilización

El factor de utilización de un sistema de alumbrado es la relación que existe entre el flujo luminoso que llega al plano de trabajo y el flujo total que emiten las lámparas instaladas.



Este es un factor muy importante para el cálculo del alumbrado, a la vez que complejo y difícil de calcular, pues depende de una diversidad de factores como son: el valor adecuado del nivel de iluminación, el sistema de alumbrado, las luminarias, las dimensiones del local, la reflexión (techos, paredes y suelos) y el factor de mantenimiento.

En general, para su detección, existen valores tabulados según cada fabricante e incluso programas de ordenador. A continuación se expone una tabla con los valores del factor de utilización, en función de los tipos de luminaria más frecuentes, del índice del local y de la reflexión de techos y paredes:

Tipo de luminaria	Reflexión techo	75 %			50 %			30 %	
	Reflexión pared	50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %	30 %	10 %
	Índice local K	Factor o coeficiente de utilización, F_u							
Fluorescente empotrado	J	0.40	0.37	0.35	0.39	0.37	0.35	0.37	0.35
	I	0.48	0.46	0.45	0.47	0.45	0.44	0.44	0.43
	H	0.52	0.50	0.50	0.51	0.49	0.49	0.48	0.48
	G	0.55	0.54	0.53	0.54	0.53	0.51	0.51	0.50
	F	0.58	0.56	0.54	0.55	0.54	0.53	0.53	0.52
	E	0.60	0.59	0.59	0.59	0.58	0.56	0.57	0.55
	D	0.65	0.62	0.60	0.62	0.61	0.59	0.59	0.58
	C	0.66	0.64	0.61	0.64	0.62	0.61	0.61	0.60
	B	0.67	0.65	0.64	0.65	0.63	0.62	0.62	0.61
	A	0.68	0.66	0.65	0.66	0.65	0.63	0.64	0.62
Fluorescente descubierto	J	0.32	0.27	0.23	0.32	0.26	0.23	0.25	0.23
	I	0.40	0.35	0.31	0.39	0.34	0.30	0.34	0.30
	H	0.44	0.39	0.36	0.43	0.39	0.35	0.36	0.35
	G	0.48	0.43	0.40	0.46	0.42	0.39	0.41	0.39
	F	0.52	0.47	0.43	0.50	0.46	0.42	0.45	0.42
	E	0.57	0.52	0.48	0.55	0.51	0.47	0.50	0.46
	D	0.62	0.56	0.52	0.59	0.55	0.51	0.54	0.51
	B	0.69	0.63	0.59	0.65	0.61	0.58	0.60	0.58
Luminaria industrial abierta	J	0.38	0.32	0.28	0.37	0.32	0.28	0.31	0.28
	I	0.47	0.52	0.39	0.46	0.41	0.38	0.40	0.37
	H	0.51	0.47	0.44	0.50	0.47	0.43	0.46	0.43
	G	0.55	0.51	0.48	0.54	0.51	0.47	0.50	0.47
	F	0.58	0.54	0.51	0.57	0.53	0.51	0.52	0.50
	E	0.63	0.60	0.57	0.62	0.59	0.56	0.58	0.55
	D	0.68	0.64	0.61	0.66	0.64	0.61	0.63	0.60
	C	0.70	0.67	0.63	0.68	0.65	0.63	0.64	0.62
	B	0.73	0.70	0.68	0.71	0.68	0.67	0.67	0.66
	A	0.74	0.72	0.70	0.72	0.70	0.68	0.69	0.67



Luminaria directa con rejilla difusora	J	0.33	0.28	0.26	0.32	0.28	0.26	0.28	0.26
	I	0.39	0.36	0.34	0.39	0.35	0.34	0.35	0.34
	H	0.43	0.40	0.38	0.42	0.40	0.38	0.39	0.38
	G	0.46	0.43	0.41	0.45	0.43	0.41	0.42	0.41
	F	0.48	0.46	0.43	0.47	0.45	0.43	0.45	0.43
	E	0.52	0.50	0.47	0.51	0.49	0.47	0.48	0.47
	D	0.55	0.53	0.51	0.54	0.52	0.51	0.52	0.51
	C	0.57	0.55	0.52	0.56	0.53	0.52	0.53	0.52
	B	0.59	0.57	0.56	0.57	0.56	0.55	0.55	0.54
	A	0.60	0.58	0.56	0.59	0.57	0.56	0.56	0.55
Luminaria esférica de vidrio	J	0.24	0.19	0.16	0.22	0.18	0.15	0.16	0.14
	I	0.29	0.25	0.22	0.27	0.23	0.20	0.21	0.19
	H	0.33	0.28	0.26	0.30	0.26	0.24	0.24	0.21
	G	0.37	0.32	0.29	0.33	0.29	0.26	0.26	0.24
	F	0.40	0.36	0.31	0.36	0.32	0.29	0.29	0.26
	E	0.45	0.40	0.36	0.40	0.36	0.33	0.32	0.29
	D	0.48	0.43	0.39	0.43	0.39	0.36	0.34	0.33
	C	0.51	0.46	0.42	0.45	0.41	0.38	0.37	0.34
	B	0.55	0.50	0.47	0.49	0.45	0.42	0.40	0.38
	A	0.57	0.53	0.49	0.51	0.47	0.44	0.41	0.40
Luminaria reflector haz estrecho (incandescente o descarga)	J	0.43	0.40	0.39	0.42	0.40	0.39	0.40	0.38
	I	0.51	0.50	0.49	0.50	0.49	0.48	0.49	0.46
	H	0.55	0.54	0.53	0.54	0.53	0.52	0.53	0.52
	G	0.59	0.58	0.57	0.58	0.56	0.55	0.56	0.55
	F	0.61	0.60	0.58	0.59	0.58	0.58	0.58	0.57
	E	0.64	0.63	0.62	0.63	0.62	0.61	0.61	0.60
	D	0.68	0.65	0.64	0.66	0.65	0.64	0.64	0.63
	C	0.69	0.67	0.65	0.67	0.66	0.64	0.64	0.64
	B	0.70	0.68	0.67	0.68	0.67	0.66	0.66	0.65
	A	0.71	0.70	0.68	0.69	0.67	0.67	0.67	0.66
Luminaria reflector haz medio-ancho (incandescente o descarga)	J	0.40	0.36	0.34	0.39	0.36	0.34	0.36	0.33
	I	0.48	0.45	0.43	0.47	0.44	0.43	0.44	0.42
	H	0.52	0.50	0.48	0.51	0.49	0.47	0.49	0.47
	G	0.55	0.53	0.52	0.55	0.52	0.51	0.52	0.51
	F	0.58	0.56	0.53	0.56	0.55	0.53	0.55	0.53
	E	0.62	0.60	0.58	0.61	0.59	0.57	0.58	0.57
	D	0.66	0.63	0.61	0.64	0.62	0.61	0.62	0.61
	C	0.67	0.65	0.62	0.66	0.64	0.62	0.63	0.62
	B	0.69	0.67	0.66	0.67	0.65	0.64	0.65	0.64
	A	0.70	0.68	0.67	0.69	0.67	0.65	0.66	0.62

Tabla 1.3.1.5.

El factor de reflexión, se define como la relación entre la luz reflejada por una superficie y la luz incidente sobre la misma, se expresa en tanto por ciento y es distinto



para diferentes colores. Para la luz blanca y para distintos colores y tonalidades exista la siguiente tabla empírica normalizada que da el valor de reflexión.

Color de paredes y techos	Factor de reflexión en %
Blanco	70 – 90
Beige claro	70 – 80
Amarillo y crema claro	60 – 75
Verde muy claro	60 – 75
Verde claro	70 – 80
Verde claro y roas	45 – 65
Azul claro	45 – 55
Gris claro	40 – 50
Rojo claro	30 – 50
Marrón claro	30 – 40
Beige oscuro	25 – 35
Marrón, verde, azul oscuros	5 – 20
Negro	3 - 4

1.3.1.6. Cálculo del flujo a instalar

El siguiente paso es calcular el flujo total a instalar, para ello se emplea la siguiente fórmula:

$$\Phi_t = \frac{E \cdot L \cdot A}{F_m \cdot F_u} \text{ (Lm)}$$

Donde:

- E = nivel de iluminación en lux según la tarea.
- L = largo del local en metros.
- A = ancho del local en metros.
- F_m = factor de mantenimiento, determinado según se ha visto.
- F_u = factor de utilización, determinado según se ha visto.

1.3.1.7. Cálculo del número de luminarias

Una vez calculado el flujo total ϕ_t , como conocemos el flujo que nos aporta cada luminaria ϕ_i (dato proporcionado por el fabricante), podemos calcular el número de luminarias a instalar mediante la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\phi_t}{\phi_i}$$

1.3.1.8. Distribución de las luminarias

La distribución de las luminarias más normal, se obtiene colocando las luminarias de forma simétrica en filas y columnas, cuyo producto da el número total de luminarias instaladas. Es posible reajustar el número de luminarias por exceso o por defecto, por cuestiones de uniformidad.

Las distancias las obtenemos de acuerdo a las siguientes fórmulas:

- Distancia vertical de los focos al plano útil de trabajo (m) $\rightarrow d = \frac{4}{5} \cdot h$
- Distancia horizontal entre focos (m) $\rightarrow e < 1.5 \cdot d$
- Distancia horizontal desde los aparatos extremos de una fila al muro perpendicular (m) $\rightarrow e' = \frac{e}{2}$
- Número de aparatos según la longitud del local (m) $\rightarrow n = \frac{(L + e - 2 \cdot e')}{e}$
- Número de aparatos mínimos según el ancho del local (m) $\rightarrow n' = \frac{(A + e - 2 \cdot e')}{e}$

1.3.2. Solución alumbrado interior

Oficina, recepción y sala de reunión

- Panel LED 50W, LD1080108, Ledbox

Características.

- Entrada de voltaje: 240V
- Potencia: 50W
- Luminosidad: 3400Lm
- Temperatura de color: 6500K
- Angulo de apertura de luz: 120°
- Dimensiones: 300x1200x12mm
- Duración: 50000h



Memoria

- Número de lámparas: 15
- Potencia: 750W

Despacho

- Panel LED 50W, LD1080108, Ledbox
- Número de lámparas: 4
- 200W

Pasillo

- Kramfor Downlight, 12W, LD1010309, Ledbox

Características.

- Entrada de voltaje: 265V
- Potencia: 12W
- Luminosidad: 800Lm
- Temperatura de color: 6500K
- Angulo de apertura de luz: 120°
- Dimensiones: 210x18mm-Corte 190mm



- Número de lámparas: 7
- Potencia: 84W

Aseos y vestuarios masculinos

- Kramfor Downlight, 12W, LD1010309, Ledbox
- Número de lámparas: 7
- Potencia: 84W

- Downled Basic, 13W-C16L, Uniled

Características.

- Entrada de voltaje: 230V
- Potencia: 12.8W
- Luminosidad: 1000Lm (114Lm/Led)
- Temperatura de color: 6500K
- Dimensiones: 190mm Ø interior/230mm Ø exterior



- Número de lámparas: 1
- Potencia: 84W

Aseos y vestuario femeninos

- Kramfor Downlight, 12W, LD1010309, Ledbox
- Número de lámparas: 7
- Potencia: 84W

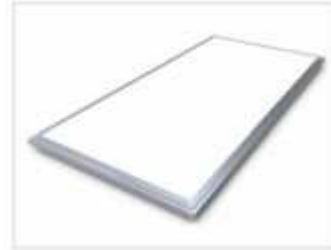
- Downled Basic, 13W-C16L
- Número de lámparas: 1
- Potencia: 84W

Cabina de barnizado

- Panel LED 80W, LD1080113, Ledbox

Características.

- Entrada de voltaje: 240V
- Potencia: 80W
- Luminosidad: 5200Lm
- Temperatura de color: 3000K
- Angulo de apertura de luz: 120°
- Dimensiones: 600x1200x12mm
- Duración: 50000h



- Número de lámparas: 15
- Potencia: 1200W

Almacén

- Campana industrial LED 60W, ECO5032, greenPack

Características.

- Entrada de voltaje: 230V
- Potencia: 60W
- Luminosidad: 6000Lm
- Dimensiones: 520mm x H459mm + disipador de calor



- Número de lámparas: 4
- Potencia: 240W

Taller

- Campana industrial LED reflectora punteada 240W, ECO1240, greenPack

Características.

- Entrada de voltaje: 230V
- Potencia: 240W
- Luminosidad: 20250Lm
- Temperatura de color: 5500K



- Número de lámparas: 16
→ Potencia: 3600W

1.3.3. Solución alumbrado exterior

- Led Street Urban, LD1150101, 50W, Ledbox

Características.

- Entrada de voltaje: 240V
- Potencia: 50W
- Luminosidad: 3750Lm
- Temperatura de color: 4000K



- Número de lámparas: 12
→ Potencia: 400W

Las luminarias se colocarán alrededor de la nave industrial

- Led Túnel Urban, 100W, LD1150201, Ledbox

Características.

- Entrada de voltaje: 240V
- Potencia: 80W
- Luminosidad: 5600Lm
- Temperatura de color: 4000K



- Número de lámparas: 4
→ Potencia: 320W

1.3.4. Solución alumbrado emergencia

-Luz de emergencia Emerlux F100, LD1017001, Ledbox

Características.

- Número de leds: 30
- Potencia: 3W
- Modo de funcionamiento: Max-Off-Min
- Luminosidad: 135Lm
- Horas de trabajo: Min 3h. Max 6h.
- Dimensiones: 220x66x41mm
- Baterías: Li-on



En la zona de Oficina, Despacho, Pasillo, Aseos, Cabina de Barnizado se colocarán justo encima de los marcos de las puertas o similar, a una altura de 2.50 metros.

En los locales con grandes alturas como talleres, almacenes... las lámparas se colocarán a una altura de 3.50 metros, justo por debajo de las bandejas de distribución de las líneas.

En cada zona de la nave se colocará:

- Oficina: 5
- Despacho: 8
- Aseos: 5
- Aseos: 5
- Pasillo: 2
- Cabina de barnizado: 4
- Almacén: 7
- Taller: 13



1.4. ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN

1.4.1. Introducción

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

Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación, por un lado, y de las masas de la instalación receptora, por otro.

Estos esquemas se clasifican mediante un código de letras:

Primera letra: indica la situación de la alimentación con respecto a tierra

- T: conexión directa a un punto de alimentación directa.
- I: aislamiento de todas las partes activas de la alimentación con respecto a tierra o conexión de un punto a tierra a través de una impedancia.

Segunda letra: se refiere a la situación de las masas de la instalación receptora con respecto a tierra

- T: masas conectadas directamente a tierra, independientemente de la eventual puesta a tierra de la alimentación.
- N: masas conectadas directamente al punto de la alimentación puesto a tierra.

Otras letras: referidas a la situación relativa del conductor neutro y del conductor de protección

- S: funciones de neutro y de protección, aseguradas por conductores separados.
- C: funciones de neutro y protección, combinadas en un solo conductor.

1.4.2. Tipos de esquemas de distribución

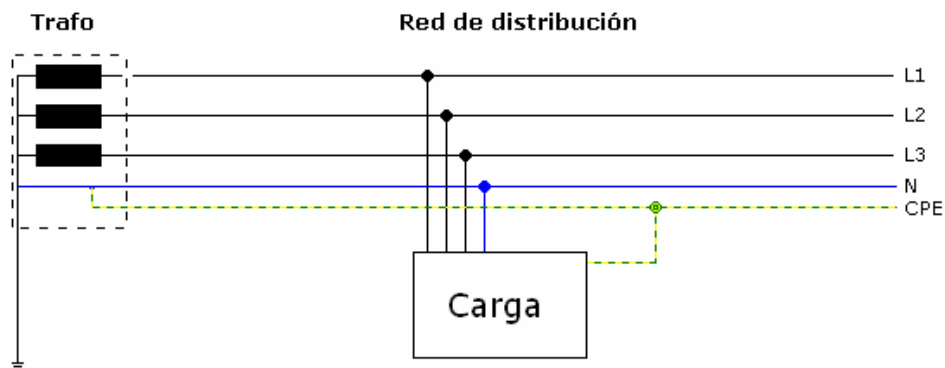
1.4.2.1. Esquema TN

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.

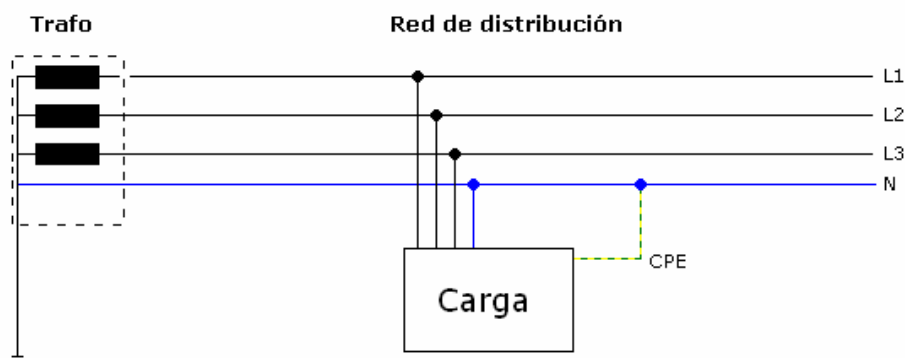
En estos tipos de esquema cualquier intensidad de defecto franco fase-masa es una intensidad de cortocircuito.

Podemos diferenciar:

- Esquema TN-S: el conductor neutro y el de protección son distintos en todo el esquema.



-Esquema TN-C: las funciones de neutro y de protección están combinadas en un solo conductor en todo el esquema.



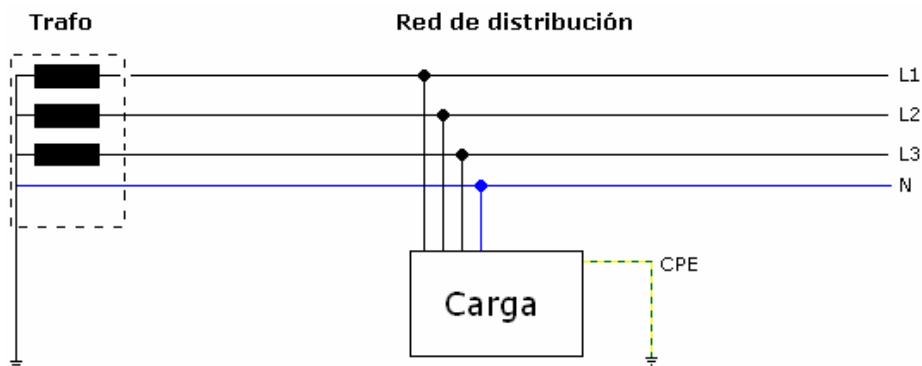
- Esquema TN-C-S: las funciones de neutro y de protección están combinadas en un solo conductor en una parte del esquema.

1.4.2.2. Esquema TT

Tiene un punto de alimentación, generalmente el neutro o compensador conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación.

Las intensidades de defecto fase-masa o fase-tierra pueden tener valores inferiores a los de cortocircuito, pero pueden ser suficientes para provocar la aparición de tensiones peligrosas.

El bucle de defecto incluye resistencia de paso a tierra en alguna parte del circuito de defecto, lo que no excluye la posibilidad de conexiones eléctricas, voluntarias o no, entre la zona de la toma de tierra de las masas de la instalación y de la alimentación.



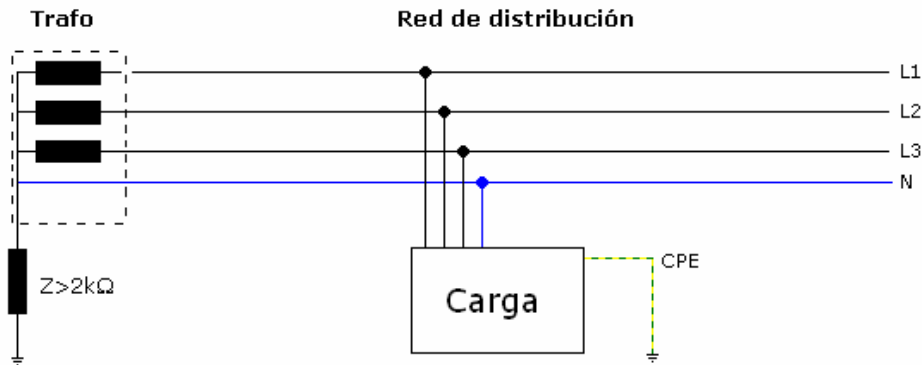
1.4.2.3. Esquema IT

No tiene ningún punto de la alimentación conectado directamente a tierra. La masa de la instalación está puesta directamente a tierra.

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

La limitación del valor de la intensidad resultante de un primer defecto fase-masa o fase-tierra se obtiene bien por la ausencia de conexión a tierra en la alimentación, o bien la inserción de una impedancia suficiente entre un punto de la alimentación y tierra.

En este tipo de esquemas se recomienda no distribuir el neutro.



1.4.3. Esquema de distribución escogido

El esquema de distribución elegido para distribuir las líneas que alimentan todas las máquinas de la nave industrial, es el esquema TT, ya que sus ventajas frente a los otros esquemas son: mantenimiento, ampliaciones futuras y seguridad contra incendios.

1.4.4. Solución adoptada para la puesta a tierra

Para la puesta a tierra se utilizará un electrodo que estará formado por 4 picas de acero recubiertas de cobre de 19mm de \varnothing y 2 metros de longitud, situadas una en cada esquina de la nave, y unidas por medio de un conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección. Esta irá unida al mallazo metálico de cimentación a través de un conductor de cobre de 50 mm² de sección por medio de soldaduras aluminotérmicas, formando así una superficie equipotencial a lo largo de toda la nave.

Los perfiles metálicos de la nave irán unidos al conductor de cobre directamente, a través de un conductor de cobre de 50mm². Del C.D.G. se unirá al conductor principal de tierra a través de un conductor de cobre de 50mm². Del C.D.G. partirán las derivaciones a los cuadros auxiliares de distribución y de estos partirán los conductores



Memoria _____

de protección a los distintos receptores (alumbrado de la nave, tomas de corriente y maquinaria).



1.5. CONDUCTORES

1.5.1. Introducción

La conducción eléctrica se va a realizar desde el centro de transformación a los distintos receptores de la instalación.

La instalación es de baja tensión y por tanto, se emplearan tensiones normalizadas como indica el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Se empleara corriente alterna trifásica 400/230V.

Los conductores de corriente eléctrica se deberán calcular 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 de Baja Tensión.

1.5.2. Conductores

Los conductores eléctricos son aquellos materiales que puestos en contacto con un cuerpo cargado de electricidad transmite ésta a todos los puntos de su superficie.

Los mejores conductores eléctricos son los metales y sus aleaciones, pero existen otros materiales, no metálicos, que también poseen la propiedad de conducir la electricidad.

Para el transporte de la energía eléctrica y uso doméstico o industrial se emplea el cobre en forma de cables de uno o varios hilos. Alternativamente se emplea el aluminio, metal que posee una conductividad eléctrica del orden del 60 % de la del cobre, sin embargo, es un material mucho más ligero, lo que favorece su empleo en líneas de transmisión de energía eléctrica en las redes de alta tensión. Para aplicaciones especiales se utiliza como conductor el oro.

La ITC-BT-20 indica los posibles métodos de instalación y características de los conductores y cables a emplear, indicando que siempre serán de cobre o aluminio y siempre aislados, excepto cuando vayan montados sobre aisladores.

Los cables dispondrán de aislamiento y cubierta y responderán a la designación UNE.



Los conductores serán de fácil identificación según los siguientes colores:

- Azul: Neutro
- Verde-amarillo: Protección
- Marrón, negro, gris: Fase

1.5.2.1. Partes de un conductor

Alma o elemento conductor

De cobre o aluminio, con el fin de hacer de camino a la energía eléctrica desde las centrales generadoras a los centro de distribución (subestaciones, redes y empalmes), para alimentar a los diferentes centros de consumo (industriales, viviendas, centros comerciales...)

Los podemos clasificar según:

- Forma en que esté constituida el alma:
 - *Alambre*: Conductor eléctrico cuya alma conductora está formada por un solo elemento o hilo conductor. Se emplea en líneas aéreas, como conductor desnudo o aislado, en instalaciones eléctricas a la intemperie, en conductos o directamente sobre aisladores.
 - *Cable*: Conductor eléctrico cuya alma conductora está formada por una serie de hilos conductores o alambres de reducida sección, lo que le otorga una gran flexibilidad.
- Número de conductores:
 - *Monoconductor*: Conductor eléctrico con una sola alma conductora, con aislamiento y con o sin cubierta protectora.
 - *Multiconductor*: Conductor de dos o más almas conductoras aisladas entre sí, envueltas cada una por su respectiva capa de aislación y con una o más cubiertas protectoras comunes.

Aislamiento

Evita que la energía eléctrica que circula por él, entre en contacto con las personas, con objetos u otros elementos que forman parte de una instalación, además evita que conductores de distinta tensión puedan hacer contacto entre sí.



Los materiales aislantes usados son formados por la unión de muchas moléculas idénticas, para formar una nueva molécula más gruesa.

Los diferentes tipos de aislamiento de los conductores se deben a su comportamiento técnico y mecánico para las diversas condiciones ambientales y de canalización a las que se verán sometidos los conductores que ellos protegen. Los más comunes son PVC o cloruro de polivinilo, PE polietileno, XLPE polietileno reticulado, goma o caucho.

Cubiertas protectoras

Protegen la integridad del aislamiento y del alma conductora contra daños mecánicos (golpes, raspaduras...)

Si las protecciones mecánicas son de acero, latón u otro material resistente, a ésta se le denomina armadura. Los conductores también pueden estar dotados de una protección de tipo eléctrico formado por cintas de aluminio o cobre. En el caso que la protección, en vez de cinta esté constituida por alambres de cobre, se le denomina pantalla.

1.5.3. Componentes de un cable

1.5.3.1. Conductores activos

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 entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3% de la tensión nominal en el origen de la instalación para el alumbrado y del 5% para los demás usos.

Los conductores serán de cobre o de aluminio, y serán siempre aislados, exceptuando cuando vayan montados sobre aisladores, tal y como establece el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.



1.5.3.2. Conductor neutro

Según la ITC-BT 19, en las 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 mínimo igual a la de las fases.

Para hallar la sección de los neutros en los tramos subterráneos se utiliza la tabla 7.1 de la ITC-BT 07. A cada sección de fase y tipo de conductor le corresponde una sección de neutro.

1.5.3.3. Conductores de Protección

Conectan las masas de la instalación con la puesta a tierra. En condiciones normales no soportan tensión.

Tendrán una sección mínima, en función de la sección de los conductores de fase de la instalación como se establece a continuación:

Secciones de los conductores de fase (mm ²)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm ²)
$S \leq 16$	S
$16 \leq S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2
Se respetará siempre un mínimo de 2.5mm ² si disponen de protección mecánica y de 4mm ² si no la tienen.	

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

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



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

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

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

1.5.4. Sección del conductor

Para comenzar se debe calcular la sección adecuada que ha de tener el conductor a lo largo de la instalación, cumpliendo con lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Los factores que influyen y que debemos tener en cuenta para calcular la sección son:

1.5.4.1. Calentamiento de los conductores

La temperatura hace que la resistencia de un conductor varíe, ya que cuanto más caliente está el conductor, más se opone al paso de la electricidad.

Los conductores se calientan por efecto de la propia corriente que circula, lo cual se debe a la resistencia del conductor, ya que cuanto más elevada es la corriente, mayor es el calentamiento y por lo tanto mayor la pérdida de energía en forma de calor.

La suma de las pérdidas térmicas producidas es igual a las pérdidas disipadas en el medio ambiental, se establece un estado de equilibrio y la temperatura del núcleo toma un valor constante.

Estas pérdidas no deben pasar el valor fijado por la resistencia del aislante escogido ni de los materiales que constituyen el conjunto, con el fin de asegurar el adecuado tiempo de vida útil.



Según la ley de Joule, la cantidad de calorías recibidas en un segundo son:

$$Q = 0,24 \times I^2 \times R \quad \text{Calorías}$$

Siendo:

- I: Intensidad
- R: Resistencia

Esto quiere decir que el calentamiento aumenta en relación con el cuadrado de la variación de corriente. Cuando circula mayor corriente por un conductor, calentará el conductor y la resistencia, dando lugar a un aumento de la temperatura.

El aumento de temperatura es directamente proporcional al cuadrado de la intensidad:

$$\Delta T = (I/I_n)^2 \times \Delta T_n$$

Siendo:

- ΔT : Incremento admisible de la temperatura.
- ΔT_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 produciéndose un equilibrio entre el calor que recibe por el paso de la corriente y el que desprende hacia el exterior.

El calor que es cedido al exterior es:

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

Esta evacuación del calor se puede producir de dos formas:

- Por convección y radiación si el conductor está colocado al aire.
- Por conducción si el conductor está en contacto con otros elementos.

Si la intensidad que atraviesa el conductor aumenta, da lugar a un aumento de la temperatura, llegara a un punto en el que el calor producido no pueda evacuarse, por lo que la temperatura seguirá aumentando. Si esta temperatura es elevada los materiales aislantes pueden llegar a deteriorarse o quemarse dando lugar a cortocircuitos o incluso incendios.



En cada sección de los conductores existe un límite de carga en amperios que no debe sobrepasarse, correspondiente con la máxima temperatura admisible que puede soportar esa sección del conductor sin deteriorarse.

Debemos estudiar también la intensidad máxima admisible en régimen permanente de un conductor, en función de la sección, tipo de instalación, número de conductores y naturaleza del aislamiento.

1.5.4.2. Caída de tensión

La circulación de corriente a través de los conductores, ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable, y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y el extremo de la canalización.

Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el Reglamento en cada parte de la instalación, con el objeto de garantizar el funcionamiento de los receptores alimentados por el cable.

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 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación para alumbrado, y del 5 % para los demás usos. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente.

En instalaciones industriales alimentadas directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio, se considerará que la instalación interior tiene el origen en la salida del transformador y que las caídas de tensión admisibles son del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para el resto de usos.

1.5.5. Sistemas de instalación

1.5.5.1. Canalizaciones

Las canalizaciones eléctricas son los elementos utilizados para conducir los conductores eléctricos entre las diferentes partes de la instalación eléctrica.



El objetivo de las canalizaciones es resguardar, dar seguridad y encaminar los conductores.

Las canalizaciones se pueden agrupar en cuatro grandes apartados:

Canalizaciones fijas

Son aquellas en las que es preciso desconectar la instalación para su modificación, lo que requiere trabajos de desmontaje. Estas canalizaciones alimentan aparatos fijos. Un ejemplo sería la instalación de un edificio.

Canalizaciones semifijas

El desplazamiento de los equipos se efectuara después de dejarlos sin tensión, aunque permanezcan acoplados a la red. Es el caso de algunos equipos de extracción de minería o de obras públicas.

Canalizaciones semimóviles

Permiten el desplazamiento ocasional de los equipos bajo tensión durante su funcionamiento. Alimentan aparatos semimóviles, tales como lámparas de pie o máquinas de oficina.

Canalizaciones móviles

Permiten el desplazamiento de los equipos en tensión durante su funcionamiento. Alimentan aparatos móviles. Se usan en grúas, ascensores, montacargas, equipos de máquinas de extracción de minería, cabezales de trabajo de equipos industriales, herramientas portátiles, etc.

Evidentemente, la naturaleza de la canalización determina el tipo de cable adecuado al servicio de que se trate. La más utilizada hoy en día es la canalización fija con 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 recurrirá a: canalizaciones protegidas contra deterioros mecánicos, en toda la longitud de los pasos no habrá empalmes o derivaciones, se utilizarán tubos no obturados, etc.



1.5.5.2. Tubos protectores

Según el tipo de actividad que se desarrolle en cada zona y del lugar por donde vayan a ser colocados, podremos elegir entre estos tipos de tubo: metálicos rígidos blindados, metálicos rígidos blindados con aislamiento interior, tubo PVC, tubos aislantes rígidos normales curvables...

Para calcular el diámetro mínimo de los tubos protectores que contienen a las diversas líneas de la instalación se debe tener en cuenta el número, tipo y sección de los conductores, así como el tipo de instalación. En la instrucción complementaria ITC-BT 21, se establecen una serie de tablas con los diámetros mínimos de los tubos protectores, en función de los factores antes citados.

Los tubos aislantes de PVC deberán soportar una deformación de 60°, mientras que los tubos metálicos con forros aislantes de papel impregnado 70°.

Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales 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 admisibles.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, 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 destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de materiales aislantes y no propagadores de 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 tendrán 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 debemos de tener en cuenta también las siguientes condiciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,80m para tubos rígidos y de 0.60 en tubos flexibles. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50m sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre si 5cm.

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

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo.



- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o “T” apropiados.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra.

1.5.2. Normas para la elección de cables y tubos

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 cuenta todo lo anteriormente expuesto, será capaz de soportar los cortocircuitos que puedan producirse, mejor que cualquier otra parte de la instalación. Se preverá que la temperatura y los esfuerzos electrodinámicos producidos por el cortocircuito, no deterioren en ningún momento el cable.

Además de tener cuenta todo lo expuesto anteriormente, se harán las siguientes consideraciones para la elección del tubo protector de los conductores:

- Los diámetros de los tubos se eligen de acuerdo a las tablas que aparecen en la instrucción 21 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. En estas tablas viene expresado el diámetro interior mínimo en función del número, clase y sección de los conductores que ha de alojar, según el sistema de instalación y la clase de los tubos.



- Para más de cinco conductores por tubo o para conductores de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, la sección inferior de este, ha de ser como mínimo, igual a tres veces la sección total ocupada por los conductores.
- El trazado de las canalizaciones se hará preferentemente siguiendo líneas paralelas a las verticales y horizontales. Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan los conductores.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados estos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes y que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 25 metros.
- Las conexiones entre los conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante.

Además de la ITC-BT-21, se tendrán en cuenta las siguientes normas:

- UNE-EN 50086-2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50086-2-2: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 50086-2-3: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 50086-2-4: Sistemas de tubos enterrados.

1.5.3. Receptores

Los receptores son aquellos requisitos necesarios para una correcta instalación, utilización y seguridad.

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 movable. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento y controlar esa conexión.

1.5.3.1. Receptores para el alumbrado

- 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 los receptores. 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, cumpliendo así con lo dispuesto en la ITC BT 44.

En el caso del alumbrado seleccionado, el LED, servirán los mismos citados para los otros tipos de alumbrado

1.5.3.2. Receptores para motores

Depende de si tenemos uno o varios motores, según la ITC-BT-47:

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 alimentan 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.



1.5.4. Procedimiento para calcular secciones

Debemos seguir las siguientes instrucciones para obtener un cálculo adecuado:

- Diferenciar los cálculos de fuerza y alumbrado.
- Determinar las intensidades que circulan por cada tramo.
- Calcular la sección según la intensidad admisible.
- Calcular las caídas de tensión en los distintos tramos teniendo en cuenta las condiciones más desfavorables de longitud e intensidad que pueden darse. Sabiendo que la caída de tensión depende de donde se encuentre ésta y de la función a la que ha sido encomendada. La acometida que es la línea que une el transformador con el cuadro general de distribución, permite una caída de tensión para el alumbrado de un 6,5% y de un 4,5% de la tensión nominal.
- Cuando la caída de tensión en ese tramo es mayor que la fijada, procederemos a tomar un conductor de sección superior, y volveremos a repetir el cálculo de la caída de tensión, hasta que esté dentro de los márgenes que nos fijan.

Los cálculos se basan en las siguientes fórmulas:

Monofásica

$$I = \frac{P}{V \cos \varphi} \qquad e = \frac{2LI \cos \varphi}{S\gamma}$$

Trifásica

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}V \cos \varphi} \qquad e = \frac{\sqrt{3}LI \cos \varphi}{S\gamma}$$

Donde:

I: intensidad nominal (A).

P: potencia consumida (W).

V: tensión nominal (V).

Cos φ : factor de potencia.

e: caída de tensión en voltios.

L: longitud de la línea en metros.

γ : conductividad del material del conductor (56 para el cobre, 35 para el aluminio).

S = sección del cable en mm².



1.5.5. Solución

1.5.5.1. Distribución de líneas de fuerza y alumbrado: denominación

No se deben mezclar las líneas de fuerza y alumbrado.

1.5.5.2. Conductores

Todos los conductores empleados serán de cobre, designación:

- RV 450/750 V PIRELLI, (para instalaciones interiores)
- RV 0.6/1 kV PIRELLI, (para instalaciones interiores y exteriores).
- RZ 0.6/1 kV PIRELLI, (para acometidas y distribución de energía).

Estos son de cobre con un aislamiento de XLPE (polietileno reticulado) y recubiertos de PVC (Policloruro de Vinilo), y serán unipolares o tetrapolares.

Tendrán una sección suficiente para que las caídas de tensión, conforme al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y contada desde el origen de la instalación no excedan del 3 % para el alumbrado y del 5 % para la fuerza., siendo las intensidades admisibles por los conductores, en todos los casos, siempre superiores a las máximas previsibles para cada circuito de la instalación.

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

1.5.5.3. Canalizaciones

La canalización por donde se llevarán los conductores la dividiremos en las siguientes partes:

Canalización general



Memoria

La canalización general de la nave se realizará a través de bandeja portacables de malla de acero galvanizado, se llevará canalizado desde el C.G.D. a los diferentes cuadros auxiliares de nuestra nave. Esta bandeja rodeará a toda la nave por el interior de la misma, a una altura de 4 metros.

Derivaciones

La derivación de esta canalización a las diferentes máquinas se realizará a través de tubo de acero galvanizado.

Así mismo la derivación a la zona de oficinas se realizará a través de tubo de PVC que irá a través del falso techo y por catas, y la instalación de alumbrado de emergencia y señalización por medio de tubo de acero galvanizado grapado a la pared.

Acometida a las máquinas y tomas de corriente

Partirán de los cuadros auxiliares de forma aérea, o grapado a la pared con tubo de acero rígido.

1.5.5.4. Conducciones

Cuadro 1

- Línea Fuerza 1. Enlazadora
- Línea Fuerza 2. Sierra Escuadradora
- Línea Fuerza 3. Taladro
- Línea Fuerza 4. Torno
- Línea Fuerza 5. Compresor
- Línea Tomas de Corriente 1. Tomas de corriente trifásicas
- Línea Tomas de Corriente 2. Tomas de corriente monofásicas.

Cuadro 2

- Línea Fuerza 6. Tupi
- Línea Fuerza 7. Sierra de Cinta
- Línea Fuerza 8. Cepilladora
- Línea Fuerza 9. Compresor
- Línea Tomas de Corriente 3. Tomas de corriente trifásicas



Memoria

- Línea Tomas de Corriente 4. Tomas de corriente monofásicas.

Cuadro 3

- Línea Fuerza 10. Regruesadora
- Línea Fuerza 11. Escopleadora.
- Línea Fuerza 12. Lijadora calibradora
- Línea Tomas de Corriente 5. Tomas de corriente trifásicas
- Línea Tomas de Corriente 6. Tomas de corriente monofásicas

Cuadro 4

- Línea Alumbrado 1. Iluminación Oficina
- Línea Alumbrado 2. Iluminación Aseos y Vestuarios Hombre
- Línea Alumbrado 3. Iluminación Aseos y Vestuarios Mujeres
- Línea Alumbrado 3. Iluminación Despacho
- Línea Alumbrado 4. Iluminación Pasillo
- Línea Alumbrado 5. Iluminación Cabina de Barnizado
- Línea Tomas de Corriente 7. Tomas de corriente monofásicas

Cuadro 5

- Línea Fuerza 13. Puerta eléctrica Entrada Taller
- Línea Fuerza 14. Puerta eléctrica Entrada Almacén.
- Línea Fuerza 15. Aspiración Taller.
- Línea Fuerza 16. Aspiración Cabina de Barnizado.
- Línea Fuerza 17. Aire acondicionado Oficina.
- Línea Fuerza 18. Aire acondicionado Despacho.

Cuadro 6

- Línea Alumbrado 6. Iluminación Taller.
- Línea Alumbrado 7. Iluminación Almacén.
- Línea Fuerza 19. Pistola de Barnizado.
- Línea Fuerza 20. Compresor
- Línea Emergencia y Señalización 1. Taller, almacén y cabina de barnizado.
- Línea Emergencia y Señalización 2. Oficina, despacho, pasillo y aseos.

Cuadro 7

- Línea Alumbrado 8. Iluminación exterior fachada Norte.
- Línea Alumbrado 9. Iluminación exterior fachada Sur.
- Línea Alumbrado 10. Iluminación cartel fachada principal.



Memoria

- Línea Alumbrado 11. Iluminación exterior fachada Este (fachada principal).
- Línea Alumbrado 12. Iluminación exterior fachada Oeste.



1.6. TOMAS DE CORRIENTE

1.6.1. Introducción

Se han colocado tomas de corriente a lo largo de toda la nave industrial de la forma más conveniente para su eventual utilización.

1.6.2. Tipos de tomas de corriente

Las tomas irán fijadas a las paredes por sus medios convencionales y a una altura de 20cm en todas las zonas de la Nave Industrial exceptuando el caso de la zona de producción, que las tomas de corriente irán a una altura de 1,6 metros, agrupadas en una caja especial para su fijación, cumpliendo así lo establecido en la ITC-BT-27, que establece que “Las cajas de conexión, interruptores, tomas de corriente y, en general, toda la aparatada utilizada, deberá presentar el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua. Sus cubiertas y las partes accesibles de los órganos de accionamiento no serán metálicas.

Se diferencian 2 tipos de tomas de corriente que serán del siguiente tipo:

- Tomas de corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (2P+T)
- Tomas de corriente trifásicas de 32 A a 400 V. (4P+T)

La sección mínima indicada por circuito está calculada para un número limitado de puntos de utilización. De aumentarse el número de puntos de utilización, será necesaria la instalación de circuitos adicionales correspondientes.

Cada accesorio o elemento del circuito en cuestión tendrá una corriente asignada, no inferior al valor de la intensidad prevista del receptor o receptores a conectar.

El valor de la intensidad de corriente prevista en cada circuito se calculará de acuerdo con la fórmula:

$$I = n \cdot I_n \cdot F_s \cdot F_u$$

Donde:

- n: nº de tomas o receptores
- I: Intensidad prevista por toma o receptor
- F_s : (factor de simultaneidad) Relación de receptores conectados simultáneamente sobre el total
- F_u : (factor de utilización) Factor medio de utilización de la potencia máxima del receptor.



Los dispositivos automáticos de protección tanto para el valor de la intensidad asignada como para la Intensidad máxima de cortocircuito se corresponderá con la intensidad admisible del circuito y la de cortocircuito en ese punto respectivamente.

Los conductores serán de cobre y además estará condicionada a que la caída de tensión sea como máximo el 3% .El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de las derivaciones individuales, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límite especificados para ambas, según el tipo de esquema utilizado.

1.6.3. Situación de las tomas de corriente

Las tomas irán fijadas a las paredes por sus medios convencionales y a una altura de 1.60 metros del suelo, cumpliendo así lo establecido en la prescripción de la Instrucción 027 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Tomas de corriente monofásicas

-Cuadro auxiliar 1:

- L.T.2: 3 toma de corriente Fs = 1

-Cuadro auxiliar 2:

- L.T.4: 3 toma de corriente Fs = 1

-Cuadro auxiliar 3:

- L.T.6: 3 tomas de corriente Fs = 1

-Cuadro auxiliar 4:

- L.T.7: 11 tomas de corriente Fs = 1

-Centro de transformación:

- L.T.1: 2 toma de corriente Fs = 1



Memoria

Tomas de corriente trifásicas

-Cuadro auxiliar 1:

- L.T.1: 2 toma de corriente $F_s = 1$

-Cuadro auxiliar 2:

- L.T.3: 2 toma de corriente $F_s = 1$

-Cuadro auxiliar 3:

- L.T.5: 2 toma de corriente $F_s = 1$

Donde:

F_s es el Factor de Simultaneidad.



1.7. PROTECCIONES

1.7.1. Introducción

Toda instalación eléctrica debe albergar todas las protecciones necesarias de tal manera que la hagan segura para los conductores, aparatos conectados y personas.

Podemos encontrar diversos tipos de protecciones que den lugar a una instalación eléctrica sea en baja o en alta tensión, segura.

Nuestra nave poseerá una instalación de baja tensión, y de acuerdo con las instrucciones 22, 23 y 24 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, consideraremos las siguientes protecciones:

- Protección de la instalación ante sobrecargas y cortocircuitos.
- Protección de las personas: ante contactos directos e indirectos

1.7.2. Cuadros eléctricos

El cuadro eléctrico es el punto de paso de la corriente eléctrica y en el que se deben instalar los dispositivos generales e individuales de mando y protección de una instalación eléctrica.

La instalación debe subdividirse convenientemente, de forma que una avería en algún punto de la misma solo afecte a un sector limitado de ella. Este hecho se consigue mediante la colocación de dispositivos de protección coordinados y diseñados de forma que se asegure la selectividad necesaria de la instalación. En este sentido se recomienda un sistema de cuadros que incluya:

- Un cuadro general de distribución, del que partirán las líneas que distribuyen la energía hasta los cuadros secundarios.
- Una serie de cuadros secundarios de distribución, derivados de los anteriores. De estos cuadros secundarios, si fuese necesario, podrán derivarse a su vez otros cuadros.



El cuadro general de distribución deberá instalarse en una zona de servicio a la que no tenga acceso al público, a poder ser en el punto más próximo posible a la entrada de la acometida o derivación individual y se colocaran junto o sobre él, los dispositivos de mando y protección.

Cuando no sea posible la instalación de estos cuadros en este punto próximo a la entrada de la acometida, se instalara en dicho punto, y dentro de un armario o cofret, un dispositivo de mando y protección (interruptor automático magnetotérmico) para cada una de las líneas. Estos cuadros estarán separados de los locales donde exista un peligro de incendio por medio de elementos a prueba de incendios y puertas resistentes al fuego.

Los cuadros secundarios, se instalaran en lugares a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro de incendio o de pánico (como salas de público), por medio de elementos a prueba de incendios y puertas resistentes al fuego, preferentemente en vestíbulos y pasillos, nunca en el interior de consultas.

Todos los cuadros deberán disponer de los correspondientes cierres de seguridad que impidan que personas ajenas al equipo de mantenimiento pudieran manipular en su interior.

1.7.3. Elementos de protección en baja tensión

Todos los elementos de protección deberán ser capaces de soportar la influencia de los agentes exteriores a los que estén sometidos, presentando el grado de protección adecuado.

Los dispositivos mas adecuados para obtener una instalación segura en el presente proyecto son:

1.7.3.1. Fusibles

Se colocan sobre material aislante incombustible y estarán construidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse.



Permiten su recambio bajo tensión de la instalación sin ningún tipo de peligro, además reunirán la intensidad y tensión nominales de trabajo para los que han sido contruidos.

1.7.3.2. Interruptor diferencial

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.

Posee la capacidad de detectar la diferencia entre la corriente de entrada y salida en un circuito. Cuando esta diferencia supera un valor determinado (sensibilidad), para el que está calibrado (30 mA, 300 mA...), el dispositivo abre el circuito, interrumpiendo el paso de la corriente a la instalación que protege.

Está formado por dos bobinas colocadas en serie con los conductores que producen campos magnéticos opuestos y un núcleo o armadura que mediante un dispositivo mecánico puede accionar unos contactos. Si las corrientes de entrada y salida no son iguales, los flujos creados por ambas corrientes en las bobinas dejan de ser iguales y el flujo diferencial entre ellas crea una corriente i que activa el electroimán que a su vez posibilita la apertura de los contactos del interruptor.

1.7.3.3. Interruptor magnetotérmico

Dispositivo electromecánico colocado en las instalaciones eléctricas con el fin de protegerlas frente a las intensidades excesivas, producidas como consecuencia de cortocircuitos o por el excesivo número de elementos de consumo conectados a ellas.

Su funcionamiento se basa en dos de los efectos producidos por la circulación de corriente eléctrica en un circuito: el magnético y el térmico (efecto Joule), de tal manera que posee los siguientes elementos conectados en serie y por los que circula la corriente hacia la carga.

Electroimán



Al circular la corriente el electroimán crea una fuerza que, mediante un dispositivo mecánico adecuado, tiende a abrir un contacto, pero sólo podrá abrirlo si la intensidad que circula por la carga sobrepasa el límite de intervención fijado. Este nivel de intervención suele estar comprendido entre 3 y 20 veces la intensidad nominal (la intensidad de diseño del interruptor magnetotérmico) y su actuación es de aproximadamente unas 25 milésimas de segundo, por lo que lo hace muy seguro.

Esta es la parte destinada a la protección frente a los cortocircuitos, donde se produce un aumento muy rápido y elevado de corriente.

Lámina bimetálica

Al calentarse por encima de un determinado límite, sufre una deformación y provoca la apertura de un contacto. Esta parte es la encargada de proteger de corrientes que, aunque son superiores a las permitidas por la instalación, no llegan al nivel de intervención del dispositivo magnético. Esta situación es típica de una sobrecarga, donde el consumo va aumentando conforme se van conectando aparatos.

1.7.4. Protección de la instalación

Las protecciones de la instalación tienen el objetivo de registrar de forma selectiva las averías y separar las partes de la instalación defectuosa, limitando las sobreintensidades.

Todos los conductores que formen parte del circuito, excepto los de protección deberán estar protegidos contra los siguientes tipos de sobreintensidades:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Descargas atmosféricas.
- Cortocircuitos que provocan un elevado aumento de la corriente.

Cuando se disponen varios interruptores en serie, se requiere que sean selectivos, es decir 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. (Protección de reserva).

No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente. Esta



prescripción no será aplicable a los circuitos destinados a la alimentación de locales mojados o que presenten riesgos de incendio o explosión.

Se define tiempo de escalonamiento, como 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.

1.7.4.1. Protección contra sobrecargas

Sobrecarga es el 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.

Las protecciones que se utilizan son térmicas, basadas en:

- La medida directa de la temperatura se realiza por medio de termómetros adecuados introducidos en los devanados de las máquinas o en el aceite de los transformadores.
- La medida indirecta de la temperatura se realiza por medio de una imagen térmica o relé térmico que, de forma más o menos aproximada reproduce las condiciones de carga y calentamiento del objeto que se ha de proteger.

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 ejplo, un cambio de sección, de naturaleza, de modo de instalación, etc.

Según instrucción 22 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, los dispositivos de protección contra sobrecargas serán fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o interruptores automáticos con curva térmica de corte.

1.7.4.2. Protección contra cortocircuitos



Memoria

Debemos conocer los siguientes términos para poder definir de forma adecuada un cortocircuito:

Corriente de cortocircuito

Corriente que fluye por el punto en que se ha producido el cortocircuito y mientras tenga duración este. La corriente de cortocircuito transcurre, generalmente, en un principio de forma asimétrica con respecto a la línea cero y contiene:

- Corriente alterna: se amortigua hasta alcanzar el valor de la intensidad permanente de cortocircuito.
- Corriente continua: se atenúa hasta anularse completamente.

Corriente alterna de cortocircuito

Es la componente de la corriente de cortocircuito que fluye al punto defectuoso a través de las distintas derivaciones de la red.

Impulso de la corriente de cortocircuito

Máximo valor instantáneo de la corriente después de producirse el cortocircuito. Se indica como valor de cresta. Varía según el momento en que se produzca el cortocircuito.

Corriente alterna inicial de cortocircuito

Valor eficaz de la intensidad de la corriente alterna de cortocircuito en el momento de producirse este.

Corriente permanente de cortocircuito

Valor eficaz de la intensidad de la corriente alterna que permanece una vez que ha finalizado el proceso de amortiguamiento. Depende de la excitación de los generadores. Si no se indica otra cosa, en los generadores se entiende por corriente permanente de cortocircuito la que se establece en caso de cortocircuito en todos los polos de las bornas y a la excitación nominal.

Extracorrente de cierre

Valor máximo instantáneo al conectar con un cortocircuito establecido inmediatamente detrás de un interruptor. Es igual al impulso de la corriente de cortocircuito y se indica como valor de cresta.



Extracorrente alterna de ruptura

Corriente que se produce al desconectar un interruptor en caso de cortocircuito. Esta toma el valor eficaz de la corriente alterna que fluya a través de dicho interruptor en el momento de la primera apertura de contacto.

Potencia inicial de cortocircuito

Es igual al producto entre la intensidad de la corriente inicial de cortocircuito, la tensión de servicio y el factor de concatenación. (Para corriente trifásica $\sqrt{3}$).

Retardo mínimo de desconexión

Tiempo que transcurre entre el momento de producirse el cortocircuito y la separación de los contactos al abrir el cortocircuito en todos los polos del interruptor.

Viene dado por la suma del tiempo propio de reacción del relé y el tiempo de ruptura del interruptor. Los retardos ajustables de los dispositivos de disparo no deben considerarse, puesto que el retardo mínimo de desconexión no incluye los tiempos de retardo intencionado.

Tipos de cortocircuito según las clases de defecto

Existen varias clases: Cortocircuitos tripolares, cortocircuitos bipolares, cortocircuitos bipolares con contacto a tierra, cortocircuitos unipolares a tierra y contactos a tierra simples y dobles.

Impedancia de cortocircuito

Es la impedancia de la trayectoria total de la corriente de cortocircuito. Lo que caracteriza a los cortocircuitos en las instalaciones eléctricas, es que el valor de la intensidad que circula es muy grande. La intensidad permanente de cortocircuito suele ser superior a diez veces la intensidad nominal de la instalación.

En los casos en que se produzcan cortocircuitos lo que interesa, es una interrupción rápida de la corriente por el punto más cercano al cortocircuito.

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 electromagnético.



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.

1.7.5. Cálculo

1.7.5.1. Cálculo I_{cc}

El valor de la corriente de cortocircuito se obtiene por la relación:

$$I_{cc} = \frac{U_s}{\sqrt{3} \cdot Z_T}$$

Donde:

I_{cc} = corriente de cortocircuito eficaz en KA.

U_s = tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.

$$U_s = 1.05 \cdot V_n = 400$$

Z_T = impedancia total por fase de la red aguas arriba del defecto en $m\Omega$.

1.7.5.2. Cálculo de Z_T

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

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

El método consiste en descomponer la red en trozos y calcular para cada uno de ellos el elemento resistivo y el inductivo, sumándolos aritméticamente por separado.

Se descompone el triángulo rectángulo para obtener como resultado Z_T .



1.7.5.3. Determinación de las impedancias “aguas arriba” de la red

IBERDROLA es la compañía distribuidora de energía, por lo que es la encargada de dar la potencia de cortocircuito de la.

Despreciando la resistencia frente a la reactancia, podemos calcular la impedancia de la red “aguas arriba” llevada al secundario del transformador:

$$Z = X = \frac{U_s^2}{P_{cc}}$$

Donde:

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

Pcc= potencia de cortocircuito en KVA.

Z,X= impedancia o reactancia aguas arriba del defecto en mΩ.

1.7.5.4. Transformador

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

$$Z = X = \frac{U_s^2 \cdot U_{cc}}{S \cdot 100}$$

Donde:

Ucc= tensión de cortocircuito en % (4 %).

Us= tensión en vacío entre fases en voltios.

S = potencia aparente en KVA (250 KVA).

Z,X= impedancia o reactancia al secundario en mΩ.

La resistencia del transformador y la resistencia y reactancia de todo aparellaje de alta tensión, se pueden considerar despreciables.

1.7.5.5. Conductores

La resistencia de los conductores se calculará según la fórmula:



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

Donde:

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

ρ = resistividad del material .

L = longitud del conductor.

S = sección por fase del conductor.

El cálculo de la reactancia es:

$$X = 0.15 \cdot L$$

Donde:

X = reactancia del conductor.

Para secciones inferiores a 25 mm^2 se podrá despreciar siempre la reactancia.

1.7.6. Protección de las personas

Cuando exista un elemento conductor entre dos puntos de distinto potencial, se establecerá una corriente eléctrica entre ellos.

La circulación de la corriente por las personas, se puede producir por:

- Contacto directo con una parte eléctrica que normalmente estará en tensión debido a que un conductor se ha roto, debilitado el aislamiento...
- Contacto indirecto cuando la persona se pone en contacto con una parte metálica que accidentalmente se encuentra bajo tensión por un defecto de aislamiento, por confusión en la conexión del conductor de protección con el de la fase activa.

Tras varios estudios, se han determinado los valores peligrosos de intensidad y tiempo, dando lugar a curvas limitantes de tiempo-corriente para diversos grados de peligrosidad, puesto que una descarga depende de la corriente que pasa por él y de la duración de la misma. Valores inferiores a 30mA no son peligrosos siempre que el tiempo no sea superior a 30ms.



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 indica 24V en locales o emplazamientos y 50V en el resto.

1.7.6.1. Protección contra contactos directos

Debemos tener en cuenta estas indicaciones:

- Alejamiento de las partes activas de la instalación a una distancia tal del lugar donde las personas habitualmente se encuentren o circulen que no sea posible un contacto fortuito con las manos o por la manipulación de objetos conductores cuando estos se utilicen habitualmente cerca de la instalación.
- Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación.
- 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. La resistencia del cuerpo humano será considerada como de 2500 Ohmios.

En esta instalación se todos los conductores activos estarán recubiertos por aislamientos apropiados.

1.7.6.2. Protección contra contactos indirectos

Para la protección contra los contactos indirectos, se debe tener en cuenta la naturaleza de los locales, las masas y los electos conductores, la tensión... y las siguientes indicaciones:

- Clase A: Esta medida consiste en tomar disposiciones destinadas a suprimir el riesgo mismo, haciendo que los contactos no sean peligrosos, o bien, impidiendo los contactos simultáneos entre las masas y los elementos conductores, entre los cuales puede aparecer una diferencia de potencial peligrosa.
- Clase B: Esta medida consiste en la puesta a tierra directa o la puesta a neutro de las masas, asociándola a un dispositivo de corte automático que origine la



desconexión de la instalación defectuosa. Serán conductores de protección puestos a tierra, asociaremos un interruptor diferencial.

Los interruptores diferenciales, son aparatos que provocan la apertura automática de la instalación cuando la suma vectorial de las intensidades que atraviesan los polos del aparato alcanza un valor predeterminado.

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 en locales secos $R \leq (50 / I_s)$ y en húmedos o mojados $R \leq (50 / I_s)$

Con sensibilidad $I_s=30mA$

- En locales secos: $R \leq 1666 \Omega$
- En locales húmedos o mojados: $R \leq 800 \Omega$

Con sensibilidad $I_s=300mA$

- En locales secos: $R \leq 166 \Omega$
- En locales húmedos o mojados: $R \leq 80 \Omega$

Con sensibilidad $I_s=1A$

- En locales secos: $R \leq 50 \Omega$
- En locales húmedos o mojados: $R \leq 24 \Omega$

1.7.7. Cuadro general de protección

Las CGP, que alojan los elementos de protección de las líneas generales de alimentación, marcan el límite de la propiedad del usuario. Se le aplicarán todas las disposiciones mostradas en la ITC-BT-13, punto 1.

Las CGP a utilizar corresponderán a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora que hayan sido aprobadas por la Administración Pública correspondiente. Como el suministro es para un único usuario se colocarán la caja general de protección y el equipo de medida como un único



elemento al cual se denominará caja de protección y medida. Siguiendo el apartado 1.1. de la ITC-BT-13 y teniendo en cuenta las normativa particular de la empresa suministradora.

1.8.8. Coordinación entre dispositivos

La coordinación entre dispositivos de una misma instalación es un tema a tener en cuenta ya que las características de tiempo y corriente deben ajustarse en el lugar de instalación de manera que en una instalación ramificada.

En el caso de los interruptores automáticos magnetotérmicos colocados en serie, se conseguirá la selectividad mediante la colocación aguas debajo de un aparato de menor intensidad que el colocado aguas arriba. Además se colocan los interruptores con las curvas de disparo adecuadas siguiendo las tablas de selectividad del fabricante.

1.7.9. Filiación

La filiación es la utilización del poder de limitación de los interruptores automáticos, esta posibilidad de instalar aguas abajo interruptores automáticos menores poderes de corte. La limitación de la intensidad se hace a todo lo largo del circuito controlado por el interruptor limitador de aguas arriba, la filiación afectará a todos los automáticos colocados aguas abajo.

1.7.10. Selectividad

Con los interruptores diferenciales, se presentan problemas análogos a los relativos a la instalación de los interruptores automáticos; la exigencia de reducir al mínimo posible, la parte de la instalación que queda fuera de servicio en caso de defecto. La selectividad será la propiedad que tienen los dispositivos de protección diferencial para que en caso de defecto sólo salte la protección que inmediatamente después del defecto sin que cause la desconexión de todos los demás receptores.

Para alcanzar una selectividad total, el interruptor diferencial situado aguas arriba debe ser de tipo selectivo.

Los tiempos de disparo de los dos aparatos conectados en serie deben estar coordinados para que el tiempo total de disparo t_2 del interruptor situado aguas abajo sea menor que el tiempo límite de no respuesta t_1 del situado aguas arriba, para cualquier valor de corriente. De esta forma, el interruptor situado aguas abajo completa su apertura antes de que dispare el situado aguas arriba.



Para garantizar una selectividad total, el valor de la sensibilidad del aparato instalado aguas arriba debe ser mayor que el doble del situado aguas abajo según IEC 64-8/563.3. Por razones de seguridad, el valor de retardo, del tiempo de disparo del interruptor instalado aguas arriba, deben siempre estar por debajo de la curva de seguridad.

1.7.11. Locales con riesgo de incendio o explosión

Según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, en su instrucción 29, podemos agrupar todos aquellos emplazamientos en los que se fabriquen, procesen, manipulen, traten, utilicen o almacenen sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, susceptibles de inflamarse, deflagrar o explosionar, siendo sostenida la reacción por el aporte de oxígeno procedente del aire ambiente en que se encuentran.

En nuestra nave esto se aplicará en la cabina de barnizado.

Para alcanzar el adecuado nivel de seguridad aceptable se fundamenta en el empleo de equipamiento construido y seleccionado de acuerdo a ciertas reglas, así como en la adopción de medidas de seguridad especiales de instalación, inspección, mantenimiento y reparación, en función del tipo de emplazamiento en los que se pueden producir atmósferas explosivas.

1.7.11.1. Clasificación de los emplazamientos

Podemos diferenciar dos tipos:

Clase I

Emplazamientos en los que hay o puede haber gases, vapores o nieblas en cantidad suficiente para producir atmósferas explosivas o inflamables; se incluyen en esta clase los lugares en los que hay o puede haber líquidos inflamables.

Podemos diferenciar tres zonas:

- Zona 0: atmósfera constituida por una mezcla de aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla. Se sitúa de forma permanente.



Memoria

- Zona 1: en condiciones normales de funcionamiento, con la formación ocasional de atmósfera explosiva constituida por una mezcla de aire y sustancias inflamables en forma de gas.
- Zona 2: una mezcla de aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla, o en la que en caso de formarse, dicha atmósfera explosiva sólo subsiste por espacios de tiempo muy breves.

Podemos diferenciar los diversos emplazamientos de Clase I:

- Lugares donde se trasvasen líquidos volátiles.
- Garajes y talleres de reparación de vehículos.
- Cabinas de pintura de pulverización y utilización de disolventes.
- Secaderas de material con disolventes inflamables.
- Locales de extracción de grasas y aceites.
- Depósitos de líquidos inflamables abiertos o que se puedan abrir.
- Lavanderías y tintorerías.
- Salas de gasódenos.
- Instalación donde se produzcan, manipules, almacenan o consumen gases inflamables.
- Salas de bombas o de compresores líquidos y gases inflamables.

Clase II

Aquellos en los que puede haber polvo inflamable.

Podemos diferenciar tres zonas:

- Zona 20: emplazamientos en los que la atmósfera explosiva en forma de nube de polvo inflamable en el aire está presente de forma permanente, o por un espacio de tiempo prolongado.
- Zona 21: formación ocasional, en condiciones normales de funcionamiento, de una atmósfera explosiva, en forma de nube de polvo inflamable en el aire.
- Zona 22: en caso de formarse una atmósfera explosiva peligrosa, sólo subsiste por breve espacio de tiempo.

Diferenciamos los siguientes establecimientos:

- Zona de trabajo, manipulación y almacenamiento de la industria alimentaria.
- Industria química y farmacéutica.
- Emplazamientos de pulverización de carbón.
- Plantas de coquización.



- Plantas de producción y manipulación de azufre.
- Trabajos con polvos metálicos.
- Zona de tratamientos textiles.
- Fabricación y procesado de fibras.
- Plantas desmontadoras de algodón.
- Talleres de confección.
- Industrias de procesado de madera tales como carpintería.

1.7.11.2. Pasos a seguir para prevenir

La instrucción 29 de Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, junto con la norma UNE-EN 60079 tienen por objeto conseguir que la instalación eléctrica en un local especialmente peligroso, o con posibilidades de serlo, no suponga un riesgo adicional a la propia naturaleza del local. Es decir, conseguir que la instalación sea segura.

Para ellos habrá que seguir unos pasos:

- Correcta clasificación de los emplazamientos. Según la clasificación que se le dé al emplazamiento, se recurrirá a unas determinadas medidas u otras.
- Acotación de los riesgos.
- Correcta instalación. Clasificados los emplazamientos, y acotados los riesgos que se nos pueden presentar en cada uno de ellos, será necesaria a la hora de realizar la instalación, la adopción de las medidas que imponga la aparición de dichos riesgos, sobre todo en lo que se refiere a los siguientes puntos: selección de los materiales, medidas de construcción de materiales y medidas constructivas de la instalación.
- Correcta explotación, conservación y mantenimiento.

La presencia de una atmósfera de gas explosiva y por tanto el tipo de zona depende del grado del escape y de la ventilación.

Fuentes de Escape

Las zonas peligrosas se identifican con la identificación de las fuentes de escape y la determinación de su grado.



Una atmósfera explosiva solo puede existir si un gas o vapor inflamables están mezclados con el aire, es necesario determinar si alguna de las sustancias inflamables puede aparecer en el emplazamiento afectado.

Por regla general, tales gases o vapores están contenidos en el interior de recipientes que pueden estar o no totalmente cerrados. Es necesario identificar los lugares donde un escape de sustancias inflamables pueda crear una atmósfera inflamable.

Si esta constatado que el equipo puede liberar sustancia inflamable a la atmósfera, habrá que determinar en primer lugar, el grado de escape, estableciendo la probabilidad de frecuencia y duración de escape. Hay tres grados básicos de escape:

- Grado de escape continuo: Escape que se produce de forma continua o se espera que ocurra frecuentemente o durante largos periodos.
- Grado de escape primario: Escape que se produce presumiblemente de forma periódica u ocasionalmente durante el funcionamiento normal.
- Grado de escape secundario: Escape que no se prevé en funcionamiento normal y, si se produce, es probable que ocurra infrecuentemente y en periodos de corta duración.

1.7.11.3. Solución

Analizando la nave que queremos iluminar, vemos que sería una nave de clase II y zona 22, es decir, un emplazamiento en el que no cabe contar, en condiciones normales de funcionamiento, con la formación de una atmósfera explosiva peligrosa en forma de nube de polvo inflamable en el aire o en la que, en caso de formarse dicha atmósfera explosiva, sólo subsiste por breve espacio de tiempo.

Si analizamos el funcionamiento ordinario de la carpintería, vemos que la atmósfera de polvo que se crea es la debida a la madera, y vemos que es un polvo que en su gran mayoría es absorbido por el tubo de aspiración que contiene cada máquina y que a su vez éstos tubos conectan con el tubo de aspiración general de la nave.

Además este polvo de la madera es muy poco explosivo, de ahí la poca peligrosidad que tiene la atmósfera generada por dicho polvo. Este polvo generado es un polvo que va a tender a caer al suelo y que por lo tanto no va a subir grandes alturas.

Por todo ello se a decidido llevar la bandeja portacables de malla a una altura elevada, en concreto a 5,5 m de altura, y de esta manera conseguir que llegue la menor cantidad de polvo a la bandeja. También se ha querido separar lo máximo posible la bandeja con el tubo de aspiración general que se colocará a una altura de 3 m.



1.7.12. Solución de protección

La solución adoptada consiste en colocar un interruptor general automático a la entrada del cuadro general de distribución; a la salida de cada línea se colocarán un interruptor magnetotérmico y un interruptor diferencial.

En los cuadros auxiliares se colocará un interruptor de corte a la entrada del cuadro; a la salida de cada línea se colocarán un interruptor magnetotérmico y un interruptor diferencial.

Se instalarán interruptores diferenciales de las siguientes sensibilidades:

- Cabecera de la línea del C.G.D: $I_s = 500 \text{ mA}$.
- En líneas de fuerza: $I_s = 300 \text{ mA}$.
- En líneas de alumbrado: $I_s = 30 \text{ mA}$.

Los interruptores magnetotérmicos irán asociados a las puestas a tierra de las masas.

Los elementos de protección utilizados son de la marca MERLIN GUERIN. 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 se incluye en todas las derivaciones del embarrado y cuadros auxiliares que siguen a estas derivaciones, de forma que no pueda tener lugar ninguna electrocución o defecto a tierra peligroso.

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.

1.7.12.1. Solución C.G.D

Entrada

- Sección del cable $3 \times 150/95 \text{ mm}^2$
- Intensidad de cortocircuito: $384,4 \text{ A}$



Memoria

-Interruptor automático general marca MERLIN GUERIN (protección diferencial)

- Calibre 400 A.
 - Poder de corte 50KA.
 - Tetrapolar.
- 2 interruptores auxiliares NA, 2 interruptores auxiliares NC y 2 conmutadores.

Salidas

Línea Cuadro Auxiliar 1

- Sección del cable: 3x35/16+16T mm².
 - Canalización: bandeja de malla de acero galvanizado.
- Interruptor diferencial marca MERLIN GUERIN, clase AC
- Sensibilidad 500 mA.
 - Tetrapolar.
- Interruptor magnetotérmico marca MERLIN GUERIN
- Calibre 100 A.
 - Poder de corte 10 kA.
 - Tetrapolar.

Línea Cuadro Auxiliar 2

- Sección del cable: 3x25/16+16T mm².
 - Canalización: bandeja de malla de acero galvanizado.
- Interruptor diferencial marca MERLIN GUERIN, clase AC
- Sensibilidad 500 mA.
 - Tetrapolar.
- Interruptor magnetotérmico marca MERLIN GUERIN,
- Calibre 80A.
 - Poder de corte 10 kA.
 - Tetrapolar.

Línea Cuadro Auxiliar 3

- Sección del cable: 3x25/16+16T mm².
 - Canalización: bandeja de malla de acero galvanizado.
- Interruptor diferencial marca MERLIN GUERIN, clase AC
- Sensibilidad 500 mA.
 - Tetrapolar.



- Interruptor magnetotérmico marca MERLIN GUERIN,
 - Calibre 80 A.
 - Poder de corte 10 kA.
 - Tetrapolar.

Línea Cuadro Auxiliar 4

- Sección del cable: 3x10/10 + 10T mm².
- Canalización: bandeja de malla de acero galvanizado.

- Interruptor diferencial marca MERLIN GUERIN, clase AC
 - Sensibilidad 300 mA.
 - Tetrapolar.

- Interruptor magnetotérmico marca MERLIN GUERIN,
 - Calibre 40 A.
 - Poder de corte 10 kA.
 - Tetrapolar.

Línea Cuadro Auxiliar 5

- Sección del cable: 3x10/10 + 10T mm².
- Canalización: bandeja no perforada de acero galvanizado.

- Interruptor diferencial marca MERLIN GUERIN, clase AC
 - Sensibilidad 500 mA.
 - Tetrapolar.

- Interruptor magnetotérmico marca MERLIN GUERIN,
 - Calibre 40 A.
 - Poder de corte 10 kA.
 - Tetrapolar.

Línea Cuadro Auxiliar 6

- Sección del cable: 3x35/16 + 16T mm².
- Canalización: bandeja de malla de acero galvanizado.

- Interruptor diferencial marca MERLIN GUERIN, clase AC
 - Sensibilidad 500 mA.
 - Tetrapolar.

- Interruptor magnetotérmico marca MERLIN GUERIN,
 - Calibre 80 A.



Memoria

- Poder de corte 10 kA.
- Tetrapolar.

Línea Cuadro Auxiliar 7

- Sección del cable: 3x10/10 + 10T mm².
- Canalización: bandeja de malla de acero galvanizado.
- Interruptor diferencial marca MERLIN GUERIN, clase AC
 - Sensibilidad 300 mA.
 - Tetrapolar.
- Interruptor magnetotérmico marca MERLIN GUERIN,
 - Calibre 40 A.
 - Poder de corte 10 kA.
 - Tetrapolar.

Batería de condensadores

- Sección del cable: 3x10/10 + 10T mm².
- Canalización: bandeja de malla de acero galvanizado.
- Interruptor diferencial marca MERLIN GUERIN, clase AC
 - Sensibilidad 300 mA.
 - Tetrapolar.
- Interruptor magnetotérmico marca MERLIN GUERIN,
 - Calibre 40 A.
 - Poder de corte 125 kA.
 - Tetrapolar.

1.7.12.2. Solución cuadros auxiliares

Cuadro auxiliar 1

Entrada

Sección del cable: 3x35/16+16T mm².
Canalización: bandeja no perforada de acero galvanizado.

- Interruptor general marca MERLIN GUERIN
 - Calibre 100 A.
 - Poder de corte 10 kA.



Memoria

- Tetrapolar.

Salidas

Interruptor diferencial 1-1 marca MERLIN GUERIN, clase AC

- Sensibilidad 300 mA.
- Tetrapolar.

Línea Fuerza 1-1 ENLAZADORA

Sección del cable: $3 \times 1.5 + 4T \text{ mm}^2$.

Canalización: tubo de acero rígido $\varnothing 16 \text{ mm}$.

- Interruptor magnetotérmico 1-1 marca MERLIN GUERIN,
 - Calibre 10 A
 - Poder de corte 10 kA.
 - Tetrapolar.
 - Clase C

Línea Fuerza 2-1 SIERRA ESCUADRADORA:

Sección del cable: $3 \times 6 + 6T \text{ mm}^2$.

Canalización: tubo de acero rígido $\varnothing 25 \text{ mm}$.

- Interruptor magnetotérmico 2-1 marca MERLIN GUERIN,
 - Calibre 32 A.
 - Poder de corte 10 kA.
 - Tetrapolar
 - Clase C

Línea Fuerza 3-1 TALADRO:

Sección del cable: $3 \times 1.5 + 4T \text{ mm}^2$.

Canalización: tubo de acero rígido $\varnothing 16 \text{ mm}$.

- Interruptor magnetotérmico 3-1 marca MERLIN GUERIN,
 - Calibre 10 A.
 - Poder de corte 10 kA.
 - Tetrapolar.
 - Clase C
- Interruptor diferencial 2-1 marca MERLIN GUERIN, clase AC
 - Sensibilidad 300 mA.
 - Tetrapolar.



Línea Fuerza 4-1 TORNO:

Sección del cable: $3 \times 1.5 + 4T \text{ mm}^2$.

Canalización: tubo de acero rígido $\varnothing 16\text{mm}$.

- Interruptor magnetotérmico 4-1 marca MERLIN GUERIN,
 - Calibre 10
 - Poder de corte 10 kA.
 - Tetrapolar.
 - Clase C

Línea Fuerza 5-1 COMPRESOR:

Sección del cable: $3 \times 1.5 + 4T \text{ mm}^2$.

Canalización: tubo de acero rígido $\varnothing 16\text{mm}$.

- Interruptor magnetotérmico 5-1 marca MERLIN GUERIN.,
 - Calibre 10 A.
 - Poder de corte 10 kA.
 - Tetrapolar.
 - Clase C

Línea Tomas de Corriente 1-1 TOMA TRIFÁSICA:

Sección del cable: $3 \times 4 + 4T \text{ mm}^2$.

Canalización: tubo de PVC rígido $\varnothing 20\text{mm}$.

- Interruptor magnetotérmico 6-1 marca MERLIN GUERIN.
 - Calibre 16 A.
 - Poder de corte 10 kA.
 - Tetrapolar
 - Clase C
- Interruptor diferencial 3-1 marca MERLIN GUERIN, clase AC
 - Sensibilidad 30 mA.
 - Bipolar.

Línea Tomas de Corriente 1-2 TOMA MONOFÁSICA:

Sección del cable: $1 \times 2.5 + 4T \text{ mm}^2$.

Canalización: tubo de PVC rígido $\varnothing 20\text{mm}$.

- Interruptor magnetotérmico 7-1 marca MERLIN GUERIN.
 - Calibre 16 A.



Memoria

- Poder de corte 10 kA.
- Bipolar
- Clase C

Cuadro auxiliar 2

Entrada

Sección del cable: 3x25/16+16T mm².

Canalización: bandeja de malla de acero galvanizado.

- Interruptor general marca MERLIN GUERIN, clase AC
 - Calibre 100 A.
 - Poder de corte 10 kA.
 - Tetrapolar.

Salidas

- Interruptor diferencial 1-2 marca MERLIN GUERIN, clase AC
 - Sensibilidad 300 mA.
 - Tetrapolar.

Línea Fuerza 1-2 TUPÍ:

Sección del cable: 3x1.5 +4T mm².

Canalización: tubo de acero rígido Ø 16mm.

- Interruptor magnetotérmico 1-2 marca MERLIN GUERIN,
 - Calibre 10 A.
 - Poder de corte 10 kA.
 - Tetrapolar.
 - Clase C

Línea Fuerza 2-2 CEPILLADORA:

Sección del cable: 3x1.5 +4T mm².

Canalización: tubo de acero rígido Ø 16mm.

- Interruptor magnetotérmico 2-2 marca MERLIN GUERIN,
 - Calibre 10 A.
 - Poder de corte 10 kA.
 - Tetrapolar.
 - Clase C



Línea Fuerza 3-2 COMPRESOR:

Sección del cable: 3x1.5 +4T mm².

Canalización: tubo de acero rígido Ø 16mm.

- Interruptor magnetotérmico 3-3 marca SIEMENS,
 - Calibre 10 A.
 - Poder de corte 10 kA.
 - Tetrapolar.
 - Clase C

- Interruptor diferencial 2-2 marca SIEMENS,
 - Sensibilidad 300 mA.
 - Tetrapolar.

Línea Fuerza 4-2 SIERRA DE CINTA:

Sección del cable: 3x2.5 + 4T mm².

Canalización: tubo de acero rígido Ø 20mm.

- Interruptor magnetotérmico 4-2 marca SIEMENS,
 - Calibre 25 A.
 - Poder de corte 10 kA.
 - Tetrapolar.
 - Clase C

Línea Tomas de Corriente 1-2 TOMA TRIFÁSICA:

Sección del cable: 3x4 + 4T mm².

Canalización: tubo de PVC rígido Ø 20mm.

- Interruptor magnetotérmico 5-2 marca SIEMENS,
 - Calibre 16 A.
 - Poder de corte 10 kA.
 - Tetrapolar
 - Clase C

- Interruptor diferencial 3-2 marca SIEMENS, modelo 5SU
 - Sensibilidad 300 mA.
 - Bipolar

Línea Tomas de Corriente 2-2 TOMA MONOFÁSICA:



Memoria

Sección del cable: $1 \times 2.5/2.5 + 2.5T \text{ mm}^2$.

Canalización: tubo de PVC rígido $\varnothing 16\text{mm}$.

- Interruptor magnetotérmico 6-2 marca SIEMENS,
 - Calibre 16 A.
 - Poder de corte 10 kA.
 - Bipolar.
 - Clase B

Cuadro auxiliar 3

Entrada

Sección del cable: $3 \times 25 + 16T \text{ mm}^2$.

Canalización: bandeja de malla de acero galvanizado.

- Interruptor general marca MERLIN GUERIN, clase AC
 - Calibre 80 A
 - Poder de corte 10 kA.
 - Tetrapolar.

Salidas

- Interruptor diferencial 1-3 marca SIEMENS,
 - Características principales:
 - Sensibilidad 300 mA.
 - Tetrapolar.

Línea Fuerza 1-3 REGRUESADORA:

Sección del cable: $3 \times 1.5 + 4T \text{ mm}^2$.

Canalización: tubo de acero rígido $\varnothing 16\text{mm}$.

- Interruptor magnetotérmico 1-3 marca SIEMENS,
 - Calibre 10 A.
 - Poder de corte 10 kA.
 - Tetrapolar.
 - Clase C,

Línea Fuerza 2-3 LIJADORA CALIBRADORA:

Sección del cable: $3 \times 4 + 4T \text{ mm}^2$.

Canalización: tubo de acero rígido $\varnothing 20\text{mm}$.



- Interruptor magnetotérmico 2-3 marca SIEMENS,
 - Calibre 25 A.
 - Poder de corte 10 kA.
 - Tetrapolar.
 - Clase C

- Interruptor diferencial 2-3 marca SIEMENS,
 - Sensibilidad 300 mA.
 - Tetrapolar.

Línea Fuerza 3-3 ESCOPLEADORA:

Sección del cable: 3x1.5 +4T mm².

Canalización: tubo de acero rígido Ø 16mm.

- Interruptor magnetotérmico 3-3 marca SIEMENS,
 - Calibre 10 A.
 - Poder de corte 10 kA.
 - Tetrapolar.
 - Clase C

Línea Tomas de Corriente 1-3 TOMA TRIFÁSICA:

Sección del cable: 3x4 + 4T mm².

Canalización: tubo de PVC rígido Ø 20mm..

- Interruptor magnetotérmico 4-3 marca SIEMENS,
 - Calibre 16 A.
 - Poder de corte 10 kA.
 - Tetrapolar
 - Clase C

- Interruptor diferencial 3-3 marca SIEMENS,
 - Sensibilidad 30 mA.
 - Tetrapolar.

Línea Tomas de Corriente 2-3 TOMA MONOFÁSICA:

Sección del cable: 1x2.5/2.5 + 2.5T mm².

Canalización: tubo de PVC rígido Ø 16mm.

- Interruptor magnetotérmico 5-3 marca SIEMENS,
 - Calibre 16 A.
 - Poder de corte 10 kA.



Memoria

- Bipolar,
- Clase B

Cuadro auxiliar 4

Entrada

Sección del cable: 3x10/10+10T mm².

Canalización: bandeja de malla de acero galvanizado.

- Interruptor general marca MERLIN GUERIN, clase AC
 - Calibre 40 A.
 - Poder de corte 10 kA.
 - Tetrapolar.

Salidas

- Interruptor diferencial 1-4 marca SIEMENS,
 - Sensibilidad 30 mA.
 - Bipolar.

Línea Alumbrado 1-4 ILUMINACIÓN DE OFICINA

Sección del cable: 1x1.5/1.5 + 4T mm².

Canalización: tubo de PVC rígido Ø 16mm.

- Interruptor magnetotérmico 1-4 marca SIEMENS,
 - Calibre 10 A.
 - Poder de corte 6 kA.
 - Bipolar.
 - Clase B,

Línea Alumbrado 2-4 ILUMINACIÓN DESPACHO

Sección del cable: 1x1.5/1.5 + 4T mm².

Canalización: tubo de PVC rígido Ø 16mm.

- Interruptor magnetotérmico 2-4 marca SIEMENS,
 - Calibre 10 A.
 - Poder de corte 6 kA.
 - Bipolar.
 - Clase B

- Interruptor diferencial 2-4 marca SIEMENS,
 - Sensibilidad 30 mA.



- Bipolar.

Línea Alumbrado 3-4 ILUMINACIÓN DE ASEOS Y VESTUARIOS HOMBRES

Sección del cable: $1 \times 1.5/1.5 + 4T \text{ mm}^2$.

Canalización: tubo de PVC rígido $\varnothing 16\text{mm}$.

- Interruptor magnetotérmico 3-4 marca SIEMENS,
 - Calibre 10 A.
 - Poder de corte 6 kA.
 - Bipolar.
 - Clase B

Línea Alumbrado 4-4 ILUMINACIÓN DE ASEOS Y VESTUARIOS MUJERES

Sección del cable: $1 \times 1.5/1.5 + 4T \text{ mm}^2$.

Canalización: tubo de PVC rígido $\varnothing 16\text{mm}$.

- Interruptor magnetotérmico 3-4 marca SIEMENS,
 - Calibre 10 A.
 - Poder de corte 6 kA.
 - Bipolar.
 - Clase B

Línea Alumbrado 5-4 ILUMINACIÓN DE PASILLO

Sección del cable: $1 \times 1.5/1.5 + 4T \text{ mm}^2$.

Canalización: tubo de PVC rígido $\varnothing 16\text{mm}$.

- Interruptor magnetotérmico 4-4 marca SIEMENS,
 - Calibre 10 A.
 - Poder de corte 6 kA.
 - Bipolar
 - Clase B

- Interruptor diferencial 3-4 marca SIEMENS,
 - Sensibilidad 30 mA.
 - Bipolar.

Línea Alumbrado 5-4 ILUMINACIÓN DE CABINA DE BARNIZADO

Sección del cable: $1 \times 1.5/1.5 + 4T \text{ mm}^2$.

Canalización: tubo de PVC rígido $\varnothing 13\text{mm}$.



- Interruptor magnetotérmico 5-4 marca SIEMENS,
 - Calibre 10 A.
 - Poder de corte 6 kA.
 - Bipolar
 - Regulado a 10 A.
 - Clase B

- Interruptor diferencial 4-4 marca SIEMENS,
 - Sensibilidad 30 mA.
 - Bipolar.

Línea Tomas de Corriente 1-4 TOMAS MONOFÁSICAS:

Sección del cable: 1x2.5/2.5 + 4T mm².
Canalización: tubo de PVC rígido Ø 20mm.

- Interruptor magnetotérmico 6-4 marca SIEMENS,
 - Calibre 16 A.
 - Poder de corte 6 kA.
 - Bipolar.
 - Clase B

Cuadro auxiliar 5

Entrada

Sección del cable: 3x10/10 + 10T mm².
Canalización: bandeja de malla de acero galvanizado.

- Interruptor general marca MERLIN GUERIN, clase AC
 - Calibre 40 A.
 - Poder de corte 10 kA.
 - Tetrapolar.

Salidas

- Interruptor diferencial 1-5 marca SIEMENS,
 - Sensibilidad 300 mA.
 - Tetrapolar.-

Línea Fuerza 1-5 PUERTA ELÉCTRICA TALLER:

Sección del cable: 3x1.5 + 4T mm².



Canalización: tubo de acero rígido Ø 16mm.

- Interruptor magnetotérmico 1-5 marca SIEMENS,
 - Calibre 10 A.
 - Poder de corte 6 kA.
 - Tetrapolar.
 - Clase C

Línea Fuerza 2-5 PUERTA ELÉCTRICA ALMACÉN:

Sección del cable: 3x1.5 + 4T mm².

Canalización: tubo de acero rígido Ø 16mm.

- Interruptor magnetotérmico 2-5 marca SIEMENS,
 - Calibre 10 A.
 - Poder de corte 6 kA.
 - Tetrapolar.
 - Clase B,
- Interruptor diferencial 2-5 marca SIEMENS,
 - Sensibilidad 300 mA.
 - Tetrapolar.

Línea Fuerza 3-5 ASPIRACIÓN TALLER:

Sección del cable: 3x1.5 + 4T mm².

Canalización: tubo de acero rígido Ø 16mm.

- Interruptor magnetotérmico 3-5 marca SIEMENS,
 - Calibre 10 A.
 - Poder de corte 6 kA.
 - Tetrapolar.
 - Clase C

Línea Fuerza 4-5 ASPIRACIÓN CABINA DE BARNIZADO:

Sección del cable: 3x1.5 + 4T mm².

Canalización: tubo de acero rígido Ø 16mm.

- Interruptor magnetotérmico 4-5 marca SIEMENS,
 - Calibre 10 A.
 - Poder de corte 6 kA.
 - Tetrapolar.
 - Clase B
- Interruptor diferencial 3-5 marca SIEMENS,
 - Sensibilidad 300 mA.



- Tetrapolar.

Línea Fuerza 5-5 AIRE ACONDICIONADO:

Sección del cable: $3 \times 1.5 + 4T \text{ mm}^2$.

Canalización: tubo de acero rígido $\varnothing 16\text{mm}$.

- Interruptor magnetotérmico 5-5 marca SIEMENS,
 - Calibre 10 A.
 - Poder de corte 6 kA.
 - Tetrapolar.
 - Clase C

Línea Fuerza 6-5 AIRE ACONDICIONADO:

Sección del cable: $3 \times 1.5 + 4T \text{ mm}^2$.

Canalización: tubo de acero rígido $\varnothing 16\text{mm}$.

- Interruptor magnetotérmico 6-5 marca SIEMENS,
 - Calibre 10 A.
 - Poder de corte 6 kA.
 - Tetrapolar.
 - Clase C

Cuadro auxiliar 6

Entrada

Sección del cable: $3 \times 35/35 + 35T \text{ mm}^2$.

Canalización: bandeja de malla de acero galvanizado.

- Interruptor general marca MERLIN GUERIN, clase AC
 - Calibre 100 A.
 - Poder de corte 10 kA.
 - Tetrapolar.

Salidas

- Interruptor diferencial 1-6 marca SIEMENS,
 - Sensibilidad 30 mA.
 - Bipolar

Línea Alumbrado 1-6 ILUMINACIÓN TALLER



Sección del cable: $1 \times 4/4 + 4T \text{ mm}^2$.
Canalización: tubo de PVC rígido $\varnothing 20\text{mm}$.

- Interruptor magnetotérmico 1-6 marca SIEMENS,
 - Calibre 32 A.
 - Poder de corte 10 kA.
 - Bipolar.
 - Clase C

Línea Alumbrado 2-6 ILUMINACIÓN TALLER

Sección del cable: $1 \times 4/4 + 4T \text{ mm}^2$.
Canalización: tubo de PVC rígido $\varnothing 20\text{mm}$.

- Interruptor magnetotérmico 2-6 marca SIEMENS,
 - Calibre 32 A.
 - Poder de corte 10 kA.
 - Bipolar.
 - Clase C

Línea Alumbrado 3-6 ILUMINACIÓN TALLER

Sección del cable: $1 \times 4/4 + 4T \text{ mm}^2$.
Canalización: tubo de PVC rígido $\varnothing 20\text{mm}$.

- Interruptor magnetotérmico 3-6 marca SIEMENS,
 - Calibre 32 A.
 - Poder de corte 10 kA.
 - Bipolar.
 - Clase C,
- Interruptor diferencial 2-6 marca SIEMENS,
 - Sensibilidad 30 mA.
 - Tetrapolar

Línea Alumbrado 4-6 ILUMINACIÓN ALMACÉN

Sección del cable: $1 \times 1.5/1.5 + 1.5T \text{ mm}^2$.
Canalización: tubo de PVC rígido $\varnothing 16\text{mm}$.

- Interruptor magnetotérmico 4-6 marca SIEMENS, modelo 3RV1.
 - Calibre 10 A.
 - Poder de corte 10 kA.
 - Bipolar.



- Clase B,

Línea Alumbrado 5-6 ILUMINACIÓN DE ALMACÉN

Sección del cable: $1 \times 1.5/1.5 + 1.5T \text{ mm}^2$.

Canalización: tubo de PVC rígido $\varnothing 13\text{mm}$.

-Interruptor magnetotérmico 5-6 marca SIEMENS,

- Calibre 10 A.
- Poder de corte 10 kA.
- Tetrapolar.
- Clase B,

-Interruptor diferencial 3-6 marca SIEMENS, modelo 5SU

- Sensibilidad 30 mA.
- Tetrapolar.

Línea Fuerza 1-6 PISTOLA DE BARNIZADO:

Sección del cable: $1 \times 1.5 + 4T \text{ mm}^2$.

Canalización: tubo de acero rígido $\varnothing 16\text{mm}$.

-Interruptor magnetotérmico 6-6 marca SIEMENS,

- Calibre 10 A.
- Poder de corte 10 kA.
- Tetrapolar.
- Clase B

Línea Fuerza 2-6 COMPRESOR:

Sección del cable: $1 \times 1.5 + 4T \text{ mm}^2$.

Canalización: tubo de acero rígido $\varnothing 16\text{mm}$.

-Interruptor magnetotérmico 7-6 marca SIEMENS,

- Calibre 10 A.
- Poder de corte 10 kA.
- Tetrapolar.
- Clase B

-Interruptor diferencial 4-6 marca SIEMENS,

- Sensibilidad 30 mA.
- Bipolar



Memoria

Línea de Emergencia y Señalización 1-6 TALLER, ALMACÉN Y C. BARNIZADO:

Sección del cable: 1x1.5/1.5+1.5T mm².

Canalización: tubo de PVC rígido Ø 16mm.

- Interruptor magnetotérmico 8-6 marca SIEMENS,
 - Calibre 6 A.
 - Poder de corte 10 kA.
 - Bipolar
 - Clase B

Línea de Emergencia y Señalización 1-6 OFICINA, DESPACHO, PASILLO, ASEOS:

Sección del cable: 1x1.5/1.5+1.5T mm².

Canalización: tubo de PVC rígido Ø 16mm.

- Interruptor magnetotérmico 8-6 marca SIEMENS,
 - Calibre 6 A.
 - Poder de corte 10 kA.
 - Bipolar
 - Clase B

Cuadro auxiliar 7

Entrada

Sección del cable: 3x10/10 + 10T mm².

Canalización: bandeja de malla de acero galvanizado.

- Interruptor general marca MERLIN GUERIN, clase AC
 - Calibre 40 A.
 - Poder de corte 10 kA.
 - Tetrapolar.

Salidas

- Interruptor diferencial 1-7 marca SIEMENS,
 - Sensibilidad 30 mA.
 - Bipolar.

Línea Alumbrado 1-7 ILUMINACIÓN ACERA NAVE (Cara Norte)



Sección del cable: 1x4/4 +4T mm².

Canalización: tubo de PVC rígido Ø 25mm.

- Interruptor magnetotérmico 1-7 marca SIEMENS,
 - Calibre 10 A.
 - Poder de corte 6 kA.
 - Bipolar.
 - Clase B

Línea Alumbrado 2-7 ILUMINACIÓN ACERA NAVE (Cara Sur)

Sección del cable: 1x4/4 + 4T mm².

Canalización: tubo de PVC rígido Ø 25mm.

- Interruptor magnetotérmico 2-7 marca SIEMENS,
 - Calibre 10 A.
 - Poder de corte 6 kA.
 - Bipolar.
 - Clase B,
- Interruptor diferencial 2-7 marca SIEMENS,
 - Sensibilidad 30 mA.
 - Bipolar

Línea Alumbrado 3-7 ILUMINACIÓN DE FACHADA PRINCIPAL NAVE (CARTEL):

Sección del cable: 2x1.5/1.5 +4T mm².

Canalización: tubo de PVC rígido Ø 11mm.

- Interruptor magnetotérmico 3-7 marca SIEMENS,
 - Calibre 10 A.
 - Poder de corte 6 kA.
 - Bipolar.
 - Clase B
- Interruptor diferencial 3-7 marca SIEMENS, modelo 5SU
 - Sensibilidad 30 mA.
 - Bipolar.

Línea Alumbrado 4-7 ILUMINACIÓN ACERA NAVE (Cara Este- Fachada principal)

Sección del cable: 1x4 + 4T mm².



Canalización: tubo de PVC rígido Ø 25mm.

- Interruptor magnetotérmico 4-7 marca SIEMENS,
 - Calibre 10 A.
 - Poder de corte 6 kA.
 - Bipolar.
 - Clase B

Línea Alumbrado 5-7 ILUMINACIÓN ACERA NAVE (Cara Oeste)

Sección del cable: 1x4 + 4T mm².

Canalización: tubo de PVC rígido Ø 25mm.

- Interruptor magnetotérmico 5-7 marca SIEMENS,
 - Calibre 10 A.
 - Poder de corte 6 kA.
 - Bipolar.
 - Clase B



1.8. PUESTAS A TIERRA

1.8.1. 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.

Es 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 viene indicado en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, siendo 24V en locales húmedos y 50V en locales secos. Estos valores son los máximos que 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 equipotencialidad.

1.8.2. Finalidad de la puesta a tierra

La puesta a tierra, se basa en 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 encarga de conducir a tierra toda la corriente eléctrica que salga de su recorrido normal además también realizará lo mismo con corrientes o descargas atmosférica procedentes de otras fuentes.



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

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

1.8.3. Partes de la puesta a tierra

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

1.8.3.1. Terreno

Se considera como el elemento encargado de disipar corrientes de defecto o descargas de origen atmosférico.

Este comportamiento viene determinado por la resistividad; 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:

- 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.

1.8.3.2. Tomas de tierra

Elemento de unión entre el terreno y el circuito instalado en el interior del edificio. Está formada por los siguientes elementos:

Electrodos

Elemento metálico que se encuentra en contacto permanente con el terreno para facilitarle el paso de corrientes de defecto, o la carga eléctrica que pueda tener.

Pueden ser:

- Naturales: constituidos por conducciones metálicas enterradas, como conducciones de agua, cubiertas de plomo de cables de redes subterráneas, pilares metálicos de los edificios que se construyen con estructuras metálicas...
- Artificiales: barras (picas), tubos, placas metálicas, cables, u otros perfiles que a su vez puedan combinarse formando anillos o mallas.

De la sección en contacto con el terreno dependerá el valor de la resistencia a tierra. En general, la sección de un electrodo no debe ser inferior a un cuarto de la sección del conductor de línea principal de tierra.



Los metales deben ser inalterables a las acciones de la humedad y del terreno como son el cobre, el hierro galvanizado, fundición de hierro, etc.

Líneas de enlace con tierra

Formada por los conductores que unen el electrodo, conjunto de electrodos o anillo, con el punto de puesta a tierra. Los conductores de enlace con tierra desnudos en el suelo, se consideran que forman parte del electrodo y deberán ser de cobre u otro metal de alto punto de fusión con un mínimo de 35 mm² de sección en caso de ser de cobre o su equivalente de otros metales.

Punto de puesta a tierra

Situado fuera del terreno y que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra. El punto de puesta es un elemento de conexión, placa, regleta, grapa... que une los conductores de la línea de enlace con la principal de tierra.

El número de puntos de puesta a tierra conectados al mismo electrodo o conjunto de ellos dependerá del tipo de instalación.

1.8.3.3. 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 mm² de sección.

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

1.8.3.4. Derivaciones de las líneas principales de tierra



Conductores que unen la línea principal de tierra con los conductores de protección o bien directamente las masas significativas que existen en el edificio. Serán de cobre o de otro metal de elevado punto de fusión.

El dimensionamiento viene en la ITC-BT-18.

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

Con un mínimo de 2.5 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica., y con un mínimo de 4 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica.

1.8.3.5. Conductores de protección

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.

1.8.4. Elementos a conectar a la toma de tierra

Se conectarán todos los elementos metálicos o susceptibles de ponerse en tensión a los puntos de puesta a tierra, con el fin de conseguir una gran equipotencialidad dentro del edificio y en contacto con la tierra.

Se deben conectar a tierra el siguiente conjunto de elementos:

- Instalaciones de fontanería, gas y calefacción, depósitos, calderas, etc.
- Guías metálicas de los aparatos elevadores.
- Caja General de Protección (no obligatorio en el R.E.B.T.).
- Instalación de pararrayos.
- Instalación de antenas colectivas de TV y FM.
- Redes equipotenciales de cuarto de baño, que unan enchufes eléctricos y masas metálicas.



- Toda masa o elemento metálico significativo.
- Estructuras metálicas y armaduras de muros de hormigón.

1.8.5. Solución de puesta a tierra de la nave

Realizaremos la puesta a tierra, mediante un electrodo formado por un conductor de cobre de 50 mm² desnudo y enterrado a una profundidad de 0.8 m. El conductor abarca todo el perímetro de la nave, 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 al 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.

1.9. CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

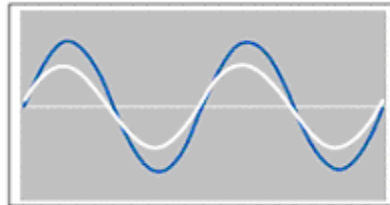
1.9.1. Introducción

Los aparatos y máquinas utilizados, además de un consumo de energía activa, tienen un consumo de energía reactiva inductiva; los receptores inductivos absorben energía de la red durante la creación de los campos magnéticos y la entregan durante la destrucción de estos.

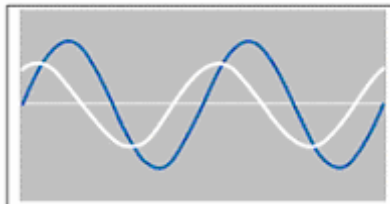
Dando lugar a pérdidas en los conductores, caídas de tensión en los mismos, y un consumo de energía suplementario que no es aprovechado directamente por los receptores.

La energía reactiva está representada por el $\cos\phi$ o factor de potencia, por lo que la potencia útil que se dispone en una instalación aumenta conforme se mejora el $\cos\phi$ de la instalación.

- Factor de potencia alto:



- Factor de potencia bajo:



El factor de potencia depende de las características de los receptores y de su régimen de funcionamiento siendo independiente del rendimiento propio de estos receptores.

1.9.2. Ventajas de un elevado factor de potencia

Podemos definir estas ventajas:

- Reducción en el recibo de la electricidad.



- Optimización de las instalaciones eléctricas.
- Disminución de la caída de tensión en las líneas.
- Reducción del dimensionamiento de las líneas.
- Disminución de las pérdidas por calentamiento en línea.
- La resistencia de los conductores siempre provoca pérdidas de potencia. Estas pérdidas son proporcionales al cuadrado de la corriente transportada, la cual, para una misma potencia activa, disminuye a medida que el factor de potencia aumenta.
- Aumento de la potencia disponible en el transformador de alimentación.
- Mientras el factor de potencia crece, la potencia aparente S para una misma potencia activa P disminuye; es decir, se utiliza tanto mejor un transformador conforme el factor de potencia de la carga más se aproxima a la unidad.
- Facilita el suministro de la tensión nominal a los receptores.
- Reporta una disminución de costes de la factura de energía eléctrica al realizar una bonificación la compañía suministradora para valores:

$$0.9 < \cos\varphi < 1$$

1.9.3. Métodos para mejorar el factor de potencia

1.9.3.1. Procedimientos directos

Procuran disminuir el consumo innecesario de energía reactiva actuando sobre las cargas normales de la instalación.

Los más importantes son:

- Sustituir los motores defectuosos fuera de las horas de trabajo.
- Reducir las marchas en vacío o con poca carga de los transformadores.
- Correcta elección del equipo eléctrico.
- Evitar marchas en vacío o cargas reducidas de los motores eléctricos.

1.9.3.2. Procedimientos indirectos

Compensar el consumo de energía reactiva mediante elementos productores de energía capacitiva, compensando parcial o totalmente la energía inductiva consumida por los elementos receptores.

Se utilizan compensadores que se dividen en:



- Compensadores giratorios (síncronos): motores que trabajan sobreexcitados, los cuales proporcionan energía capacitiva.
- Compensadores estáticos (condensadores): pueden ser individualmente o en baterías de condensadores conectados adecuadamente.

1.9.4. Elección del método de compensación

Tras realizar la compensación directa, si aún así el factor de potencia no es adecuado se realizará una compensación indirecta con una batería de condensadores.

1.9.4.1. Clasificación por la situación de la compensación

Situación en cabecera

Cuando los condensadores se sitúan en la cabecera de la instalación, se consigue una reducción del consumo de energía reactiva y por tanto se evitarán las penalizaciones económicas por un consumo excesivo de dicha energía.

También se conseguirá ajustar la potencia aparente “S”, a lo que se necesite en la instalación.

Situación en cada receptor inductivo

Cuando los condensadores se sitúan en los bornes de cada uno de los receptores de tipo inductivo, se consigue, además de evitar las penalizaciones por consumo de energía reactiva y ajustar “S” a la necesidad real, reducir las pérdidas por efecto Joule de los cables, ya que la corriente reactiva se abastece en el mismo lugar de su consumo y por tanto no circula en los cables de la instalación.

Situación en una zona intermedia

Cuando los condensadores se sitúan en una zona intermedia, se conseguirá evitar la penalización por consumo de energía reactiva y se reducirán por tanto las pérdidas por efecto Joule.

1.9.4.2. Clasificación por el tipo de condensador



Compensación fija

En todo momento los condensadores están suministrando una energía reactiva fija, que debe ser consumida en su totalidad por el receptor. De no ser así la red absorbería energía capacitiva.

Compensación automática (variable)

Se realiza con un equipo de condensadores que se adecuan a las variaciones de potencia reactiva de la instalación para conseguir mantener el $\cos\phi$ objetivo.

El equipo de compensación automático, o batería de condensadores, está compuesto de un regulador, que mide el $\cos\phi$ de la instalación y conecta los distintos escalones de energía reactiva, contactores, que conectan los distintos condensadores de la batería para conseguir los distintos escalones de potencia.

Se elegirá compensación automática para la instalación ya que el consumo de energía reactiva de la instalación no va a ser siempre el mismo, variará en función de las cargas inductivas conectadas (luminarias, motores...). De tal manera que se colocará un equipo de compensación automática en la cabecera de la instalación del edificio, para compensar la energía reactiva consumida por la totalidad de las cargas inductivas de la instalación.

1.9.5. Solución adoptada

La solución adoptada es la compensación automática por batería de condensadores, que se define como:

- La potencia Kva., que vendrá dada por los cálculos efectuados y dependerá del $\cos\phi$ objetivo que se desea tener en la instalación.
- Tensión nominal, que siempre deberá ser mayor o igual a la tensión de red.
- La regulación de la batería, que indicará el escalonamiento físico de la misma.

La batería escogida es de 63kVar de potencia reactiva, alimentación trifásica a 400V de tensión y 50Hz de frecuencia, modelado ACF-75-440 "CIRCUTOR", con armario metálico de soporte y grado de protección IP 21, de 360x140x1093mm, contactotes con bloque de preinserción y resistencia de descarga rápida y fusibles de alto poder de corte de 160A.

Es de 7 escalones físicos: 3+5+(11x5), y posee 21 combinaciones siendo estas los escalones eléctricos.





1.10. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

1.10.1. Introducción

El artículo 13 del REBT indica que, para la reserva de local, se seguirán las prescripciones recogidas en los artículos 45 y 47 del R.D. 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

El objeto del presente proyecto es especificar las condiciones técnicas y de ejecución de un centro de transformación de características normalizadas cuyo fin es suministrar energía eléctrica en baja tensión a una nave industrial.

1.10.2. Reglamentación y disposiciones oficiales

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

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

Normas y recomendaciones de diseño de la paramenta eléctrica:

- UNE 20081, 20099, 20100, 20101, 20104-1, 20801, 20135, 21136, 21139, 21428
- CEI 129, 265-1, 298, 56, 420, 694, 255, 801
- RU 6407B, 5201D

1.10.3. Titular



El Centro de transformación será propiedad de la empresa que fabrica muebles de ebanistería.

1.10.4. Emplazamiento

El CT se ubicará en la parte trasera de la nave en el Polígono industrial de Sos del Rey Católico, en la calle La Tejería s/n.

1.10.5. Características del Centro de Transformación

El Centro de Transformación, tipo cliente, objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía, realizándose la medición de la misma en Media Tensión.

La energía será suministrada por la compañía Iberdrola a la tensión trifásica de 13,2kV y frecuencia de 50Hz, mientras la acometida será por medio de cables subterráneos.

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

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

1.10.6. Necesidades y potencia instalada

Se precisa el suministro de energía a una tensión de 400 V, con una potencia máxima simultánea de 137 kW.

Para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en este Centro de Transformación es de 250 kVA.

La potencia del Centro de Transformación siempre tiene que ser superior a la potencia máxima de la empresa, ya que en un futuro puede ser aumentada la demanda de potencia.



1.10.7. Descripción de la instalación

1.10.7.1 Obra civil

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

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

Características de los Materiales

Edificio de Transformación: PFU-4/20

- Envolvente:

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

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm². Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

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

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

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

- Placa piso

Sobre la placa base y a una altura de unos 400mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes,



permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

- Accesos

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

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

- Ventilación

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

- Alumbrado

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

- Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

- Cimentación

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

1.10.8. Instalación eléctrica

1.10.8.1. Características de la Red de alimentación



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

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 360 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 16 kA eficaces.

1.10.8.2. Características de la Aparata de Alta Tensión

El Centro de Transformación, estará constituido por diferentes celdas las cuales desempeñarán las siguientes funciones predefinidas por el fabricante y que siguen un criterio estándar.

Celdas CGM

Las celdas CGM forman un sistema de equipos modulares de reducidas dimensiones para Media Tensión, con una función específica por cada módulo o celda. Cada función dispone de su propia envolvente metálica que alberga una cuba llena de gas SF₆, en la cual se encuentran los aparatos de maniobra y el embarrado

Base y frente

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

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

Cuba

La cuba está fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles y el gas SF₆ que se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,3 bares. El sellado de la cuba permite el mantenimiento de



Memoria

los requisitos de operación segura sin necesidad de reposición del gas durante toda su vida útil.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases, que en caso de arco interno, permite su salida por la parte trasera de la celda.

Interruptor/ Seccionador/ Seccionador de puesta a tierra

El interruptor disponible del sistema CGM tiene tres posiciones: Conectado, seccionado y puesto a tierra.

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

Mando

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal y pueden ser accionados de forma manual y motorizada.

Fusibles

En las celdas CPM-F de protección mediante fusibles, los fusibles se montan sobre carros que se introducen en los tubos portafusibles, de resina aislante y 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 estos.

Conexión de cables

La conexión de cables se realiza por la parte frontal, mediante 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 p.a.t. cuando la tapa frontal ha sido extraída.

Características eléctricas

- Tensión Nominal: 24
- Nivel aislamiento frecuencia Industrial (1m):
 - A tierra y entre fases(KV) 50
 - A la distancia de seccionamiento (KV)..... 60
- A impulso de rayo:
 - A tierra y entre fases(KV)..... 125
 - A la distancia de seccionamiento (KV)..... 145

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades Nominales Térmica y Dinámica.

1.10.8.3. Características de la aparamenta de Baja Tensión

El elemento de salida en Baja Tensión será un interruptor automático de 400 que tiene como misión actuar como protección general de la instalación eléctrica de potencia en baja Tensión.

1.10.8.4. Características descriptivas de las celdas y transformadores de Alta Tensión

Entrada/Salida 1: CGM-CML Interruptor seccionador

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

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



Características eléctricas:

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

Dispone también de captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

Otras características constructivas de la celda CML son:

- Capacidad de ruptura 400 A
- Intensidad de cortocircuito 16 KA/40 KA
- Capacidad de cierre 40 KA
- Mando interruptor Manual

Protección General 1: CGM-CPMF, Protección por fusibles

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

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

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

Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada en el embarrado: 400 A
- Intensidad asignada en la derivación: 200 A



Memoria

- Intensidad fusibles: 3x25 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
- Nivel de aislamiento
 - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 50 kV
 - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 kV
 - Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
- Capacidad de corte
 - Corriente principalmente activa: 400 A

Medida: CGM-CMM, Medida

Celda con envolvente metálica, formada por un módulo de 24 KV de Tensión Nominal y 400 A de Intensidad Nominal.

Sus dimensiones son 800 mm de ancho, 1.025 mm de fondo y 1.800 mm de alto.

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.

Esta celda contendrá tres transformadores de tensión y tres de Intensidad, de aislamiento seco y construido atendiendo a las correspondientes normas UNE, CEI y particulares de IBERDROLA que tendrán las siguientes características:

Transformadores de Intensidad:

- Relación de Transformación 15/5
- Potencia 15 VA
- Clase de precisión 0,5
- Intensidad térmica 80 In
- Sobreintensidad admisible permanente 1,2 In
- Aislamiento
 - Tensión nominal (KV) 24
 - A frec. Industrial (1m) 50
 - A impulso de Rayo (1,2/50) (KV) 125

Transformadores de Tensión:

- Relación de Transformación 13.200:V3/110:V3
- Potencia 50 VA
- Clase de precisión 0,5
- Sobretensión admisible permanente 1,2 Vn
- Aislamiento
 - Tensión nominal (KV) 24



Memoria

- A frec. Industrial (1m) 50
- A impulso de Rayo (1,2/50) (KV) 125

Transformación de Potencia: Transformador 1

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas descritas anteriormente, con neutro accesible en el secundario de las siguientes características:

- Potencia Nominal 250 KVA
- Tensión primario 13.200 V +2,5%, +5%
- Tensión secundario (vacío) 420 V
- Tensión de cortocircuito (Ucc) 4%
- Grupo de conexión Dyn11
- Protección incorporada al transformador: Sin protección propia

1.10.8.5. Características descriptivas de los cuadros de Baja Tensión

La descripción y características técnicas de estos cuadros se especificarán en el preceptivo proyecto de la Instalación Eléctrica de Baja Tensión para el local comercial al que abastece de energía el Centro de Transformación objeto de este proyecto.

1.10.8.6. Características del material vario de AT y BT

El material vario del C.T. es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

Interconexiones de AT

Los puentes de AT que unen la celda de medida con el transformador de potencia, estarán constituidos por cables unipolares del tipo DHZ1 de 12/20 KV de Al de 1*50mm² y terminaciones ELASTIMOLD de 24 KV del tipo cono difusor y modelo MSC en un extremo y del tipo enchufable y modelo K-158-LR en el otro extremo.

Interconexiones de Baja Tensión



Los puentes de BT que unen el secundario del transformador de potencia con el interruptor automático de protección general de la instalación de BT, se ejecutarán con conductores de cobre de 1*185 mm² para las fases y de 1*95 para el neutro.

Defensa del transformador

Constituida por rejilla metálica y perfilaría metálica de sustentación de la misma y diseñada de forma que impida el contacto de personas con partes activas de la instalación.

Alumbrado general y Alumbrado de Emergencia del local del C.T.

El interruptor se situará al lado de la puerta de acceso, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la MT.

El interruptor accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro.

1.10.9. Medida de la energía eléctrica

La medida de energía eléctrica se realizará mediante contadores de energía activa y reactiva, conectados al secundario de los transformadores de intensidad y tensión de la celda de medida.

Los contadores se instalarán en un armario que contendrá también un maxímetro y un reloj que permita la tarificación por discriminación horaria.

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.

1.10.10. Puesta a Tierra

1.10.10.1. Tierra de Protección



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

Por otra parte no se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior

1.10.10.2. Tierra de Servicio

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

1.10.11. Instalaciones secundarias

1.10.11.1. Protección contra incendios

De acuerdo con la instrucción MIERAT 14, se dispondrá como mínimo de un extintor de eficacia equivalente 89 B de nieve carbónica, 5 kg.

Al estar dividida la caseta del centro de transformación en 2 partes, se ubicara un extintor en cada una de ellas.

1.10.11.2. Señalizaciones y equipos auxiliares

Contará el Centro con los siguientes elementos de protección y señalización:

- A. Placas de Riesgo Eléctrico
- B. Armario de Primeros auxilios
- C. Alfombrillas aislantes para 30 KV
- D. Guantes aislantes para 20 KV
- E. Estuche para guantes
- F. Portafusibles
- G. Pértiga de salvamento

- H. Pértiga detectora de tensión
- I. Placas de “Peligro de Muerte”
- J. Placa de “Primeros auxilios
- K. Placa de “Cinco Reglas”
- L. 3 Fusibles de repuesto
- M. Banquillo aislante 24 KV

1.10.11.3. Tomas de corriente

Se colocarán 1 tomas de corriente monofásica de 16 A en cada división.

1.10.11.4. Alumbrado de Emergencia

Se dotará de alumbrado de emergencia mediante una luminaria colocada encima de las puertas de entrada.

El alumbrado de emergencia se realizará con el mismo tipo de lámparas de emergencia de la nave.

1.10.11.5. Iluminación

El método para conocer el alumbrado necesario en la caseta del centro de transformación es el mismo que en la nave, por lo que se utilizará alumbrado superficial ya que la caseta del centro de transformación es prefabricada.

- Kit 3 focos LED superficiales cuadrados 10W, Ledyluz

Características.

- Entrada de voltaje: 220V
- Potencia: 10W
- Duración: 50000h



- Número de lámparas: 2
- Potencia: 20W



Fd.: Susana Palacin Buil

Pamplona, Febrero de 2013



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

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

CÁLCULOS

Susana Palacín Buil

Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Febrero/2013



Índice

2. CÁLCULOS

2.1. ILUMINACIÓN	3
2.1.1. Introducción.....	3
2.1.2. Cálculos de iluminación interior	3
2.1.3. Alumbrado exterior.....	10
2.1.4. Alumbrado de emergencia y señalización	11
2.2. CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE LÍNEA	13
2.2.1. Introducción.....	13
2.2.2. Acometida. Transformador-C.D.G.....	14
2.2.3. Calculo del cuadro general de distribución	15
2.2.3. Cuadro de distribución general.....	16
2.3. CÁLCULO DE SECCIÓN DEL CABLE Y CANALIZACIÓN	23
2.3.1. Introducción.....	23
2.3.2. Sección a intensidad máxima admisible ($I'c$).....	23
2.3.3. Caída de tensión	23
2.3.3. Canalizaciones	24
2.3.4. Solución cuadro general de distribución	25
2.3.5. Solución cuadros individuales	26
2.4. CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO.....	31
2.4.1. Introducción.....	31
2.4.2. Cálculo de I_{cc} en el secundario del transformador.....	31
2.4.2.1. Calculo impedancia de la Red aguas arriba (Referida al primario).....	31
2.4.2.2. Calculamos la Z_a	31
2.4.2.3. Impedancia interna del trafo	32
2.4.2.4. La intensidad de Cortocircuito a la salida del transformador	32
2.4.3. Cálculo de I_{cc} en el cuadro general de distribución.....	32
2.4.4. Cálculo de líneas y protecciones	33
2.4.4.1. Impedancia de línea	33
2.4.4.2. La resistencia de cada línea se calculará aplicando	34
2.4.4.3. Inductancia de la línea	34
2.4.5. Solución cuadro general de distribución	35
2.4.6. Solución cuadros individuales	35
2.5. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA EN LA NAVE.....	39
2.5.1. Introducción.....	39
2.5.2. Electrodo.....	39
2.6. CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	42
2.6.1. Introducción.....	42
2.6.2. Intensidad de alta tensión	42
2.6.3. Intensidad de baja tensión	42



2.6.4. Cortocircuito	44
2.6.4.1. Intensidad de cortocircuito en AT	44
2.6.4.2. Intensidad de cortocircuito en BT	44
2.6.5. Dimensionado del embarrado	45
2.6.6. Sección de los conductores del CT	45
2.6.6.2. Conexión secundario del trafo a cuadro BT	45
2.6.7. Otras instalaciones	46
2.6.7.1. Iluminación	46
2.6.8. Solución cuadro auxiliar	47
2.6.8.1. Solución iluminación	47
2.6.8.2. Solución dimensionado de los cables del cuadro de Baja Tensión	48
2.6.9. Selección de las protecciones	48
2.6.9.1. Solución alta tensión	48
2.6.9.1. Solución baja tensión	50
2.6.10. Dimensionado de la ventilación del C.T	50
2.6.11. Dimensiones del pozo apagafuegos	50
2.6.12. Cálculo de la resistencia del sistema de tierras	53
2.6.12.1. Tierra de protección	53
2.6.12.1. Tierra de servicio	54
2.6.13. Tensiones en el exterior de la instalación	54
2.6.14. Tensiones en el interior de la instalación	55
2.6.15. Tensiones aplicadas	55
2.6.16. Investigación de tensiones transferibles al exterior	56
2.6.17. Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo	57
2.7. CÁLCULO DE COMPENSACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA	58
2.7.1. Introducción	58
2.7.2. Cálculos	58
2.7.2.1. Cálculo total de la potencia activa y reactiva	58
2.7.2.2. Cálculo del ángulo del triángulo de potencias	58
2.7.2.3. Cálculo del factor de potencia que queremos obtener y potencia que queremos obtener	59
2.7.2.4. Cálculo de la energía reactiva necesaria para compensar	59
2.7.3. Solución	59



2.1. ILUMINACIÓN

2.1.1. Introducción

Para la realización del proyecto de iluminación interior seguiremos el método descrito en la memoria, denominado método de los lúmenes, basado en el desarrollo de estos puntos:

- Información previa que recoge los factores de partida. (*Tabla 1.3.1.2.*)
- Nivel de iluminación aconsejado
- Determinación del sistema de alumbrado y el tipo de luminaria-lámpara.
- Factor de mantenimiento.
- Índice del local según la clase de alumbrado. (*Tabla 1.3.1.4.*)
- Factor de utilización. (*Tabla 1.3.1.5.*)
- Flujo total.
- Número de luminarias.
- Distribución vertical de los focos.
- Distribución horizontal entre 2 focos.
- Distribución horizontal desde los aparatos extremos de una fila al muro perpendicular a ellos.
- Número mínimo de aparatos de alumbrado según la longitud del local.
- Número mínimo de aparatos de alumbrado según la anchura del local

El desarrollo de estos puntos está extensamente desarrollado en el documento MEMORIA del presente proyecto.

2.1.2. Cálculos de iluminación interior

Oficina

Datos iniciales:

- Ancho (m): 4
- Longitud (m): 13.75
- Altura (m): 3
- Superficie (m²): 55

Nivel de iluminación aconsejado (E):

Buscamos en la *tabla 1.3.1.2.* en el apartado correspondiente de la memoria que hace referencia a los cálculos.

Cálculos

- $E=500\text{lux/m}$

Sistema de alumbrado:

- Panel LED 50W, LD1080108, Ledbox
- Flujo luminoso de la lámpara: 3400Lm

Factor de mantenimiento (F_m):

- Tipo: Bueno
- Coeficiente: $F_m=0.75$

Índice del local (K):

$$\text{Relación del local: } k = \frac{A \cdot L}{(A + L) \cdot h} = \frac{4 \cdot 13.75}{(4 + 17.75) \cdot 1.6} = 1.937$$

Buscamos en la *tabla 1.3.1.4.* correspondiente al apartado de la relación del local, obteniendo el índice del local (K) correspondiente:

$$k = 1.937 \rightarrow E$$

Factor de utilización (F_u):

- Techos: 75%
- Paredes: 50%

Observando la *tabla 1.3.1.5.* con los 2 datos anteriores de reflexión en el techo y paredes, podemos obtener el factor de utilización adecuado:

$$K = E \rightarrow F_u = 0.7$$

Flujo total (Φ_t):

$$\Phi_t = \frac{E \cdot L \cdot A}{F_m \cdot F_u} = \frac{500 \cdot 13.75 \cdot 4}{0.75 \cdot 0.7} = 56122.45\text{lm}$$

Número de luminarias (N):

Flujo luminoso de las luminarias, $\phi_i= 3400\text{Lm/luminaria}$



$$N = \frac{\Phi_t}{\Phi_i} = \frac{56122.45}{3400} = 15.5$$

La solución adecuada es poner 15.5 paneles Led, pero este valor debe ser redondeado.

Para redondear dicho valor, se debe tener en cuenta que el índice del local es 1,937, y que se encuentra por debajo del punto medio que para K=E es de 2, por lo que el número adecuado sería redondear a la baja, obteniendo como resultado 15 luminarias.

De tal manera que la potencia total en la oficina es:

$$P = n^\circ \text{lámparas} \cdot \text{potencia} = 15 \cdot 50 = 750W$$

Distancia vertical de los focos al plano útil de trabajo (d):

$$d = \frac{4}{5} \cdot h = \frac{4}{5} \cdot 3 = 2.4m$$

Distancia horizontal entre focos (e):

$$e < 1.5 \cdot d = 3.6m$$

Distancia horizontal desde los aparatos extremos de una fila al muro perpendicular (e'):

$$e' = \frac{e}{2} = \frac{3.6}{2} = 1.8m$$

Número de aparatos según la longitud del local (n):

$$n = \frac{(L + e - 2 \cdot e')}{e} = \frac{13.75 + 3.6 - 2 \cdot 1.8}{3.6} = 3.81$$

Número de aparatos mínimos según el ancho del local (n'):

$$n' = \frac{(A + e - 2 \cdot e')}{e} = \frac{4 + 3.6 - 2 \cdot 1.8}{3.6} = 2.22$$



Cálculos

Una vez realizados todos los apartados para la oficina, describiré los datos iniciales y el sistema de alumbrado y tipo de luminaria-lámpara de cada elemento constituyente del interior de la nave para poder completar la tabla adjunta.

Despacho

Datos iniciales:

- Ancho (m): 4
- Longitud (m): 3.75
- Altura (m): 3
- Superficie (m²): 15

Sistema de alumbrado:

- Panel LED 50W, LD1080108, Ledbox
- Flujo luminoso de la lámpara: 3400Lm

Vestuarios y aseos para hombres

Datos iniciales:

- Ancho (m): 4
- Longitud (m): 5
- Altura (m): 3
- Superficie (m²): 20

Sistema de alumbrado:

- Kramfor Downlight, 12W, LD1010309, Ledbox
- Flujo luminoso de la lámpara: 800Lm

- Downled Basic, 13W-C16L, Uniled
- Flujo luminoso de la lámpara: 1000Lm

Vestuarios y aseos para mujeres

Datos iniciales:

- Ancho (m): 4
- Longitud (m): 5



Cálculos

- Altura (m): 3
- Superficie (m²): 20

Sistema de alumbrado:

- Kramfor Downlight, 12W, LD1010309, Ledbox
- Flujo luminoso de la lámpara: 800Lm

- Downled Basic, 13W-C16L, Uniled
- Flujo luminoso de la lámpara: 1000Lm

Pasillo

Datos iniciales:

- Ancho (m): 1.2
- Longitud (m): 13.33
- Altura (m): 3
- Superficie (m²): 16

Sistema de alumbrado:

- Kramfor Downlight, 12W, LD1010309, Ledbox
- Flujo luminoso de la lámpara: 800Lm

Cabina de barnizado

Datos iniciales:

- Ancho (m): 4
- Longitud (m): 20
- Altura (m): 3
- Superficie (m²): 80

Sistema de alumbrado:

- Panel LED 80W, LD1080113, Ledbox
- Flujo luminoso de la lámpara: 5200Lm



Cálculos

Almacén

Datos iniciales:

- Ancho (m): 10
- Longitud (m): 12
- Altura (m): 8
- Superficie (m²): 120

Sistema de alumbrado:

- Campana industrial LED 60W, ECO5032, greenPack
- Flujo luminoso de la lámpara: 6000Lm

Taller

Para poder obtener bien todas las lámparas y luminarias, se debe dividir el taller en tres zonas, utilizando el mismo sistema de alumbrado.

- Campana industrial LED reflectora punteada 240W, ECO1240, greenPack
- Flujo luminoso de la lámpara: 20250Lm

Zona A; datos iniciales:

- Ancho (m): 5.8
- Longitud (m): 31
- Altura (m): 8
- Superficie (m²): 179.8

Zona B; datos iniciales:

- Ancho (m): 16
- Longitud (m): 15.2
- Altura (m): 8
- Superficie (m²): 243.2

Zona C, datos iniciales:

- Ancho (m): 10
- Longitud (m): 15.2
- Altura (m): 8
- Superficie (m²): 152

→ Una vez definidos, la tabla con todos los apartados de la nave queda de la siguiente manera:



Cálculos

	E (lux)	Fm	K	Fu	ϕt (Lm)	N	N (total)	d (m)	e (m)	e' (m)	n	n'	P(W)
OFICINA	500	0,75	1,937	0,7	56122,45	15,5	15	2,4	3,6	1,8	3,81	2,22	750
DESPACHO	500	0,75	1,21	0,6	16666,67	4,97	4	2,4	3,6	1,8	1,04	2,22	200
ASEOS H	120	0,75	1,38	0,58	5517,24	6,5	7	2,4	3,6	1,8	1,39	2,22	84
ASEOS M	120	0,75	1,38	0,58	5517,24	6,5	7	2,4	3,6	1,8	1,39	2,22	84
PASILLO	120	0,75	0,68	0,48	5333,3	6,34	6	2,4	3,6	1,8	3,7	0,67	72
CABINA	500	0,75	2,08	0,6	88888,89	17,09	18	2,4	3,6	1,8	4,16	1,66	1440
ALMACEN	250	0,75	3,41	0,67	63965,88	3,78	4	6,4	9,6	4,8	1,25	2,08	240
TALLER. A	300	0,75	3,05	0,66	108969,7	5,3	5	6,4	9,6	4,8	3,23	1,21	1200
TALLER. B	300	0,75	4,87	0,68	143058,8 1	7,06	7	6,4	9,6	4,8	1,58	3,33	1680
TALLER. C	300	0,75	3,77	0,67	90746,27	3,68	4	6,4	9,6	4,8	1,58	2,08	960



2.1.3. Alumbrado exterior

Para la iluminación exterior se realizan las mismas operaciones que en el alumbrado interior; de tal manera que el resultado obtenido es:

Fachada norte y sur:

Datos iniciales:

- Ancho (m): 2
- Longitud (m): 124
- Altura (m): 7.5
- Superficie (m²): 164

Sistema de alumbrado:

- Led Street Urban, LD1150101, 50W, Ledbox
- Flujo luminoso de la lámpara: 3750Lm

Número de luminarias: 8

→ Potencia total: 400W

Fachada este y oeste

Datos iniciales:

- Ancho (m): 2
- Longitud (m): 42
- Altura (m): 7.5
- Superficie (m²): 84

Sistema de alumbrado:

- Led Street Urban, LD1150101, 50W, Ledbox
- Flujo luminoso de la lámpara: 3750Lm

Número de luminarias: 2

→ Potencia total: 100W

Fachada cartel y entrada

Datos iniciales:

- Ancho (m): 2



Cálculos

- Longitud (m): 21
- Altura (m): 7.5
- Superficie (m²): 84

Sistema de alumbrado:

- Led Streer Urban, 50W, LedBox
- Flujo luminoso de la lámpara: 5200Lm

Número de luminarias: 4

→ Potencia total: 200W

2.1.4. Alumbrado de emergencia y señalización

El cálculo del alumbrado de emergencia se realiza para obtener una iluminación que permita evacuar la nave por las rutas marcadas sin riesgo alguno.

La colocación del alumbrado de emergencia y señalización se situarán justo encima de los marcos de las puertas, excepto en la zona del taller, que se colocará debajo de la bandeja.

Las luminarias utilizadas serán la misma para toda la nave:

- Luz de emergencia Led Emerlux F100, LD1017001, Ledbox
- Luminosidad: 135Lm
- Potencia: 3W

Oficina

Datos iniciales

-Area: 55 m²

Nivel de iluminación aconsejable

-E= 5lm/ m²

-Lúmenes necesarios: $\text{Área} \cdot E = 55 \cdot 5 = 275Lm$

Número mínimo de lámparas

$$\frac{\text{Lum.necesarios}}{\text{Lum.lámpara}} = \frac{275}{135} = 2.04\text{Lamparas}$$



El número de lámparas debe ajustarse, de tal manera que como mínimo se coloque una debajo de cada puerta, y en superficies más grandes como por ejemplo el taller se coloquen más con el fin de asegurar una evacuación adecuada.

De tal manera en la oficina se colocarán 4. (Una en cada puerta y una en cada lado de la pared)

	Área	lm/m mínimos	Lm necesarios	Lm lampara	nº lamparas mín	lámparas
OFICINA	55	5	275	135	2,04	4
DESPACHO	15	5	75	135	0,56	1
ASEO H	20	5	100	135	0,74	5
ASEO M	20	5	100	135	0,74	5
PASILLO	16	5	80	135	0,59	2
CABINA	80	5	400	135	2,96	3
ALMACEN	120	5	600	135	4,44	6
TALLER	590	5	2950	135	21,85	14



2.2. CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE LÍNEA

2.2.1. Introducción

La finalidad de este apartado es calcular las intensidades que circulan por los diversos circuitos para utilizarlos mas adelante.

Los pasos a seguir son:

- Indicar la potencia consumida por cada receptor en vatios.
- Calcular la corriente de cada receptor.
- Calcular la corriente de cortocircuito con ayuda del factor de corrección de cada receptor.
- Obtener el cuadro general que recoge toda la información.

La intensidad se calcula de dos formas distintas, según sea monofásico o trifásico:

- Monofásico $\rightarrow I_a = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi}$
- Trifásico $\rightarrow I_a = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi}$

Donde:

- I_a = intensidad nominal, en A.
- P = potencia activa consumida por el receptor ($1C.V = 736W$).
- V = tensión nominal (230/400V).
- $\cos \varphi$ = factor de potencia del receptor.

La corriente de cortocircuito se obtiene multiplicando la corriente por un factor de corrección que depende del tipo de receptor:

- 1.25 motores
- 1.8 alumbrado

Además el $\cos \varphi$, variará en función de si es motor o toma de corriente:

- 0.85-0.95 motores
- 1 tomas de corriente



2.2.2. Acometida. Transformador-C.D.G.

Previendo una futura ampliación en la instalación de la nave, dimensionaremos el conductor para la potencia nominal del transformador.

$$- S=250\text{KVA}$$

$$- V=400\text{V}$$

$$I_a = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{250000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 360.84\text{A}$$

La intensidad nominal es 360.84^a.

Puesto que la longitud de la acometida son 12m (L), podemos calcular la caída de tensión:

$$e = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I_a \cdot \cos \varphi}{S_\gamma} = \frac{\sqrt{3} \cdot 12 \cdot 360.84 \cdot 0.9}{250} = 1.52\text{V}$$

$$e(\%) = \frac{e \cdot 100}{380} = \frac{1.52 \cdot 100}{380} = 0.4$$

La distribución de la potencia del centro de transformación al C.D.G. se hará subterránea por medio de tres cables unipolares más el neutro de sección 3x150mm² + 95mm² de polietileno reticulado como material aislante, según lo establecido en el RBT-ITC-07. La protección será de 95mm².



2.2.3. Calculo del cuadro general de distribución

CUADRO	P (w)	V(v)	Cosφ	I(A)	Fase
CUADRO 1	35.302	400	0,94	68,79	Trifásica
CUADRO 2	29.177	400	0,96	57,32	Trifásica
CUADRO 3	29.883	400	0,95	59,47	Trifásica
CUADRO 4	6.060	230	0,98	27,5	Trifásica
CUADRO 5	11.500	400	0,89	19,65	Trifásica
CUADRO 6	8.833	400	0,92	45,12	Trifásica
CUADRO 7	920	230	0,95	10.59	Monofásica
TOTAL	121.675			288,44	



2.2.3. Cuadro de distribución general

Cuadro 1

Explicación

- Línea Fuerza 1. Enlazadora
- Línea Fuerza 2. Sierra Escuadradora
- Línea Fuerza 3. Taladro
- Línea Fuerza 4. Torno
- Línea Fuerza 5. Compresor
- Línea Tomas de Corriente 1. Tomas de corriente trifásica.
- Línea Tomas de Corriente 2. Tomas de corriente monofásica.

LÍNEA	P(w)	V(v)	Cosφ	Ia(A)	F.C	Ic(A)	Fase
LF-1	3.125	400	0,87	5,01	1	5,01	Trifásica
LF-2	10.000	400	0,87	16,04	1,25	20,05	Trifásica
LF-3	1.500	400	0,85	2,41	1	2,41	Trifásica
LF-4	3.612	400	0,9	5,79	1	5,79	Trifásica
LF-5	2.200	400	0,89	3,53	1	3,53	Trifásica
LT-1	11.085	400	1	16,00	1	16,00	Trifásica
LT-2	3.680	230	1	16,00	1	16,00	Monofásica
TOTAL	35.202					68,79	

**Cuadro 2**Explicación

- Línea Fuerza 6. Tupi.
- Línea Fuerza 7. Sierra de Cinta
- Línea Fuerza 8. Cepilladora
- Línea Fuerza 9. Compresor
- Línea Tomas de Corriente 3. Tomas de corriente trifásica.
- Línea Tomas de Corriente 4. Tomas de corriente monofásica.

LÍNEA	P(w)	V(v)	Cosφ	Ia(A)	F.C	Ic(A)	Fase
LF-6	3.500	400	0,89	5,61	1	5,61	Trifásica
LF-7	5.500	400	0,87	8,82	1,25	11,03	Trifásica
LF-8	3.212	400	0,85	5,15	1	5,15	Trifásica
LF-9	2.200	400	0,97	3,53	1	3,53	Trifásica
LT-3	11.085	400	1	16,00	1	16,00	Trifásica
LT-4	3.680	230	1	16,00	1	16,00	Monofásica
TOTAL	29.177					57,32	

**Cuadro 3**Explicación

- Línea Fuerza 10. Regruesadora
- Línea Fuerza 11. Escopleadora.
- Línea Fuerza 12. Lijadora calibradora
- Línea Tomas de Corriente 5. Tomas de corriente trifásica.
- Línea Tomas de Corriente 6. Tomas de corriente monofásica.

LÍNEA	P(w)	V(v)	Cosφ	Ia(A)	F.C	Ic(A)	Fase
LF-10	3.428	400	0,92	5,50	1	5,50	Trifásica
LF-11	3.650	400	0,87	5,85	1	5,85	Trifásica
LF-12	8.040	400	0,85	12,89	1,25	16,12	Trifásica
LT-5	11.085	400	1	16,00	1	16,00	Trifásica
LT-6	3.680	230	1	16,00	1	16,00	Monofásica
TOTAL	29.883					59,47	

**Cuadro 4**Explicación

- Línea Alumbrado 1. Iluminación Oficina
- Línea Alumbrado 2. Iluminación Aseos Hombres
- Línea Alumbrado 3. Iluminación Aseos Mujeres
- Línea Alumbrado 4. Iluminación Despacho
- Línea Alumbrado 5. Iluminación Pasillo
- Línea Alumbrado 6. Iluminación Cabina de Barnizado
- Línea Tomas de Corriente 7. Tomas de corriente monofásica.

LÍNEA	P(w)	V(v)	Cosφ	Ia(A)	F.C	Ic(A)	Fase
LA-1	500	230	0,95	2,42	1	2,42	Monofásica
LA-2	84	230	0,95	0,41	1	0,41	Monofásica
LA-3	84	230	0,95	0,41	1	0,41	Monofásica
LA-4	200	230	0,95	0,97	1	0,97	Monofásica
LA-5	72	230	0,95	0,35	1	0,35	Monofásica
LA-6	1440	230	0,95	6,96	1	6,96	Monofásica
LT-7	3.680	230	1	16,00	1	16,00	Monofásica
TOTAL	6.060					27,50	

**Cuadro 5**Explicación

- Línea Fuerza 13. Puerta eléctrica Entrada Taller
- Línea Fuerza 14. Puerta eléctrica Entrada Almacén.
- Línea Fuerza 15. Aspiración Taller.
- Línea Fuerza 16. Aspiración Cabina de Barnizado.
- Línea Fuerza 17. Aire acondicionado Oficina.
- Línea Fuerza 18. Aire acondicionado Despacho.

LÍNEA	P(w)	V(v)	Cosφ	Ia(A)	F.C	Ic(A)	Fase
LF-13	1.500	400	0,87	2,41	1	2,41	Trifásica
LF-14	1.500	400	0,89	2,41	1	2,41	Trifásica
LF-15	3.000	400	0,9	4,81	1,25	6,01	Trifásica
LF-16	1.500	400	0,91	2,41	1	2,41	Trifásica
LF-17	2.000	400	0,97	3,21	1	3,21	Trifásica
LT-18	2.000	400	0,9	3,21	1	3,21	Trifásica
TOTAL	11.500					19,65	

**Cuadro 6**Explicación

- Línea Alumbrado 7. Iluminación Taller A
- Línea Alumbrado 8. Iluminación Taller B
- Línea Alumbrado 9. Iluminación Taller C
- Línea Alumbrado 10. Iluminación Almacén A.
- Línea Alumbrado 11. Iluminación Almacén B.
- Línea Fuerza 19. Pistola de Barnizado.
- Línea Fuerza 20. Compresor
- Línea Emergencia y Señalización 1. Taller, almacén y cabina de barnizado.
- Línea Emergencia y Señalización 2. Oficina, despacho, pasillo y aseos.

LÍNEA	P(w)	V(v)	Cosφ	Ia(A)	F.C	Ic(A)	Fase
LA-6	1.200	230	0,95	5,80	1,8	10,43	Monofásica
LA-7	1.680	230	0,95	8,12	1,8	14,61	Monofásica
LA-8	960	230	0,95	4,64	1,8	8,35	Monofásica
LA-9	120	230	0,95	0,58	1,8	1,04	Monofásica
LA-10	120	230	0,95	0,58	1,8	1,04	Monofásica
LF-19	1.500	400	0,89	2,41	1	2,41	Monofásica
LF-20	3.000	400	0,87	4,81	1,25	6,01	Monofásica
LE/S-1	201	230	0,95	0,97	1	0,97	Monofásica
LE/S-2	52	230	0,95	0,25	1	0,25	Monofásica
TOTAL	8.833					45,12	

**Cuadro 7**Explicación

- Línea Alumbrado 12. Iluminación exterior fachada Norte.
- Línea Alumbrado 13. Iluminación exterior fachada Sur.
- Línea Alumbrado 14. Iluminación exterior fachada Este.
- Línea Alumbrado 15. Iluminación exterior fachada Oeste.
- Línea Alumbrado 16. Iluminación entrada y cartel

LÍNEA	P(w)	V(v)	Cosφ	Ia(A)	F.C	Ic(A)	Fase
LA-12	200	230	0,95	2,41	1,8	4,33	Monofásico
LA-13	200	230	0,95	0,97	1,8	1,74	Monofásico
LA-14	100	230	0,95	0,48	1,8	0,87	Monofásico
LA-15	100	230	0,95	0,48	1,8	0,87	Monofásico
LA-16	320	230	0,95	1,55	1,8	2,78	Monofásico
TOTAL	920					10,59	



2.3. CÁLCULO DE SECCIÓN DEL CABLE Y CANALIZACIÓN

2.3.1. Introducción

Una vez conocida la intensidad nominal y la I_c , siguiendo el proceso de la memoria se calculará, se seguirán dos criterios.

Por otra parte, se realizará el cálculo de las canalizaciones.

2.3.2. Sección a intensidad máxima admisible ($I'c$)

Se calculará la $I'c$ referida a cada línea, la cual vendrá definida por la siguiente ecuación:

$$I'c = \frac{I_c}{F_c}$$

Para el cálculo de líneas interiores se utilizarán las tablas que vienen en la ITC-BT-09, mientras que para las líneas subterráneas se utilizarán las tablas que vienen en la ITC-BT-07.

2.3.3. Caída de tensión

Las ecuaciones correspondientes para la caída de tensión son:

$$\begin{aligned} - \text{ Monofásico} &\rightarrow e = \frac{2 \cdot L \cdot I_a \cdot \cos \varphi}{S \cdot \gamma} \\ - \text{ Trifásico} &\rightarrow e = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I_a \cdot \cos \varphi}{S_\gamma} \end{aligned}$$

Donde:

- e = caída de tensión en voltios (V).
- L = longitud de la línea en metros (m).
- I_a = intensidad nominal de la línea en amperios (A).



Cálculos

- $\cos\phi$ = factor de potencia del circuito a estudiar.
- γ = conductividad del material del conductor (en nuestro caso 56 del cobre).
- S = sección del cable en mm².

Siguiendo el proceso de cálculo descrito en la memoria, y una vez conocida la intensidad nominal y la I_c se calculará la $I'c$:

1. F_c = Factor de corrección, dependerá de los diferentes factores que pueden afectar al conductor, como son la temperatura ambiente, el tipo de canalización y número de conductores que se alojan en la misma.
2. $I'c$ = Es la intensidad resultante de dividir la I_c por el F_c .
3. Se calcula la Intensidad Máxima Admisible (I_{adm}) teniendo en cuenta el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y se elige la sección que corresponda a la I_{adm} .
4. Se calcula la caída de tensión que sufrirá cada circuito de la instalación. En el caso de que haya más de un receptor por circuito se tendrá en cuenta a la hora de hacer el cálculo el receptor más lejano.
 - La caída de tensión debe ser menor del 3% para el alumbrado.
 - La caída de tensión debe ser menor del 5% para receptores de fuerza.

2.3.3. Canalizaciones

El cálculo de las canalizaciones se basará, como dicta en la memoria del presente proyecto en las reglas y tablas aplicar según lo establecido en la ITC-BT-21 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

También se tendrán en cuenta las siguientes hipótesis hechas por el proyectista con el fin de obtener una mejor adecuación del proyecto a la instalación real:

- Canalización general: se tendrá en cuenta en la ITC-BT-20 apto. 2.2.9
- Maquinaria: Tabla 7 de la ITC-BT-21
- Iluminación: tubo de PVC sobre falsos techo o similar. Tabla 2 de la ITC-BT-21
- Tomas de Corriente: Conducción bajo tubo protector empotrado a pared por medio de catas, Tabla 5 de la ITC-BT-21
- Puertas automáticas: Conducción bajo tubo protector empotrado a pared por medio de catas, Tabla 5 de la ITC-BT-21
- Extractores: tubo de PVC sobre falsos techo o similar. Tabla 2 de la ITC-BT-21



Se debe de aclarar que las conducciones de las líneas principales desde el Cuadro General hasta los diferentes cuadros auxiliares se realizarán mediante bandeja metálica según lo indicado en la memoria de este proyecto.

2.3.4. Solución cuadro general de distribución

Para poder interpretar las siguientes tablas se deben explicar los siguientes conceptos:

- Línea = designación de la línea eléctrica a la que se hace referencia.
- I_a = intensidad nominal que circula por la línea en A.
- $\cos\phi$ = factor de potencia del circuito a estudiar.
- I_c = intensidad resultante de multiplicar la intensidad nominal por un factor de corrección (este factor depende del tipo de receptor: uno o varios motores, lámparas de inducción o de desbarga, etc), en A.
- I_c' = intensidad resultante de dividir la I_c por el F_c , en A.
- S = sección del conductor a utilizar, en mm^2
- Cubierta: tipo de aislamiento que lleva el cable que utilizamos.
- L = longitud de la línea, en m.
- e = caída de tensión de la línea, en V.
- $e(\%)$ = caída de tensión de la línea, en tanto por ciento.
- eT = caída de tensión total, desde el origen de la instalación, en tanto por ciento.

Para el cálculo de sección del cable de protección se tendrá en cuenta la tabla siguiente:

Sección de los conductores de fase de la Instalación $S(\text{mm}^2)$	Sección mínima de los conductores de protección $S_p(\text{mm}^2)$
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$



LÍNEA	Ia(A)	Cosφ	F.C.	Ic'(A)	AISLAMIENTO	S (mm ²)	L (m)	e (v)	Ø TUBO (mm)
CUADRO 1	64,78	0,908	0,8	80,98	PVC	3x35/16 + 16T	34	4,83	16
CUADRO 2	57,38	0,893	0,8	71,65	PVC	3x25/16 + 16T	9	1,11	16
CUADRO 3	59,47	0,9	0,8	74,34	PVC	3x25/16 + 16T	38	4,91	16
CUADRO 4	27,52	0,893	0,8	34,4	PVC	3x10/10 + 10T	63	2,39	25
CUADRO 5	19,66	0,919	0,8	24,58	PVC	3x10/10 + 10T	64	1,28	35
CUADRO 6	45,11	0,939	0,8	56,39	PVC	3x35/16 + 16T	69	3,23	35
CUADRO 7	9,98	0,95	0,8	6,5	PVC	3x10/10 + 10T	61	1,17	10
TOTAL	279,12			348,84					

2.3.5. Solución cuadros individuales

Cuadro 1

LÍNEA	Ia(A)	Cosφ	F.C.	Ic'(A)	AISLAMIENTO	S (mm ²)	L (m)	e (v)	Ø TUBO (mm)
LF-1	5,01	0,87	0,8	6,26	PVC	3x1.5 + 4T	32	3,72	20
LF-2	16,04	0,89	0,8	20,05	PVC	3x6 + 6T	27	2,51	20
LF-3	2,41	0,91	0,8	3,01	PVC	3x1.5 + 4T	20	1,12	20
LF-4	5,79	0,89	0,8	7,24	PVC	3x1.5 + 4T	16	2,15	20
LF-5	3,53	0,87	0,8	4,41	PVC	3x1.5 + 4T	13,5	1,11	20
LT-1	16,00	1	0,8	20,00	PVC	3x4/4 + 4T	17	2,63	25
LT-2	16,00	1	0,8	20,00	PVC	1x2.5/2.5 + 4T	12	2,97	20
TOTAL	64,78			80,98					

**Cuadro 2**

LÍNEA	Ia(A)	Cosφ	F.C.	Ic'(A)	AISLAMIENTO	S (mm ²)	L (m)	e (v)	Ø TUBO (mm)
LF-6	5,61	0,87	0,8	7,01	PVC	3x1.5 + 4T	12,5	1,63	20
LF-7	11,03	0,87	0,8	13,79	PVC	3x1.5 + 4T	15,5	3,97	20
LF-8	5,15	0,85	0,8	6,44	PVC	3x1.5 + 4T	8	0,96	20
LF-9	3,53	0,87	0,8	4,41	PVC	3x2.5+ 4T	28,5	1,40	20
LT-3	16,00	1	0,8	20,00	PVC	3x4/4 + 4T	17	2,63	25
LT-4	16,00	1	0,8	20,00	PVC	1x2.5/2.5 + 4T	12	2,97	20
TOTAL	57,32			71,65					

**Cuadro 3**

LÍNEA	Ia(A)	Cosφ	F.C.	Ic'(A)	AISLAMIENTO	S (mm ²)	L (m)	e (v)	Ø TUBO (mm)
LF-10	5,50	0,87	0,8	6,88	PVC	3x1.5 + 4T	8	1,02	20
LF-11	5,85	0,87	0,8	7,31	PVC	3x4 + 4T	22,5	1,14	25
LF-12	16,12	0,85	0,8	20,15	PVC	3x1.5 + 4T	15,5	5,80	20
LT-5	16,00	1	0,8	20,00	PVC	3x4/4 + 4T	0	0,00	25
LT-6	16,00	1	0,8	20,00	PVC	1x2.5/2.5 + 4T	0	0,00	20
TOTAL	59,47			74,34					

Cuadro 4

LÍNEA	Ia(A)	Cosφ	F.C.	Ic'(A)	AISLAMIENTO	S (mm ²)	L (m)	e (v)	Ø TUBO (mm)
LA-1	2,42	0,95	0,8	3,03	PVC	1x1.5/1.5 + 4T	35	1,96	20
LA-2	0,41	0,95	0,8	0,51	PVC	1x1.5/1.5 + 4T	25	0,24	20
LA-3	0,41	0,95	0,8	0,51	PVC	1x1.5/1.5 + 4T	25	0,24	20
LA-4	0,97	0,95	0,8	1,21	PVC	1x1.5/1.5 + 4T	20	0,45	20
LA-5	0,35	0,95	0,8	0,44	PVC	1x1.5/1.5 + 4T	15	0,12	20
LA-6	6,96	0,95	0,8	8,70	PVC	1x1.5/1.5 + 4T	15	2,42	20
LT-7	16,00	1	0,8	20,00	PVC	1x2.5/2.5 + 4T	0	0,00	20
TOTAL	27,52			34,40					

**Cuadro 5**

LÍNEA	Ia(A)	Cosp	F.C.	Ic'(A)	AISLAMIENTO	S (mm ²)	L (m)	e (v)	Ø TUBO (mm)
LF-13	2,41	0,87	0,8	3,01	PVC	3x1.5 + 1.4T	4	0,22	20
LF-14	2,41	0,87	0,8	3,01	PVC	3x1.5 + 4T	48	2,59	20
LF-15	6,01	0,85	0,8	7,51	PVC	3x1.5 + 4T	10	1,32	20
LF-16	2,41	0,85	0,8	3,01	PVC	3x1.5 + T	45	2,38	20
LF-17	3,21	0,89	0,8	4,01	PVC	3x1.5 + 4T	6	0,44	20
LF-18	3,21	0,89	0,8	4,01	PVC	3x1.5 + 4T	7	0,52	20
TOTAL	19,66			24,58					

Cuadro 6

LÍNEA	Ia(A)	Cosp	F.C.	Ic'(A)	AISLAMIENTO	S (mm ²)	L (m)	e (v)	Ø TUBO (mm)
LA-7	10,43	0,95	0,8	13,04	PVC	1x4/4 + 4T	70	6,35	20
LA-8	14,61	0,95	0,8	18,26	PVC	1x4/4 + 4T	70	8,90	20
LA-9	8,35	0,95	0,8	10,44	PVC	1x4/4 + 4T	70	5,08	20
LA-10	1,04	0,95	0,8	1,30	PVC	1x1.5/1.5 + 4T	24	0,58	20
LA-11	1,04	0,95	0,8	1,30	PVC	1x1.5/1.5 + 4T	24	0,58	20
LF-19	2,41	0,89	0,8	3,01	PVC	1x1.5 + 4T	26	1,45	20
LF-20	6,01	0,87	0,8	7,51	PVC	1x1.5 + 4T	24	3,35	20
LE/S-1	0,97	0,95	0,8	1,21	PVC	1x1.5/1.5 + 1.5T	80	1,80	20
LE/S-2	0,25	0,95	0,8	0,31	PVC	1x1.5/1.5 + 1.5T	80	0,46	20
TOTAL	45,11			56,39					

**Cuadro 7**

LÍNEA	Ia(A)	Cosφ	F.C.	Ic'(A)	AISLAMIENTO	S (mm ²)	L (m)	e (v)	Ø TUBO (mm)
LA-12	1,73	0,95	0,8	2,16	PVC	1x4/4 + 4T	40	0,60	25
LA-13	1,73	0,95	0,8	2,16	PVC	1x4/4 + 4T	91	1,37	25
LA-14	0,87	0,95	0,8	1,09	PVC	1x4/4 + 4T	59	0,45	25
LA-15	0,87	0,95	0,8	1,09	PVC	1x4/4 + 4T	35	0,26	25
LA-16	2,78	0,95	0,8	3,48	PVC	1x4/4 + 4T	40	0,97	25
TOTAL	7,98			9,98					



2.4. CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

2.4.1. Introducción

El cálculo de corrientes de cortocircuito es vital para proteger el circuito adecuadamente, sin utilizar interruptores o diferenciales no adecuados al uso requerido.

2.4.2. Cálculo de Icc en el secundario del transformador

En primer lugar se calcula la impedancia aguas arriba del transformador. La potencia de cortocircuito que proporciona la red es $S = 360$ MVA. (Obtenido por la compañía suministradora, en nuestro caso IBERDROLA S.A.).

Despreciando la resistencia R frente a la reactancia X , se puede calcular la impedancia de la red aguas arriba llevadas al secundario del transformador.

- $U = 13200$ V

2.4.2.1. Cálculo impedancia de la Red aguas arriba (Referida al primario)

$$Z'_a = \frac{U^2}{S_{cc}} = \frac{13200^2}{360 \cdot 10^6} = 0.48 m\Omega$$

2.4.2.2. Calculamos la Z_a

$$Z_a = Z'_a \cdot \left(\frac{U_{BT}}{U_{AT}} \right)^2 = 0.48 \cdot \left(\frac{420}{13200} \right)^2 = 4.85 \cdot 10^{-4} m\Omega$$



2.4.2.3. Impedancia interna del trafo

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 250kVA, la U_{cc} (tensión porcentual de Cortocircuito) es del 5% y la tensión nominal del secundario de 420 V.

$$Z_t = U_{cc} \cdot \left(\frac{U}{S_n} \right)^2 = 5\% \cdot \frac{420^2}{250000} = 0.035m\Omega$$

Se despreciará la impedancia entre las conexiones entre el punto de distribución y el transformador MT/BT y la R (resistencia) frente a la X (reactancia) en el transformador, por lo que:

$$Z_t = X_t = 0.035m\Omega$$

2.4.2.4. La intensidad de Cortocircuito a la salida del transformador

$$Z_{cc} = Z_a + Z_t = 0.03548m\Omega$$

$$I_{cc} = \frac{V_c}{\sqrt{3} \cdot Z_{cc}} = \frac{420}{\sqrt{3} \cdot 0.03548} = 6834.47A = 6.83kA$$

2.4.3. Cálculo de Icc en el cuadro general de distribución

Se parte de los datos obtenidos en el secundario del transformador en los que tenemos una impedancia $Z_t=0.03548m\Omega$

Una vez 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.

La acometida de 10m, formada por 3 fases de 150mm².

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S} = 0.017 \cdot \frac{10}{450} = 0.4m\Omega$$

$$X = 0.15 \cdot L = 0.15 \cdot 10 = 0.15m\Omega$$



$$R_t = 0.4m\Omega$$

$$X_t = 0.03548 + 1.5 = 1.535m\Omega$$

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = 1.58m\Omega$$

$$I_{cc} = \frac{V_c}{\sqrt{3} \cdot Z_{cc}} = \frac{420}{\sqrt{3} \cdot 1.58} = 153.47kA$$

2.4.4. Cálculo de líneas y protecciones

A la hora de calcular las corrientes de cortocircuito en cada uno de los puntos de la instalación se tendrá en cuenta el tipo de suministro que realiza cada línea para así determinar las corrientes de cortocircuito basadas en las siguientes fórmulas:

$$\text{- Monofásico} \rightarrow I_{cc} = \frac{V}{2 \cdot Z_t}$$

$$\text{- Trifásico} \rightarrow I_{cc} = \frac{V}{\sqrt{3} \cdot Z_t}$$

Donde:

- I_{cc} = intensidad de cortocircuito en Amperios
- V = tensión de la derivación en Voltios
- Z_t = impedancia aguas arriba del defecto en Ω

2.4.4.1. Impedancia de línea

$$Z_L = \sqrt{R^2 + X^2}$$

Donde:

- Z_L = impedancia de la línea aguas arriba del defecto en Ω
- R = resistencia de la línea aguas arriba del defecto en Ω
- X = inductancia de la línea aguas arriba del defecto de Ω



2.4.4.2. La resistencia de cada línea se calculará aplicando

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

Donde:

- R = resistencia de la línea aguas arriba del defecto en Ω
- ρ = resistividad del metal (Cu=1/56, Al=1/35)
- L = longitud de la línea en metros
- n = numero de conductores por fase
- S = sección de línea, mm²

2.4.4.3. Inductancia de la línea

$$X = \frac{X_u \cdot L}{n}$$

Donde:

- X = inductancia de la línea aguas arriba del defecto en Ohmios
- X_u = inductancia unitaria de la línea, Ohmios/metro
- L = longitud de la línea en metros
- n = numero de conductores por fase



2.4.5. Solución cuadro general de distribución

Línea	V	L (m)	S (mm ²)	R (mΩ)	X (mΩ)	Z (mΩ)	Rt (mΩ)	Xt (mΩ)	Zt (mΩ)	Icc (kA)	Calibre	Pdc
L.C.1	400	34	35	0,017	5,100	5,100	0,417	6,640	6,653	34,712	100	10
L.C.2	400	9	25	0,006	1,350	1,350	0,046	1,390	1,391	166,05 ₃	100	10
L.C.3	400	38	25	0,026	5,700	5,700	0,066	5,740	5,740	40,231	80	10
L.C.4	400	63	10	0,107	9,450	9,451	0,147	9,490	9,491	24,332	40	10
L.C.5	400	64	16	0,068	9,600	9,600	0,108	9,640	9,641	23,955	40	10
L.C.6	400	69	25	0,047	10,350	10,350	0,087	10,390	10,390	22,226	40	10
L.C.7	400	40	6	0,113	6,000	6,001	0,153	6,040	6,042	38,223	40	10

2.4.6. Solución cuadros individuales

Cuadro auxiliar 1

Línea	V	L (m)	S (m ²)	R (mΩ)	X (m)	Z (mΩ)	Rt (mΩ)	Xt (mΩ)	Zt (mΩ)	Icc (kA)	Calibre	Pdc	Curva
L.F.1	400	32	1,5	0,36	4,80	4,81	0,78	11,44	11,47	20,14	10	10	C
L.F.2	400	27	6	0,08	4,05	4,05	0,49	10,69	10,70	21,58	32	10	C
L.F.3	400	20	1,5	0,23	3,00	3,01	0,64	9,64	9,66	23,90	10	10	C
L.F.4	400	16	1,5	0,18	2,40	2,41	0,60	9,04	9,06	25,49	10	10	C
L.F.5	400	13,5	1,5	0,15	2,03	2,03	0,57	8,67	8,68	26,59	10	10	C
L.T.C. 1	400	1	4	0,00	0,15	0,15	0,42	6,79	6,80	33,95	1	10	C
L.T.C. 2	230	1	2,5	0,01	0,15	0,15	0,42	6,79	6,80	16,90	16	10	B

**Cuadro auxiliar 2**

Línea	V	L (m)	S (mm ²)	R (mW)	X (mW)	Z (mW)	Rt (mW)	Xt (mW)	Zt (mW)	Icc (kA)	Calibre	Pdc	Curva
L.F.6	400	12,5	1,5	0,14	1,88	1,88	0,19	3,27	3,27	70,62	10	10	C
L.F.7	400	15,5	1,5	0,18	2,33	2,33	0,22	3,72	3,72	62,05	10	10	C
L.F.8	400	8	1,5	0,09	1,20	1,20	0,14	2,59	2,59	89,04	10	10	C
L.F.9	400	28,5	2,5	0,19	4,28	4,28	0,24	5,67	5,67	40,73	25	10	C
L.T.3	400	1	4	0,00	0,15	0,15	0,05	1,54	1,54	149,88	16	10	C
L.T.4	230	1	2,5	0,01	0,15	0,15	0,05	1,54	1,54	74,63	16	10	B

Cuadro auxiliar 3

Línea	V	L (m)	S (mm ²)	R (mW)	X (mW)	Z (mW)	Rt (mW)	Xt (mW)	Zt (mW)	Icc (kA)	Calibre	Pdc	Curva
L.F.10	400	8	1,5	0,09	1,20	1,20	0,16	6,94	6,94	33,27	10	10	C
L.F.11	400	22,5	4	0,10	3,38	3,38	0,16	9,12	9,12	25,33	25	10	C
L.F.12	400	15,5	1,5	0,18	2,33	2,33	0,24	8,07	8,07	28,62	10	10	C
L.T.5	400	1	4	0,00	0,15	0,15	0,07	5,89	5,89	39,21	16	10	C
L.T.6	230	1	2,5	0,01	0,15	0,15	0,07	5,89	5,89	19,52	16	10	B

**Cuadro auxiliar 4**

Línea	V	L (m)	S (mm ²)	R (mW)	X (mW)	Z (mW)	Rt (mW)	Xt (mW)	Zt (mW)	Icc (kA)	Calibre	Pdc	Curva
L.A. 1	230	35	1,5	0,40	5,25	5,26	0,54	14,74	14,75	7,80	10	16	B
L.A. 2	230	25	1,5	0,28	3,75	3,76	0,43	13,24	13,25	8,68	10	6	C
L.A. 3	230	20	1,5	0,23	3,00	3,01	0,37	12,49	12,50	9,20	10	6	B
L.A. 4	230	15	1,5	0,17	2,25	2,26	0,32	11,74	11,74	9,79	10	6	C
L.A. 5	230	15	1,5	0,17	2,25	2,26	0,32	11,74	11,74	9,79	10	6	B
L.T.7	230	1	4	0,00	0,15	0,15	0,15	9,64	9,64	11,93	16	6	B

Cuadro auxiliar 5

Línea	V	L (m)	S (mm ²)	R (mW)	X (mW)	Z (mW)	Rt (mW)	Xt (mW)	Zt (mW)	Icc (kA)	Calibre	Pdc	Curva
L.F.1 3	400	4	1,5	0,05	0,60	0,60	0,15	10,24	10,24	22,55	10	6	C
L.F.1 4	400	48	1,5	0,54	7,20	7,22	0,65	16,84	16,85	13,70	10	6	B
L.F.1 5	400	10	1,5	0,11	1,50	1,50	0,22	11,14	11,14	20,73	10	6	C
L.F.1 6	400	45	1,5	0,51	6,75	6,77	0,62	16,39	16,40	14,08	10	6	B
L.F.1 7	400	6	1,5	0,07	0,90	0,90	0,18	10,54	10,54	21,91	10	6	C
L.F.1 8	400	7	1,5	0,08	1,05	1,05	0,19	10,69	10,69	21,60	10	6	C

**Cuadro auxiliar 6**

Línea	V	L (m)	S (mm ²)	R (mW)	X (mW)	Z (mW)	Rt (mW)	Xt (mW)	Zt (mW)	Icc (kA)	Calibre	Pdc	Curva
L.A.6	230	70	4	0,30	10,50	10,50	0,38	20,89	20,89	5,50	32	10	C
L.A.7	230	70	4	0,30	10,50	10,50	0,38	20,89	20,89	5,50	32	10	C
L.A.8	230	70	4	0,30	10,50	10,50	0,38	20,89	20,89	5,50	32	10	C
L.A.9	230	24	1,5	0,27	3,60	3,61	0,36	13,99	13,99	8,22	10	10	C
L.A.10	230	24	1,5	0,27	3,60	3,61	0,36	13,99	13,99	8,22	10	10	C
L.F.19	230	26	1,5	0,29	3,90	3,91	0,38	14,29	14,30	8,04	10	10	B
L.F.20	230	24	1,5	0,27	3,60	3,61	0,36	13,99	13,99	8,22	10	10	B
L.E/S.1	230	80	1,5	0,91	12,00	12,03	0,99	22,39	22,41	5,13	6	10	B

Calculo auxiliar 7

Línea	V	L (m)	S (mm ²)	R (mW)	X (mW)	Z (mW)	Rt (mW)	Xt (mW)	Zt (mW)	Icc (kA)	Calibre	Pdc	Curva
L.A.11	230	40	1,5	0,45	6,00	6,02	0,61	12,04	12,06	9,54	10	6	B
L.A.12	230	91	1,5	1,03	13,65	13,69	1,18	19,69	19,73	5,83	10	6	B
L.A.13	230	47	1,5	0,53	7,05	7,07	0,69	13,09	13,11	8,77	10	6	B
L.A.14	230	59	1,5	0,67	8,85	8,88	0,82	14,89	14,91	7,71	10	6	B
L.A.15	230	35	1,5	0,40	5,25	5,26	0,55	11,29	11,30	10,17	10	6	B



2.5. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA EN LA NAVE

2.5.1. Introducción

La instalación de puesta a tierra se basa en la resistencia del electrodo, por lo que la diferencia de tensión entre masa y tierra no debe ser nunca superior a 24 voltios en lugares húmedos o de 50 en lugares secos.

Con el objetivo de hacer más segura de instalación y aunque la nave industrial no sea un local húmedo a la hora de calcular la puesta a tierra, se tendrá en cuenta 24 voltios.

La instalación estará protegida para que en caso de que cualquier masa pueda ponerse en tensión, esta no supere el valor de 24 voltios.

Para ello partiremos de estos apartados:

- Resistividad del terreno según la ITC-18, SINDO de mangas y arcillas compactas $\rightarrow 100-200\Omega\text{m}$.
- Tensión máxima de contacto $\rightarrow 24\text{V}$
- Corriente máxima de disparo del interruptor diferencial más sensible $\rightarrow 30\text{mA}$.
- Valor máximo de la resistencia de tierra $\rightarrow R \leq \frac{V_c}{I_s} = \frac{24\text{V}}{0.3\text{A}} = 80\Omega$

2.5.2. Electrodo

El electrodo seleccionado, consta de 4 picas de acero que se caracterizan por:

- Recubiertas de cobre
- Diámetro de 19mm.
- Longitud de 2m.

Cada pica se sitúa en cada esquina de la nave, unidas por medio de un conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección.



Esta irá unida al mallazo metálico de cimentación a través de un conductor de cobre de 50 mm^2 de sección por medio de soldaduras aluminotérmicas, dando lugar a así una superficie equipotencial a lo largo de toda la nave.

La instalación constará de dos puntos de puesta a tierra unidos a través de la línea principal de tierra de 25 mm^2 de sección.

Calculando el valor de la resistencia de tierra en caso del defecto a tierra más desfavorable, es decir, cuando la corriente de defecto sea mayor. Puesto que los contactos peligrosos se producen con la maquinaria de la nave, y que la máquina con menor resistencia a tierra, es la máquina con mayor corriente de defecto, hablamos de la máquina LIJADORA-CALIBRADORA, del cuadro auxiliar AUX 3.

La resistencia a tierra (del conductor de protección de la misma, que la une con su correspondiente cuadro secundario, el cual va unido a la línea principal de tierra) para esta máquina, viene dada por la expresión:

$$R_t = \frac{\rho \cdot L}{S} = \frac{27 \cdot 1}{25} = 1.8 \Omega$$

Datos:

- R = resistencia a tierra, en $\text{m}\Omega$.
- ρ = resistividad del cobre.
- L = longitud de la línea principal de tierra hasta el defecto, en m.
- S = sección de la línea principal de tierra, en mm^2 .

Calculamos la resistencia a tierra de una pica, siendo este valor igual en el resto de las picas:

$$R = \frac{\rho}{L} = \frac{100}{2} = 50 \Omega$$

Donde:

- R = resistencia a tierra, en Ω .
- ρ = resistividad del terreno, en $\Omega\text{-m}$.
- L = longitud de la pica.

La resistencia de las picas será:

$$R_p = R_1 // R_2 // R_3 = 33.33 \Omega$$



La resistencia del conductor que las une será:

$$R_c = \frac{2 \cdot \rho}{L} = \frac{2 \cdot 100}{12} = 33.33 \Omega$$

La resistencia del conjunto será:

$$R_T = R // R_c = 16.66 \Omega$$

Resultando la resistencia a tierra total:

$$R = R_t + R_T = 1.8 + 16.66 = 18.46 \Omega$$

Como conclusión a este documento, vemos que se cumple el apartado 2.5.1; puesto que $18.46 \Omega \ll 80 \Omega$, demostrando que la instalación a tierra es correcta.



2.6. CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

2.6.1. Introducción

El centro de transformación es un elemento cuya finalidad es pasar la intensidad de alta tensión a baja tensión para poder alimentar a las diversas fuerzas.

Los transformadores han de estar protegidos tanto en Alta como en baja Tensión:

- En Alta Tensión: protección mediante celdas asociadas a los transformadores.
- En Baja Tensión: protección en los cuadros de las líneas de salida.

2.6.2. Intensidad de alta tensión

La intensidad de alta tensión se denomina “intensidad primaria”, siendo:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{250}{\sqrt{3} \cdot 13.2} = 10.93 A$$

Donde:

- S = Potencia nominal del transformador en KVA, siendo 250kVA.
- U = Tensión nominal del primario en kV, siendo 13.2kV.
- Ip = Intensidad primaria en Amperios.

2.6.3. Intensidad de baja tensión

La intensidad de baja tensión se denomina “intensidad secundaria”, siendo:

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{250}{\sqrt{3} \cdot 0.4} = 343.7 A$$

Donde:



Cálculos

- S = Potencia nominal del transformador en kVA, siendo 250kVA
- U = Tensión nominal del secundario kV, siendo 0.4 kV.
- I_s = Intensidad secundaria en Amperios.



2.6.4. Cortocircuito

La compañía suministradora; en este caso Iberdrola, nos proporciona una potencia de cortocircuito de 360MVA en la red de distribución.

2.6.4.1. Intensidad de cortocircuito en AT

$$I_{ccp} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{360}{\sqrt{3} \cdot 13.2} = 15.74KA$$

Siendo:

- Scc = Potencia de cortocircuito de la red en MVA, siendo 360.
- U = Tensión primaria en KV, siendo 13.2KV.
- Iccp = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

De tal manera que, la intensidad de cortocircuito en el lado de alta es 15.74KA, aproximando a 16KA

2.6.4.2. Intensidad de cortocircuito en BT

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot \frac{U_{cc}}{100} \cdot U_s} = \frac{250}{\sqrt{3} \cdot \frac{4}{100} \cdot 420} = 8.6KA$$

Siendo:

- S = Potencia del transformador en kVA.
- Ucc = Tensión porcentual de cortocircuito del transformador, 4%.
- Us = Tensión secundaria en carga en V, siendo 420.
- Iccs= Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

De tal manera que, la intensidad de cortocircuito en el secundario es 8.6KA.



2.6.5. Dimensionado del embarrado

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario estudiar este apartado.

2.6.6. Sección de los conductores del CT

2.6.6.1. Conexión celdas-transformador

La intensidad soportada por el cable es:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot 13.2} = \frac{250}{\sqrt{3} \cdot 13.2} = 10.93 A$$

Colocaremos un cable tripolar de Aluminio de 50 mm² de sección, que en condiciones de instalación soporta 165 A, y provoca una caída de tensión despreciable, cumpliendo así con los criterios de calentamiento y de caída de tensión. El aislamiento del conductor será de XLPE (Polietileno Reticulado).

2.6.6.2. Conexión secundario del trafo a cuadro 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:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot 0.4} = \frac{250}{\sqrt{3} \cdot 0.4} = 360.8 A$$

Se utilizará cable de Cobre de 185 mm² de sección (ACOMETIDA), que en condiciones normales soporta 415 A, y provoca una caída de tensión despreciable, cumpliendo así con los criterios de calentamiento y de caída de tensión. El aislamiento del conductor será de XLPE (Polietileno Reticulado).



2.6.7. Otras instalaciones

Para poder indicar las lámparas y luminarias, se debe citar las características de dimensionado del centro de transformación: (PFU-4)

Dimensiones exteriores

- Longitud (mm): 4460
- Anchura (mm): 2380
- Altura (mm): 3045
- Superficie (m²): 10.7
- Alt. Vista: 2585

Dimensiones interior

- Longitud (mm): 4280
- Anchura (mm): 2200
- Altura (mm): 2355
- Superficie (m²): 9.4

Dimensiones excavación

- Longitud (mm): 5260
- Anchura (mm): 3180
- Altura (mm): 560

Peso

- 12000Kg

2.6.7.1. Iluminación

Iluminación

Datos iniciales:

- Area: 10.7m²

Nivel de iluminación aconsejable:



- E= 5lm/m²
- Lúmenes necesarios: 34

Sistema de alumbrado:

- Tipo de lámpara: 2 lámpara de emergencia+señalización. D1 Ref.614-54. 60 lúmenes. 4W.
- Flujo luminoso total: 120lm
- Potencia: 8W

Emergencia y señalización

Datos iniciales:

- Area: 6.8m²

Nivel de iluminación aconsejable:

- E= 5lm/m²
- Lúmenes necesarios: 34

Sistema de alumbrado:

- Tipo de lámpara: 2 lámpara de SOFTONE 60W, de Philips.
- Tipo de luminaria: Luminaria empotrable Philips TBS 300.
- Potencia: 120W

2.6.8. Solución cuadro auxiliar

2.6.8.1. Solución iluminación

Explicación

- LA: Iluminación del centro
- LE/S: Iluminación emergencia y señalización
- LF: Toma de corriente monofásica



LÍNEA	P (w)	V (v)	Cosφ	Ia (A)	F.C.	Ic (A)	FASE
LA	20	230	0,91	0.53	1	0,53	Monofásico
LE/S	6	230	0,95	0.04	1	0,04	Monofásico
LF	2.300	230	0,88	10	1	10	Monofásico
TOTAL	2.428					10,56	

2.6.8.2. Solución dimensionado de los cables del cuadro de Baja Tensión

LÍNEA	Ia (A)	Cosφ	F.C.	Ic' (A)	AISLAMIENTO	S (mm ²)	L (m)	e (v)	E (%)
LA	0,53	0,91	0,8	0,65	PVC	1x1,5 /1,5 + 1,5T	5	0,22	0,06
LE/S	0,04	0,95	0,8	0,05	PVC	1x1,5/1,5 + 1,5T	6	0,71	0,08
LF	16	0,88	0,8	20	PVC	1x2,5 /2,5 + 2,5T	4	1,4	0,35
TOTAL	10,56			20,7					

2.6.9. Selección de las protecciones

Los transformadores han de estar protegidos tanto en Alta como en Baja Tensión.

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.

2.6.9.1. Solución alta tensión



La protección en alta tensión del transformador se realiza, mediante 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 interruptores diferenciales), ya que su fusión evita el paso máximo de las corrientes de cortocircuito por toda la instalación.

Por otra parte, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrían que ser evitadas por el relé de protección del transformador.

Los fusibles, se seleccionan bajo dos criterios que han de cumplirse:

- La tensión del fusible debe de ser igual o más elevada que la tensión de la red.
- La intensidad máxima de corte debe ser igual o más elevada que la intensidad, debido a un cortocircuito, de la red.

Para el caso particular de los transformadores, y debido a que estos imponen principalmente tres esfuerzos a los fusibles, éstos se eligen para que sean capaces de:

- Resistir sin fusión a la intensidad de cresta del arranque que acompaña a la conexión del transformador.

Para que esto se cumpla, la intensidad de fusión del fusible a 0.1 segundos debe ser más elevada que 12 veces la intensidad nominal del transformador.

$$I_{\text{fusión}}(0.1s) = 12 \cdot 21.9 = 262.8A$$

De tal manera, la intensidad de fusión del fusible a 0.1 segundos, debe de ser mayor de 263 A.

- Cortar las corrientes de defectos a las bornas del secundario del transformador.

El fusible asignado para la protección del transformador debe de evitar, cortando antes, el cortocircuito previsto para este transformador (I_{cc}).

$$I_{cc} = 21.9 \text{ kA}$$

Por tanto, la intensidad de fusión del fusible a elegir, a los 2 segundos, debe ser inferior a los 21.9 kA.

- Soportar la intensidad en servicio continuo y las eventuales sobrecargas.



La intensidad nominal del fusible tiene que ser superior a 1.4 veces la intensidad nominal de transformador, para permitir el correcto funcionamiento de la instalación, en condiciones normales. Por tanto la intensidad nominal del fusible ha de ser superior a

$$I_{cc} \cdot 1.4 = 21.9 \cdot 1.4 = 30.7 A$$

Una vez calculado estos datos se ha de elegir los fusibles que ha de llevar la celda de protección del transformador.

2.6.9.1. Solución baja tensión

Los elementos de protección de las salidas de Baja Tensión del C.T. no serán objeto de este proyecto sino del proyecto de las instalaciones eléctricas de Baja Tensión.

2.6.10. Dimensionado de la ventilación del C.T

Puesto que es una caseta prefabricada, las rejillas de entrada de aire y salida del centro de transformación irán incorporadas en el mismo, cumpliendo con la normativa.

2.6.11. Dimensiones del pozo apagafuegos

El foso de recogida de aceite tiene que ser capaz de alojar la totalidad del volumen de agente refrigerante que contiene el transformador en caso de su vaciamiento total, para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

Al ser prefabricado, ya incorpora este apartado.

2.6.10. Datos de los cálculos de la instalación de puesta a tierra

Datos de partida:

- Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial = 200 Ω .m.
- Tensión de Red = 13.2 kV.



Cálculos

- Nivel de aislamiento en las instalaciones de BT del CT = 6000V.
- Intensidad de defecto máxima permitida de acuerdo con las normas dadas por las E.S.E.: $I_d = 400$ A

Características de CT:

- La caseta tiene 4460m de largo, 2380m de ancho y 3045m de alto.
- Resistividad del terreno: $\rho = 200 \Omega\text{m}$.
- Resistividad del hormigón: $\rho_H = 3000 \Omega\text{m}$.

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 MT.

Para un valor de resistencia de puesta a tierra del Centro de 15Ω :

- La intensidad máxima de defecto a tierra es 400 Amperios.
- El tiempo de eliminación del defecto es inferior a 0.45 segundos (gráfica de duración de defecto).

Según datos proporcionados por la Compañía Eléctrica suministradora (IBERDROLA), según MIE-RAT 13:

- $K=72$
- $N=1$

Con todos estos datos, partiremos a la instalación de puesta a tierra:

2.6.11. Método empleado en la instalación de puesta a tierra

Tierra de protección

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén habitualmente en tensión, pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas.

Emplearemos las expresiones y procedimientos según el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo, entre otras, las siguientes:

Para la tierra de protección tendremos en cuenta las siguientes características:

- Identificación: configuración "Tipo" de electrodo 50-30/8/84 del método de cálculo de tierras de UNESA.
- Parámetros característicos:
 - $R_t = 15 \Omega$.



$$- K_r = 0.075 \Omega / (\Omega * m).$$

Se ha adoptado la configuración 50-30/8/84 cuyos datos son los siguientes:

- $K_r = 0.062 \Omega / (\Omega * m) < 0.075 \Omega / (\Omega * m).$
- $K_p = 0.0096 V / (\Omega * m) * A.$
- $K_c = 0.0232 V / (\Omega * m) * A.$

Siendo:

- R_t : resistencia máxima de la puesta a tierra de las masas del CT.
- K_r : resistencia.
- K_p : tensión de paso.
- K_c : tensión de contacto exterior.

Por lo tanto la tierra de protección estará constituida por 8 picas en hilera:

- Las picas estarán unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 35 mm² de sección.
- Las picas tendrán un diámetro de 14 mm.
- Las picas tienen una longitud de 4 m.
- Serán enterradas verticalmente a una profundidad de 0.8m.
- La separación entre cada pica y la siguiente será de 3 m.

Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 21 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

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.

Las características de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección.

La configuración escogida es:

- Identificación: código 5/62 del método de cálculo de tierras de UNESA.
- Parámetros característicos:

$$- K_r = 0.073 \Omega / (\Omega * m).$$
$$- K_p = 0.0120 V / (\Omega * m * A).$$



La tierra estará constituida por 8 picas en hilera que:

- Estarán unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50mm² de sección.
- Las picas tendrán un diámetro de 14mm.
- Tendrán una longitud de 2 m.
- Enterradas verticalmente a una profundidad de 0.5m.
- La separación entre cada pica y la siguiente será de 3 m.

Con esta configuración, la longitud del conductor desde la primera pica a la última será de 21 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 Ω.

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 Voltios.

$$37 \cdot 0.650 = 24.05$$

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

2.6.12. Cálculo de la resistencia del sistema de tierras

2.6.12.1. Tierra de protección

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del Centro (R_t), y tensión de defecto correspondiente (U_d), utilizaremos las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra, $R_t \rightarrow R_t' = K_r \cdot \rho$
- Tensión de defecto, $U_d' \rightarrow U_d' = I_d' \cdot R_t'$

Siendo:

- $\rho = 200 \Omega\text{m}$.
- $K_r = 0.063 \Omega/(\Omega\text{ m})$.
- $I_d' = 272 \text{ A}$.



Tras resolver en las fórmulas obtenemos:

- $R_t' = 12.6 \Omega$.
- $U_d' = 3427.2 V$

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del C.T. deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada (U_d'), por lo que deberá ser como mínimo de 4000 Voltios.

De esta manera evitaremos que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de Alta Tensión deterioren los elementos de Baja Tensión del centro.

Además, la intensidad de defecto calculada es superior a 100 Amperios, lo que permitirá que pueda ser detectada por las protecciones normales.

2.6.12.1. Tierra de servicio

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0.073 \cdot 200 = 14.6 \Omega$$

R_t es 14.6, siendo inferior a 37Ω .

2.6.13. Tensiones en el exterior de la instalación

El objetivo es eliminar 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 defecto 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.

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

$$\text{-Tensión de paso en el exterior} \rightarrow U_p' = K_p \cdot I_d \cdot \rho = 522.24 V$$



2.6.14. Tensiones en el interior de la instalación

El piso del Centro estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4mm, formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del Centro.

De esta manera se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, esté sobre 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 10cm de espesor como mínimo.

El edificio prefabricado de hormigón, estará 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.

Esta armadura equipotencial se conectará al sistema de tierras de protección, de tal manera que no es necesario calcular las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo.

La existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso de acceso es equivalente al valor de la tensión de defecto, que se obtiene mediante la expresión:

$$U_p'(acc) = K_c \cdot I_d' \cdot \rho = 0.0232 \cdot 272 \cdot 200 = 1262.1V$$

2.6.15. Tensiones aplicadas

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

$$U_p(exterior) = 10 \cdot \frac{K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \rho}{1000}\right) = 3520V$$

$$U_p(acceso) = 10 \cdot \frac{K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot \rho + 3 \cdot \sigma \cdot \rho}{1000}\right) = 16960V$$



Cálculos

Siendo

- U_p = Tensiones de paso en Voltios.
- $K = 72$.
- $n = 1$.
- t = Duración de la falta en segundos: 0.45 s.
- ρ = Resistividad del terreno.
- ρ_{σ} = Resistividad del hormigón = 3.000 Ω .m.

Así comprobamos que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles:

- en el exterior:

$$U_p' = 522.24 \text{ V} < U_p(\text{exterior}) = 3520 \text{ V}.$$

- en el acceso al C.T.:

$$U_p'(\text{acc}) = 1262.1 \text{ V} < U_p(\text{acceso}) = 16960 \text{ V}.$$

Ahora comprobamos los valores de defecto:

$$U_d' = 3427.2 \text{ V} < U_{BT} = 6000 \text{ V}$$

2.6.16. Investigación de tensiones transferibles al exterior

No hay medios de transferencia de tensiones al exterior, por lo que no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

El objetivo es garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existiendo 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:

$$D_{\min} = \frac{\sigma \cdot I_d}{2000 \cdot \pi} = 8.66 \text{ m}$$

Siendo:

- $\sigma = 200 \Omega$.m.
- $I_d' = 272 \text{ A}$.



2.6.17. Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo

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 corregirían estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del Centro, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.



2.7. CÁLCULO DE COMPENSACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

2.7.1. Introducción

El método escogido para compensar las energías es colocar una batería de condensadores.

Los pasos a seguir son:

- Calcular el total de la potencia activa y reactiva.
- Cálculo del ángulo del triángulo de potencias
- Cálculo del factor de potencia de la instalación.
- Cálculo del nuevo ángulo y potencia reactiva total.
- Cálculo de la energía reactiva necesaria para compensar.
- Cálculo de la línea de alimentación.

2.7.2. Cálculos

2.7.2.1. Cálculo total de la potencia activa y reactiva

Conociendo la potencia total, podemos obtener la potencia reactiva
 $\rightarrow P = 132500W$

$$P_{tot} = 132500 \cdot 0.9 = 123304.5W$$

$$S = \frac{Pot}{\cos \varphi} \cdot F_c = \frac{123304.5}{0.97} \cdot 1.25 = 158897.55$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \rightarrow Q = \sqrt{S^2 - P^2} = 80486.4Var$$

La potencia reactiva es 80486.4Var

2.7.2.2. Cálculo del ángulo del triángulo de potencias

$$tg \varphi = \frac{Q}{P} = \frac{80486.4}{137005} = 0.58$$



$$\varphi = 30.43$$

$$\cos \varphi = 0.86$$

2.7.2.3. Cálculo del factor de potencia que queremos obtener y potencia que queremos obtener

El factor de potencia que se quiere obtener, tiene un valor de 0,98. Por tanto se debe de hallar el nuevo ángulo que formara el triangulo de potencias.

$$\cos \varphi_2 = 0.98$$

$$\varphi_2 = 11.47$$

$$Q_2 = P \cdot \operatorname{tg} \varphi_2 = 27799.28 \operatorname{Var}$$

2.7.2.4. Cálculo de la energía reactiva necesaria para compensar.

$$Q_c = Q_1 - Q_2 = 80486.4 - 27799.28 = 52687.12 \operatorname{Var}$$

Por tanto la batería de condensadores a elegir tendrá un valor de 63kVar.

2.7.3. Solución

52687.12Var, será la potencia que tenga que suministrar la batería de condensadores, puesto que se ha elegido compensación automática. El equipo seleccionado para mantener el factor de potencia por encima de 0,98 es:

- ACF-75-440, CIRCUTOR

Es una batería automática de condensadores de 63kVAr de potencia reactiva, 7 escalones físicos (3+5+(5x10)), con una relación de potencia entre condensadores de 1:2:2:2:2:2:2, para alimentación trifásica de 400V de tensión y 50Hz de frecuencia, con contactores y fusibles.



Las diferentes combinaciones que pueden realizar los condensadores se denominan escalones eléctricos, y se calculan con la siguiente fórmula:

$$E.\text{eléctri cos} = \frac{P.\text{batería}}{P.\text{Escalón.más.pequeño}} = \frac{63}{3} = 11$$

Fd.: Susana Palacín Buil

Pamplona, Febrero de 2013



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

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

PLANOS

Susana Palacín Buil

Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Febrero/2013



Índice

3. PLANOS

3.1. SITUACIÓN

3.2. DIMENSIÓN DE LA NAVE; FACHADA

3.3. DIMENSIÓN DE LA NAVE; MOBILIARIO Y MAQUINARIA

3.4. PUESTA A TIERRA DE LA NAVE

3.5. DIMENSIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

3.6. ESQUEMA UNIFILAR DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y CUADRO DE BAJA TENSIÓN

3.7. PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

3.8. CUADRO GENERAL

3.9. CUADRO AUXILIAR I

3.10. CUADRO AUXILIAR II

3.11. CUADRO AUXILIAR III

3.12. CUADRO AUXILIAR IV

3.13. CUADRO AUXILIAR V

3.14. CUADRO AUXILIAR VI

3.15. CUADRO AUXILIAR VII

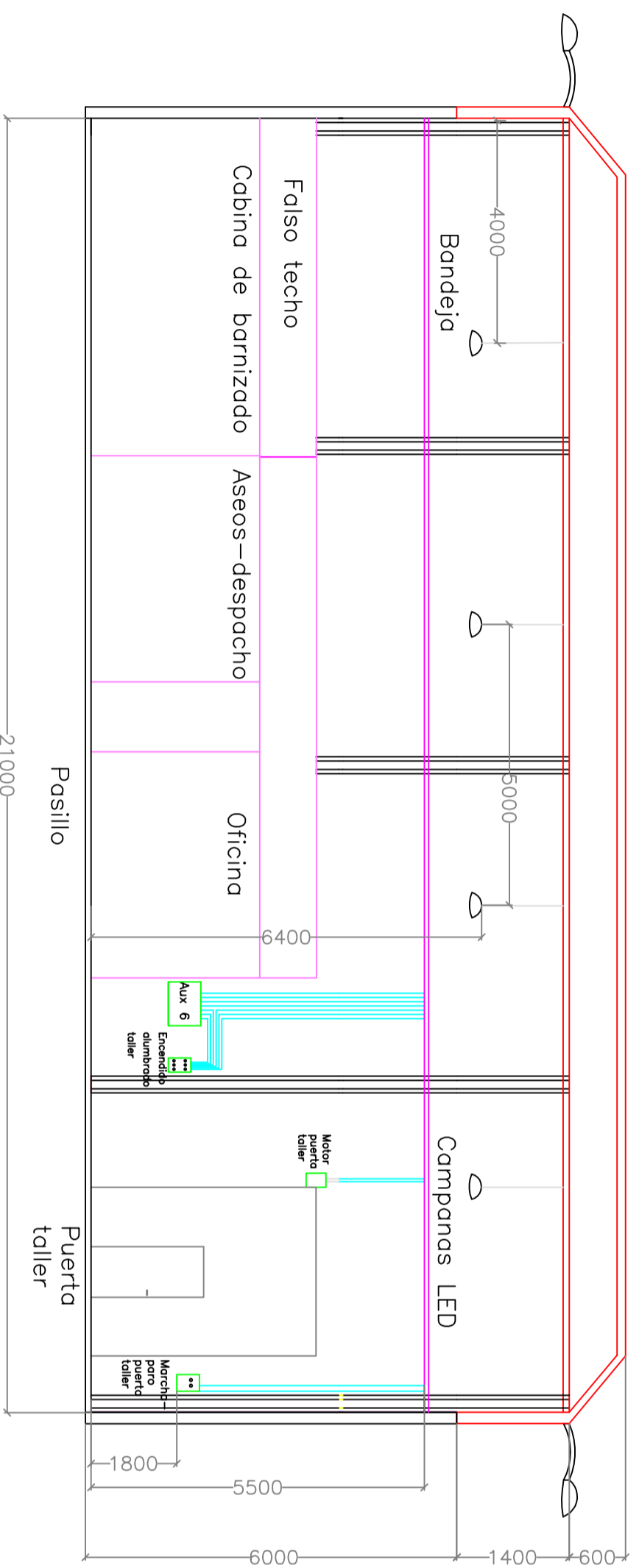
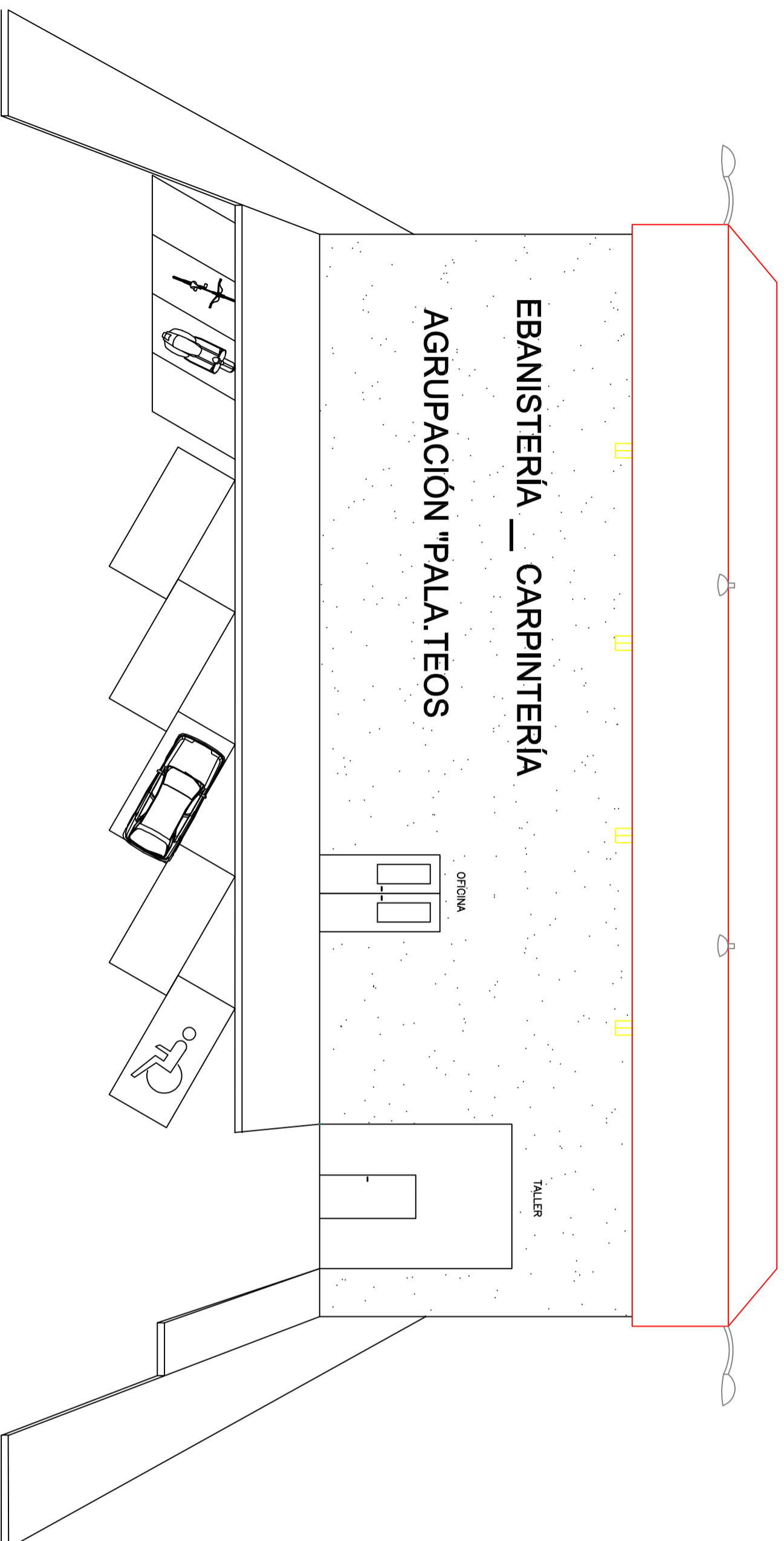



mapa callejero, SitAr

Sos del Rey Católico, Zaragoza

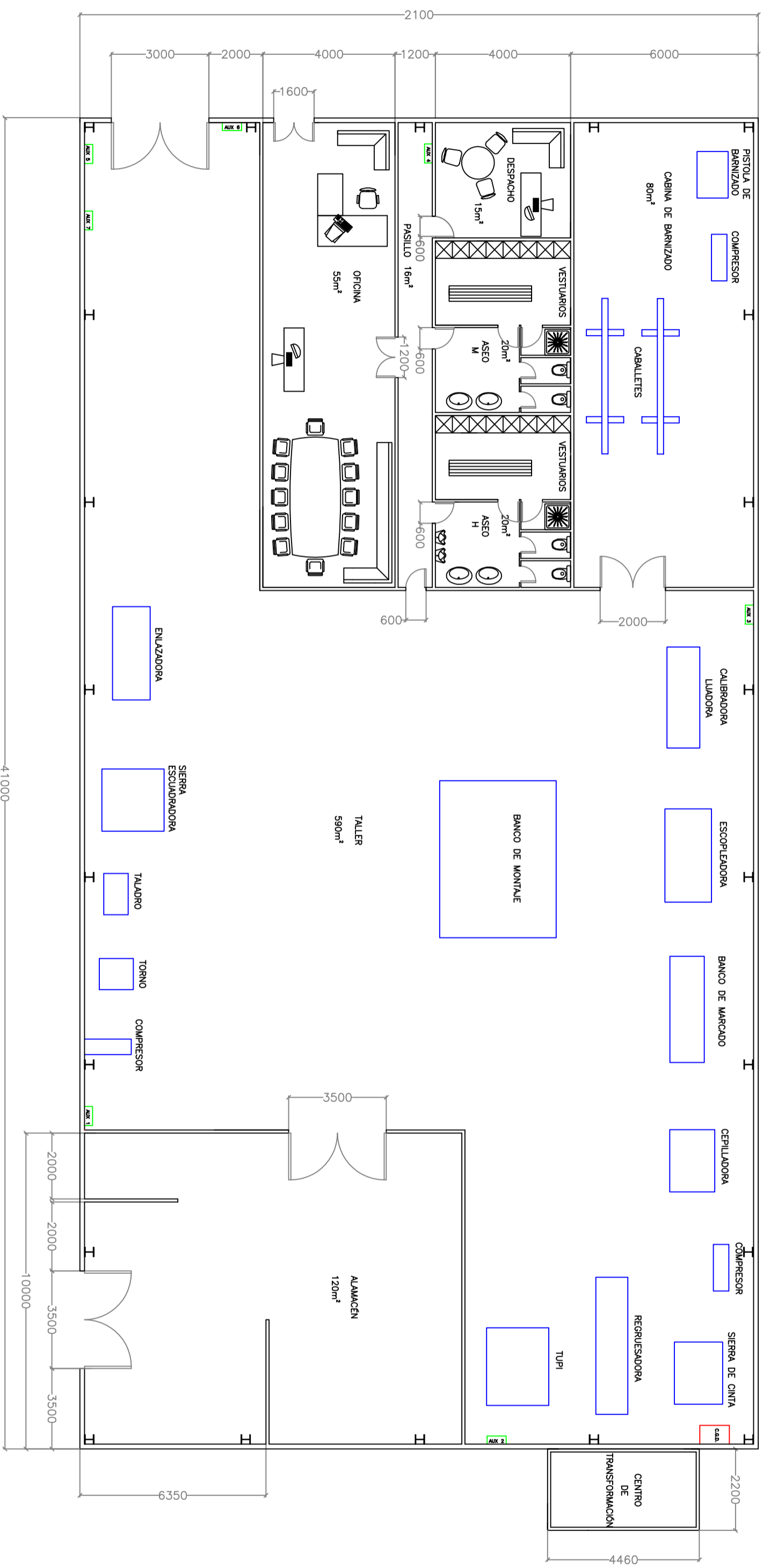


 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.			
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		REALIZADO: PALACIN BUIL, SUSANA		
		FIRMA:		
PLANO: SITUACIÓN		FECHA: 14/02/13	ESCALA:	Nº PLANO: 1



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	REALIZADO: PALACIN BUIL, SUSANA

PLANO: DIMENSIÓN DE LA NAVE, FACHADA	FIRMA:	FECHA: 14/02/13	ESCALA: 1:100	Nº PLANO: 2
---	--------	--------------------	------------------	----------------



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL E.

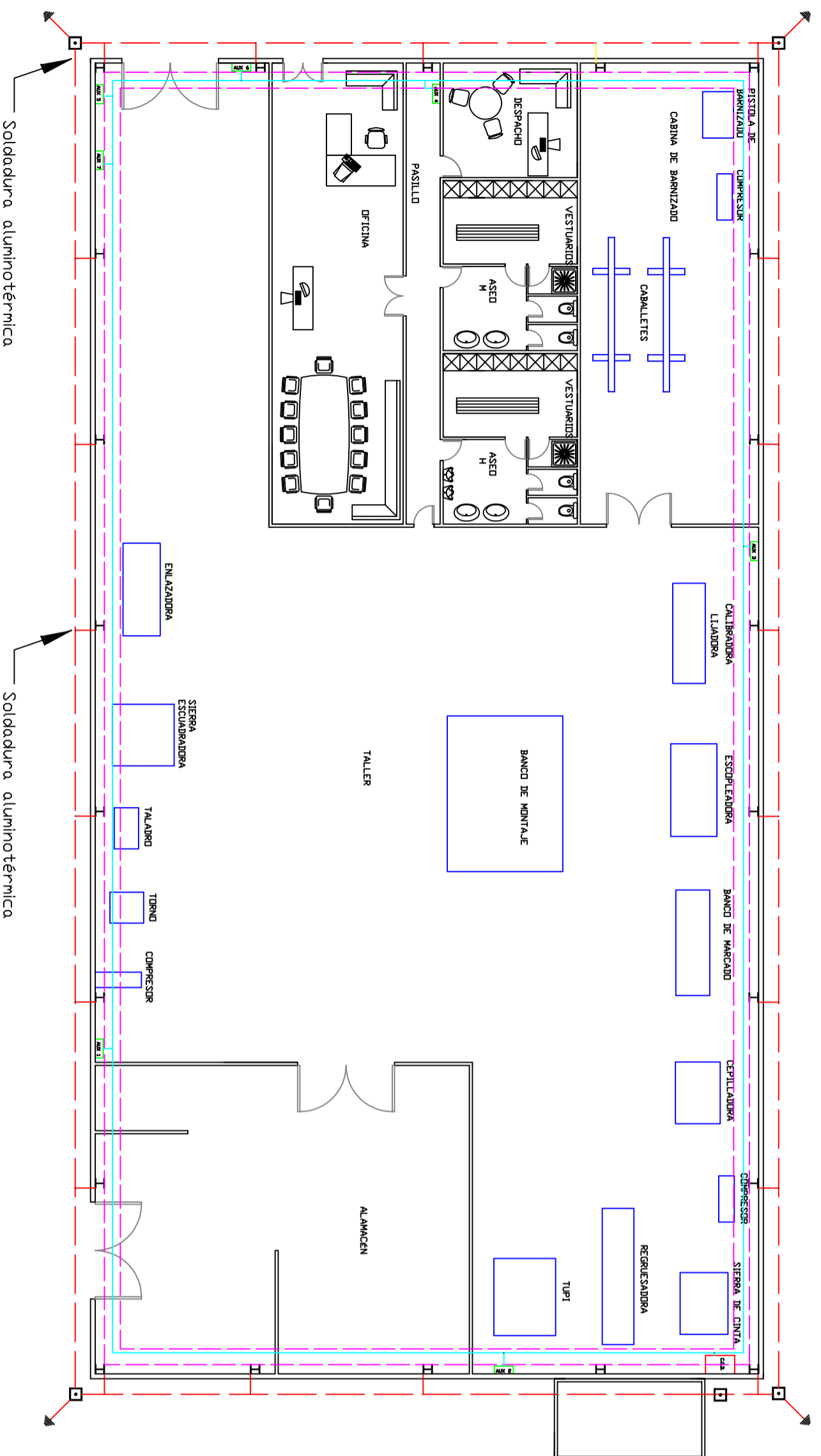
DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO: **INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA
NAVE EN BAJA TENSIÓN CON
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

REALIZADO:
PALACIN BUIL, SUSANA

PLANO:
DIMENSIONADO DE LA NAVE, PLANTIA

FECHA: 14/02/13
ESCALA: 1:125
Nº PLANO: 3



LEYENDA

Cuadro General de distribución, colocado a 1,70m de altura

AUX Cuadros auxiliares de protección, colocados a 1,70m de altura

Cableado sobre bandeja portacables, de malla metálica de 350x70mm, colocada a 5,5m

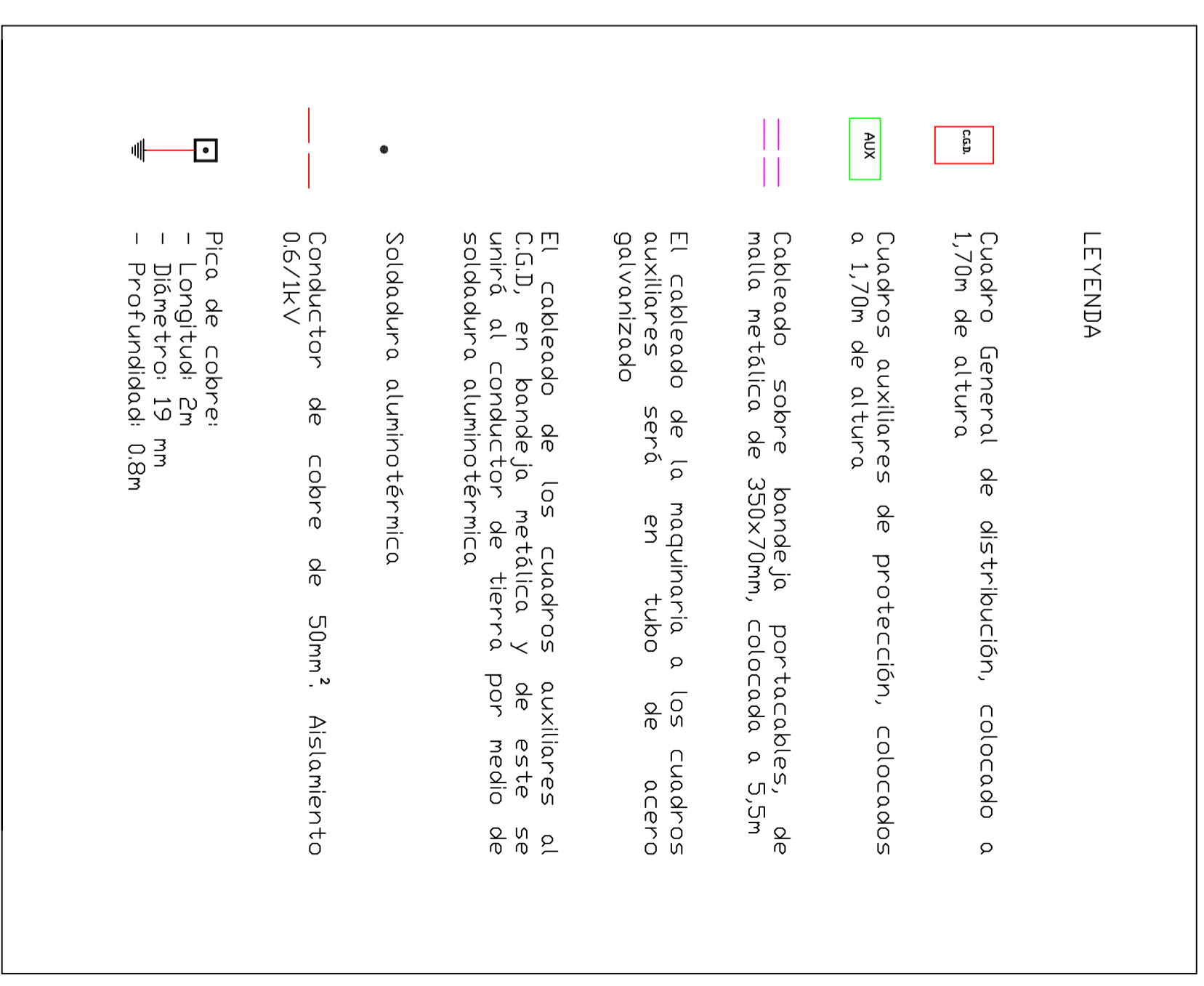
El cableado de la maquinaria a los cuadros auxiliares será en tubo de acero galvanizado


El cableado de los cuadros auxiliares al C.G.D. en bandeja metálica y de este se unirá al conductor de tierra por medio de soldadura aluminotérmica

Soldadura aluminotérmica

Conductor de cobre de 50mm². Aislamiento 0,6/1kV

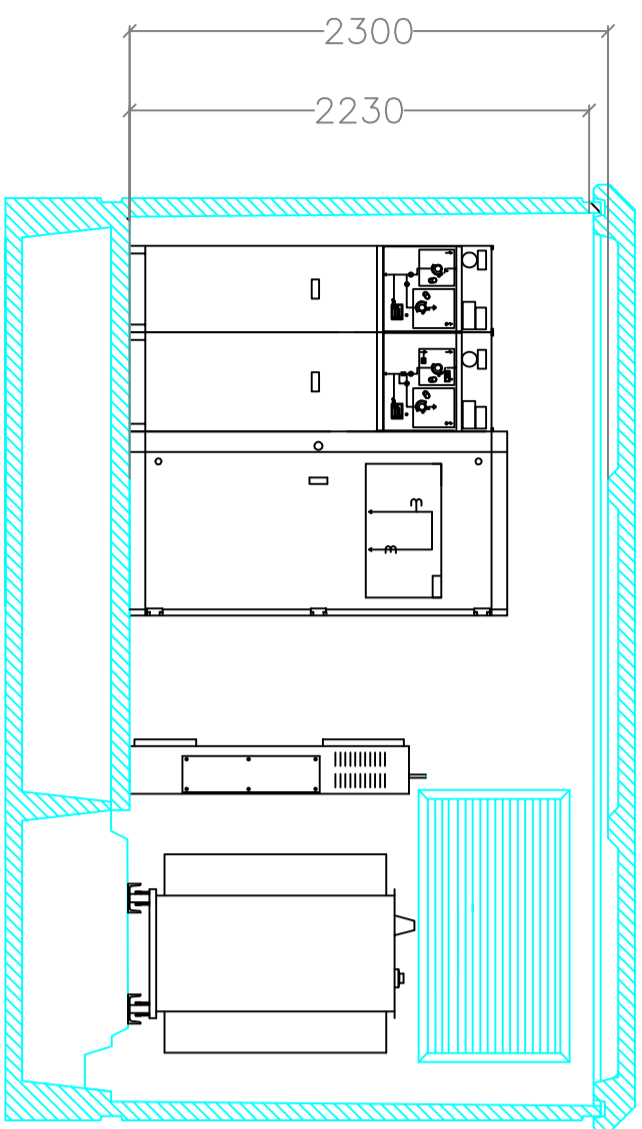
Pica de cobre:
 - Longitud: 2m
 - Diámetro: 19 mm
 - Profundidad: 0,8m



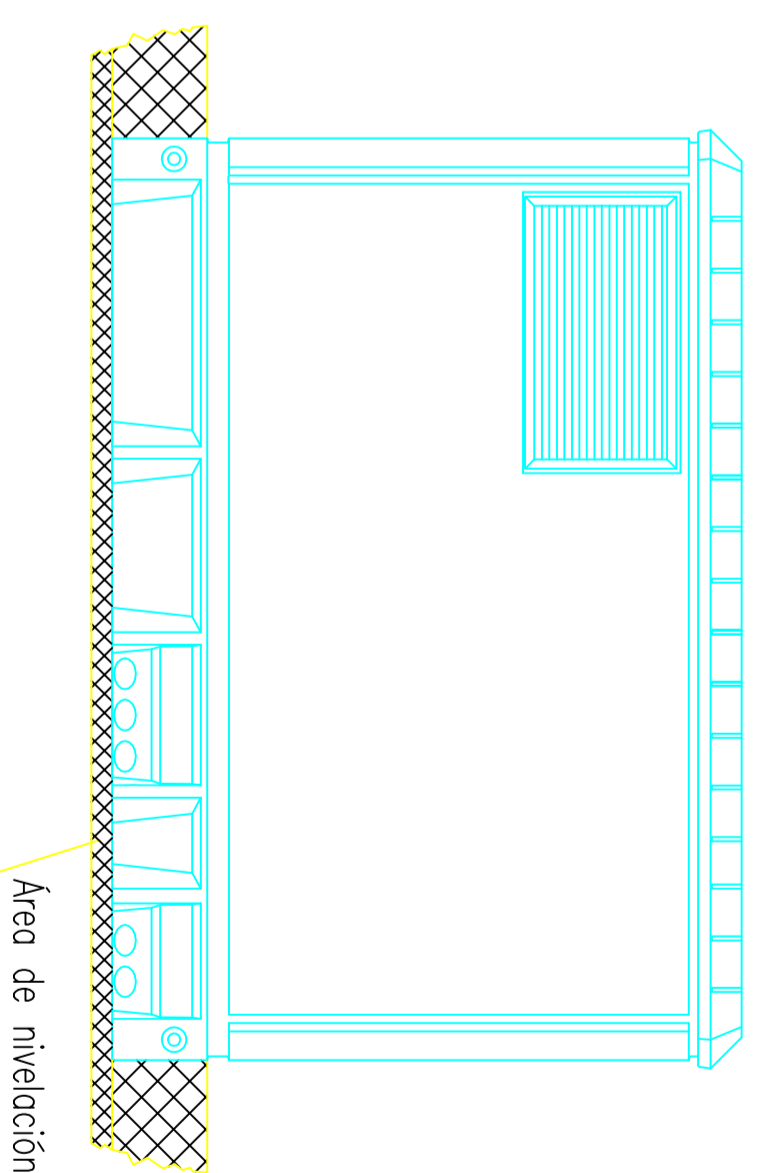
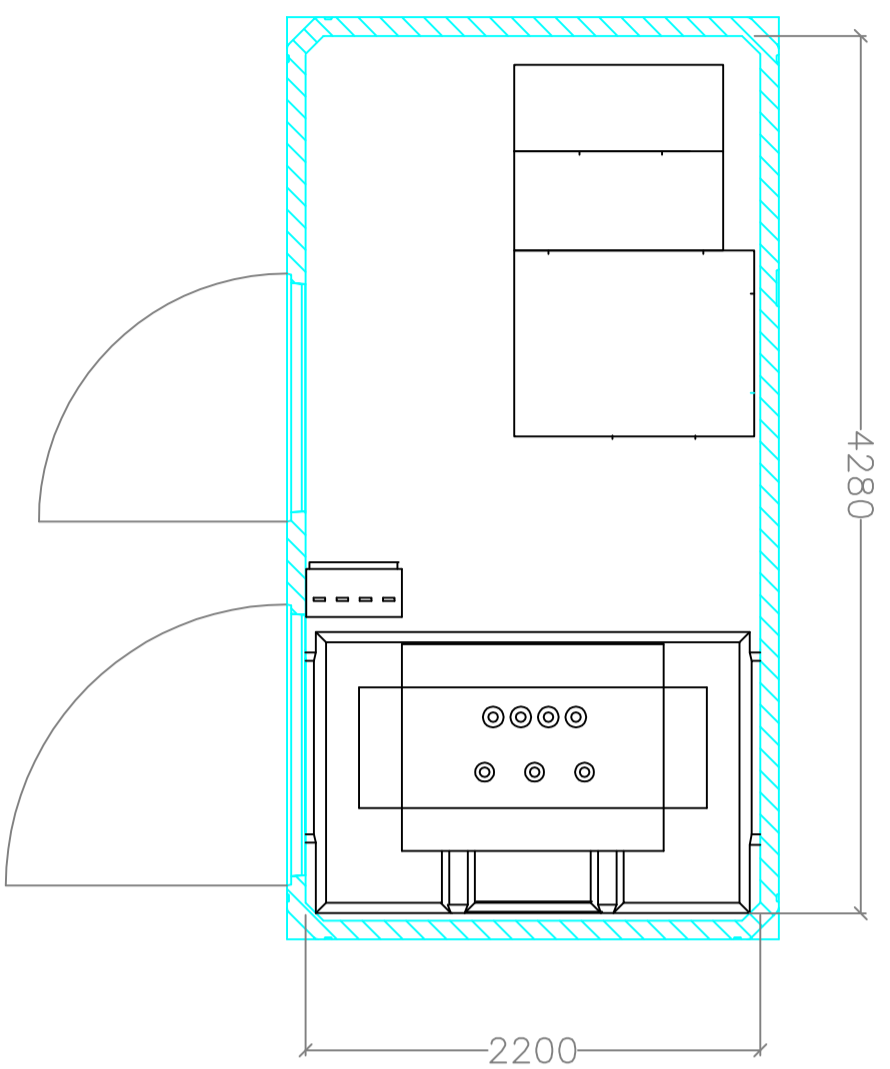
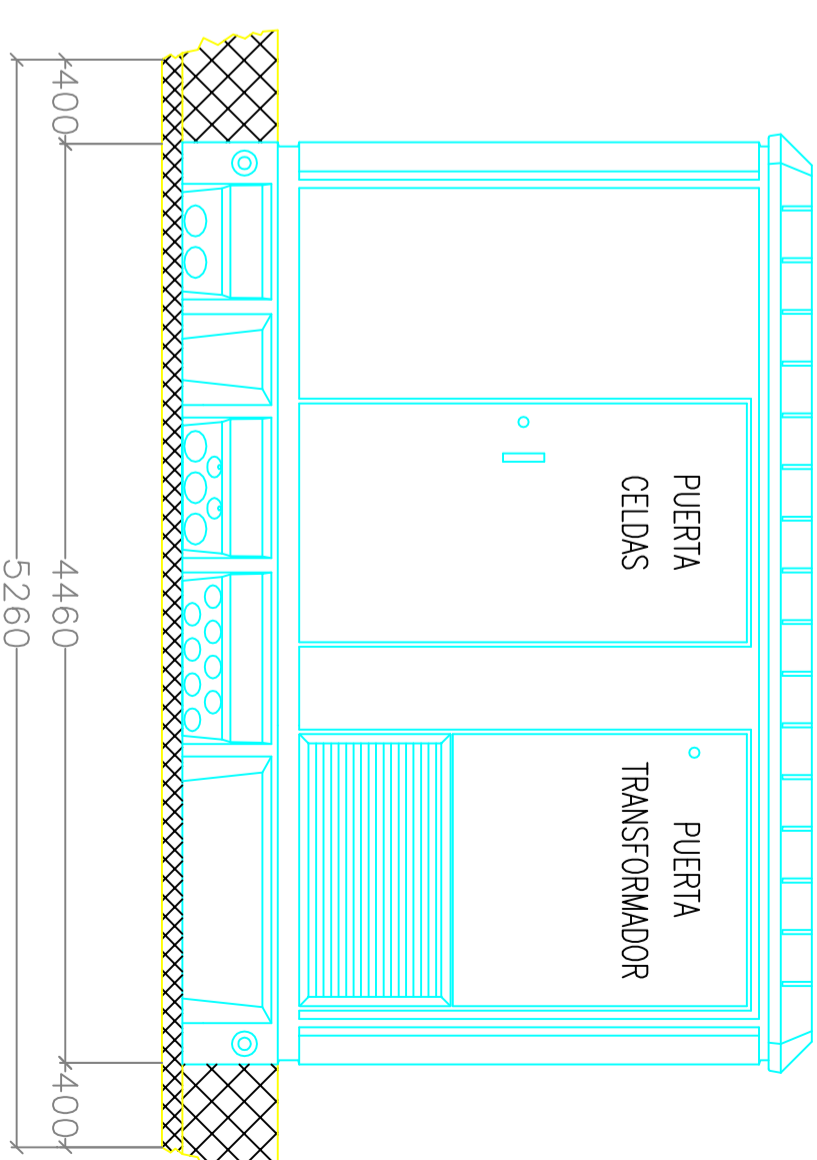
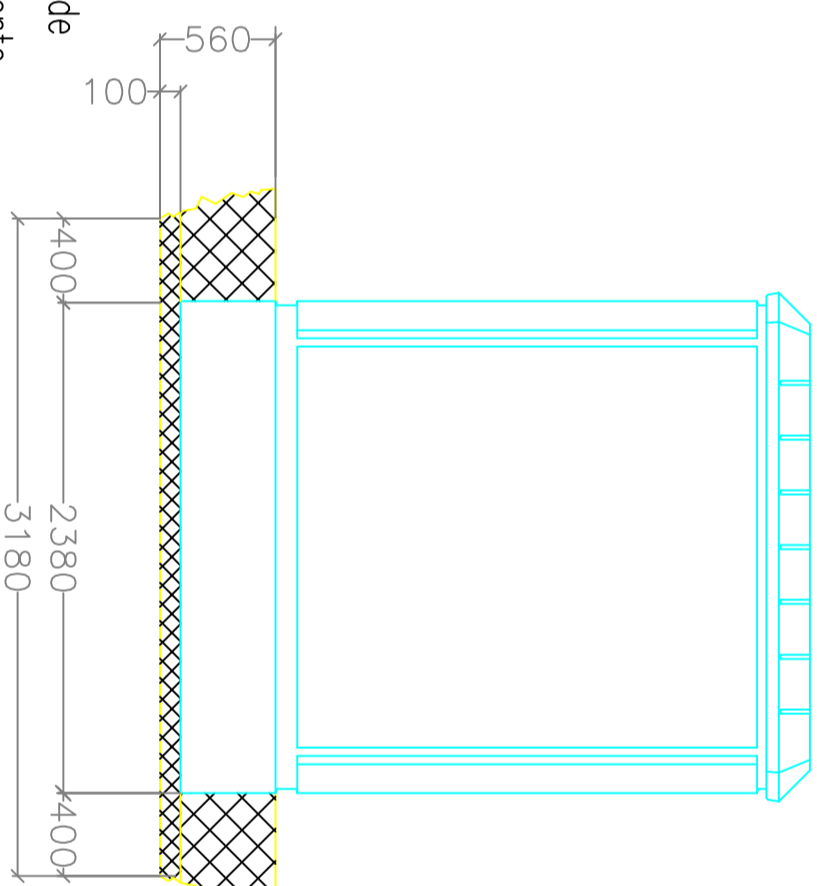
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	REALIZADO: PALACIN BUIL, SUSANA	

PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	FECHA: 14/02/13	ESCALA: 1:150	Nº PLANO: 4
--	---------------------------	-------------------------	-----------------------

PLANO: PUESTA A TIERRA DE LA NAVE



Consultar en caso de
instalación con pendiente



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL E.

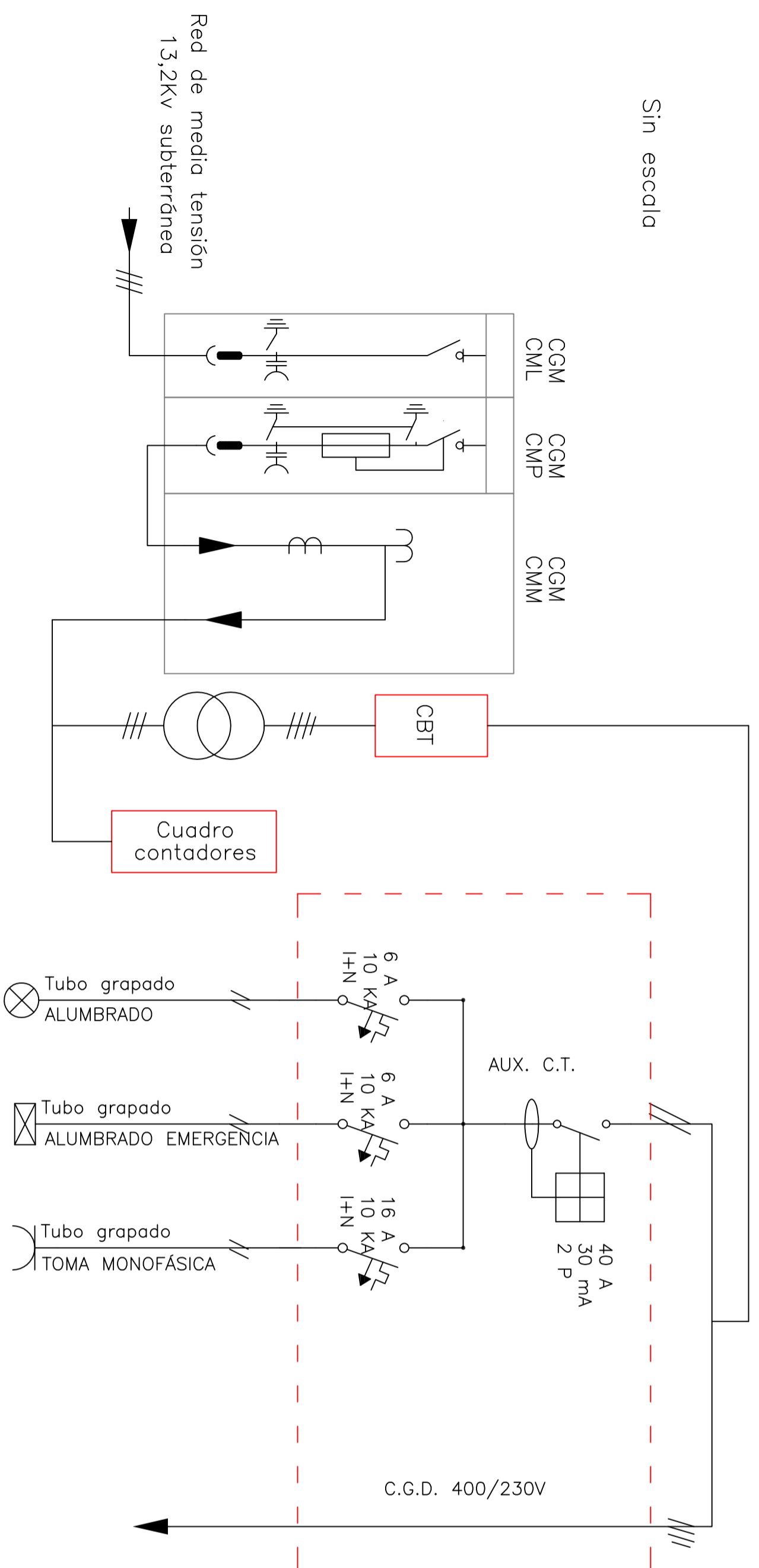
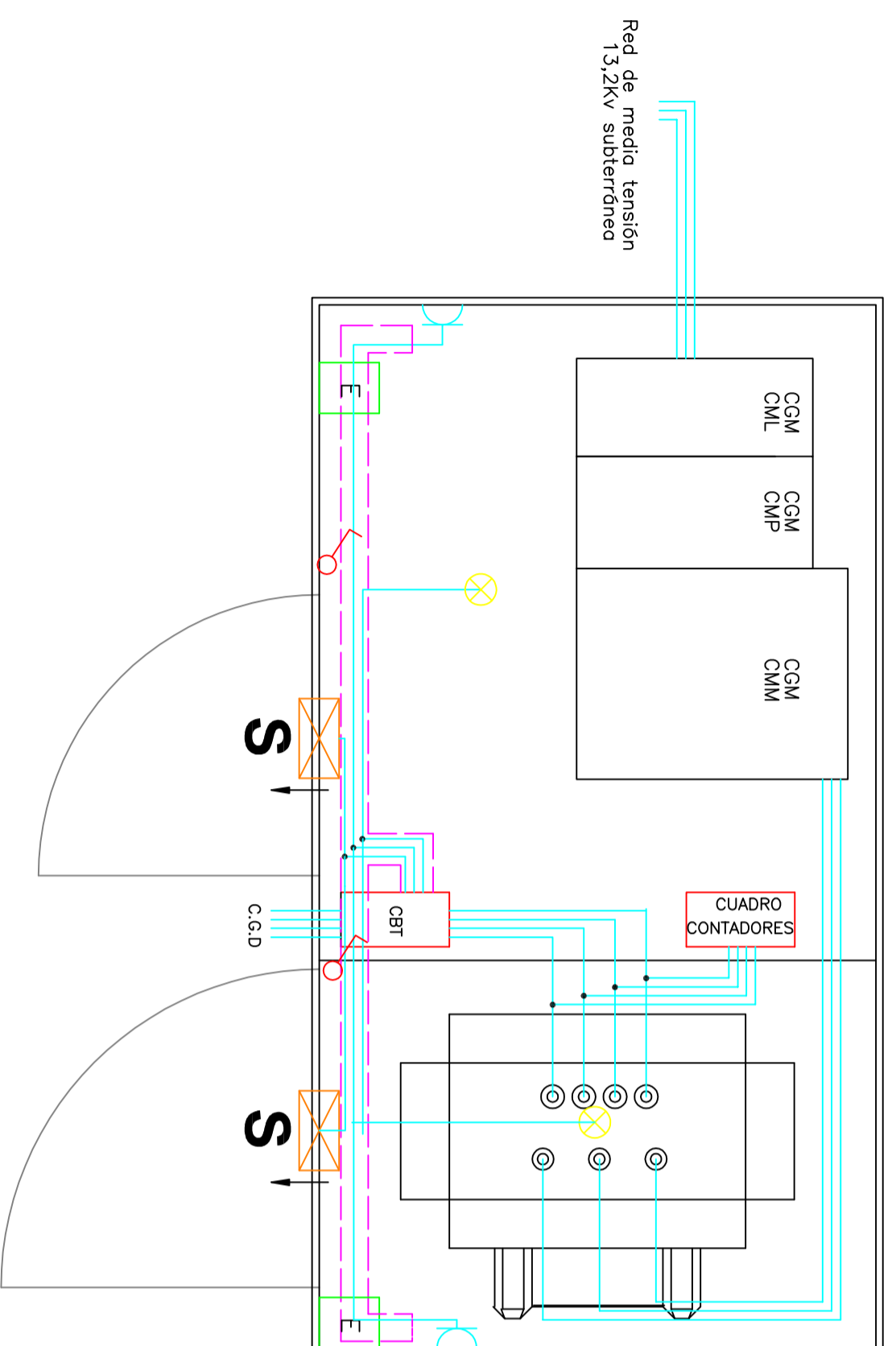
DEPARTAMENTO:
**DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO: **INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA
NAVE EN BAJA TENSIÓN CON
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

REALIZADO:
PALACIN BUIL, SUSANA

PLANO:
DIMENSIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

FECHA: 14/02/13
ESCALA: 1:1.5
Nº PLANO: 5

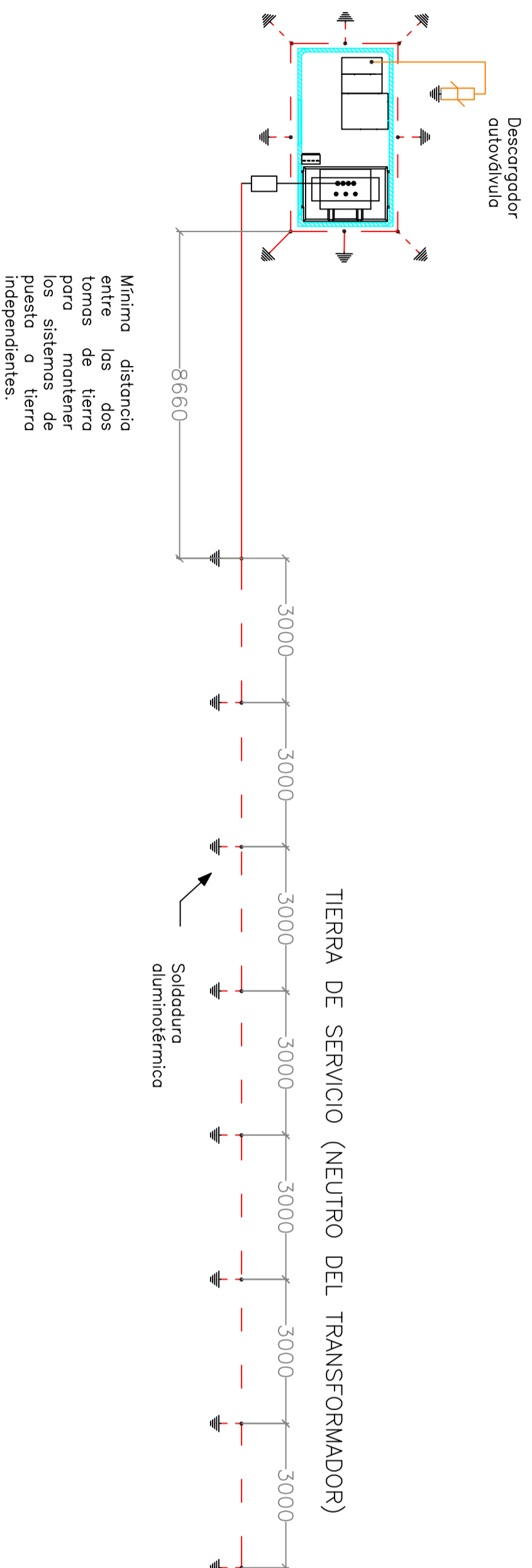


LEYENDA

	CGM-CML	Celda de línea
	CGM-CMP	Celda de protección
	CGM-CMM	Celda de medida
		Bandeja de cableado
		Toma monofásica
		Foco LED superficial 10W, Ledyluz
		Lampara de emergencia Emerlux F100, LedBox
		Interruptor
		Extintor
		Seccionador de puesta a tierra
		Interruptor seccionador
		Indicador de presencia de tensión
		Interruptor automático de corte con fusible
		Transformador de tensión
		Transformador de intensidad
		Transformador
		Interruptor diferencial:
		A: Calibre
		mA: Sensibilidad
		Número de polos
		Interruptor magnetotérmico:
		A: intensidad
		kA: poder de corte
		Número de polos
		Curva

<p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	<p>E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</p>	<p>DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</p>
	<p>PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE EN BAJA TENSION CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</p>	<p>REALIZADO: PALACIN BUIL, SUSANA</p>
<p>PLANO: ESQUEMA DEL C.TRANSFORMACIÓN Y CUADRO DE B.T.</p>	<p>FIRMA:</p>	<p>FECHA: 14/02/13</p>
		<p>ESCALA: 1:10</p>
		<p>Nº PLANO: 6</p>

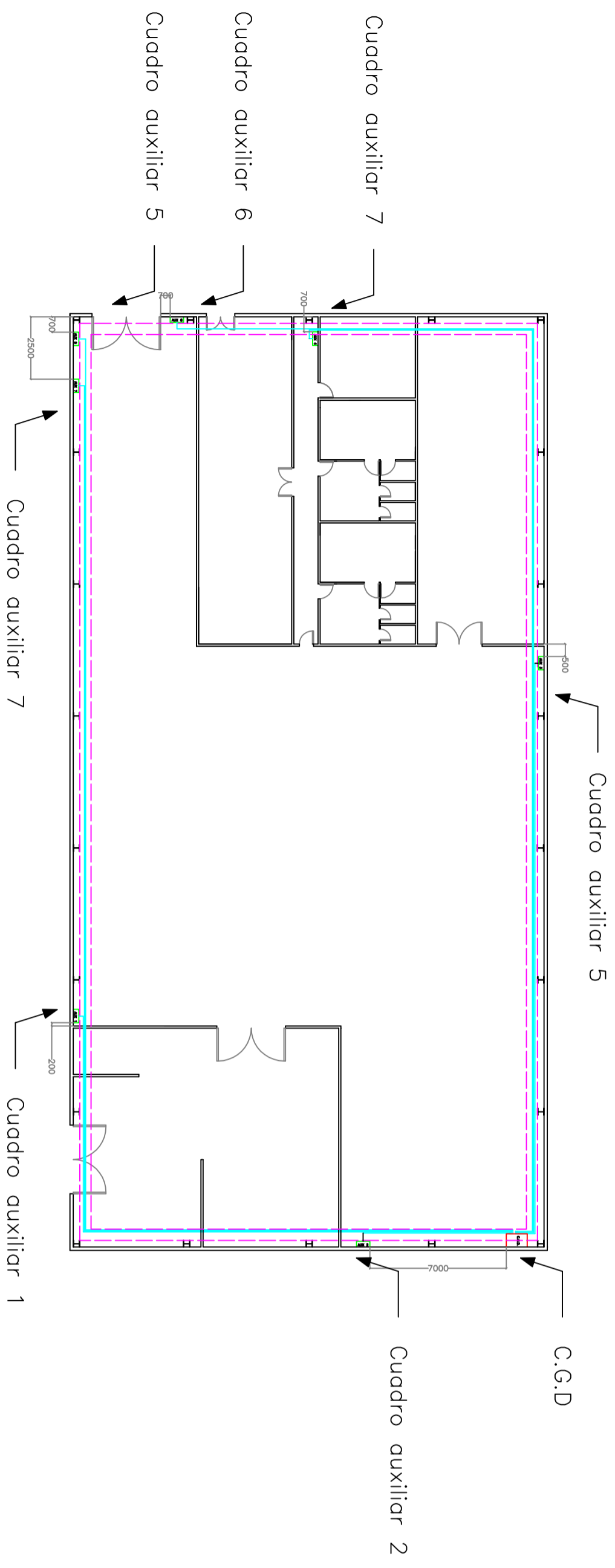
TIERRA DE PROTECCIÓN (MASAS)



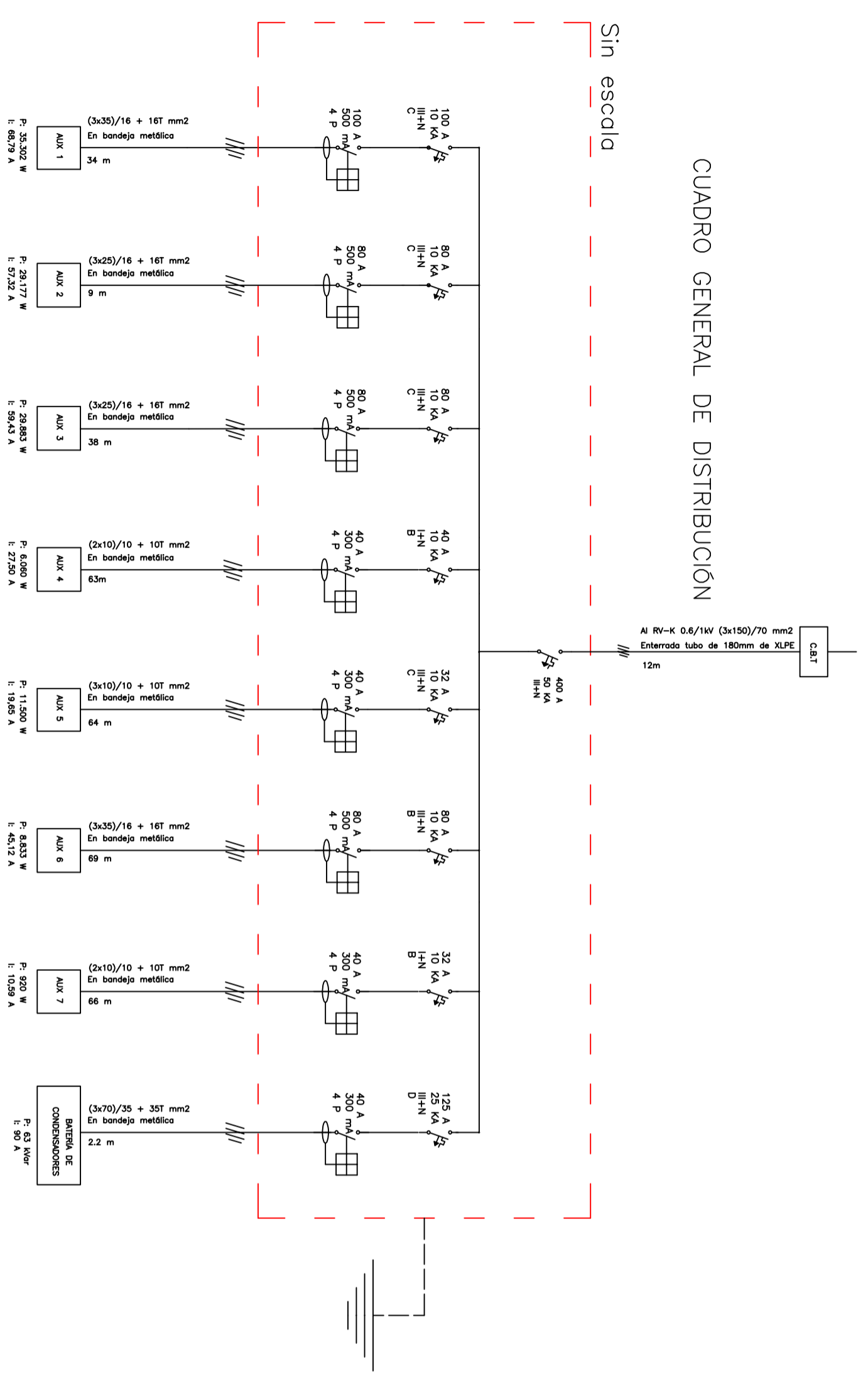
LEYENDA

- Picas de acero cobrizo
 - Longitud: 4m
 - Diámetro: 14mm²
- Conductor de cobre desnudo de 50mm²
- Conductor de cobre aislado 0.6/1kV de 50mm²
- Caja de medición y seccionamiento de puesta a tierra
- Arqueta de registro
- Descargador autoválvula. Protección directa del transformador

Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	REALIZADO: PALACIN BUIL, SUSANA
PLANO: PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	FIRMA:	FECHA: 14/02/13
		ESCALA: 1:10
		Nº PLANO: 7



CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN



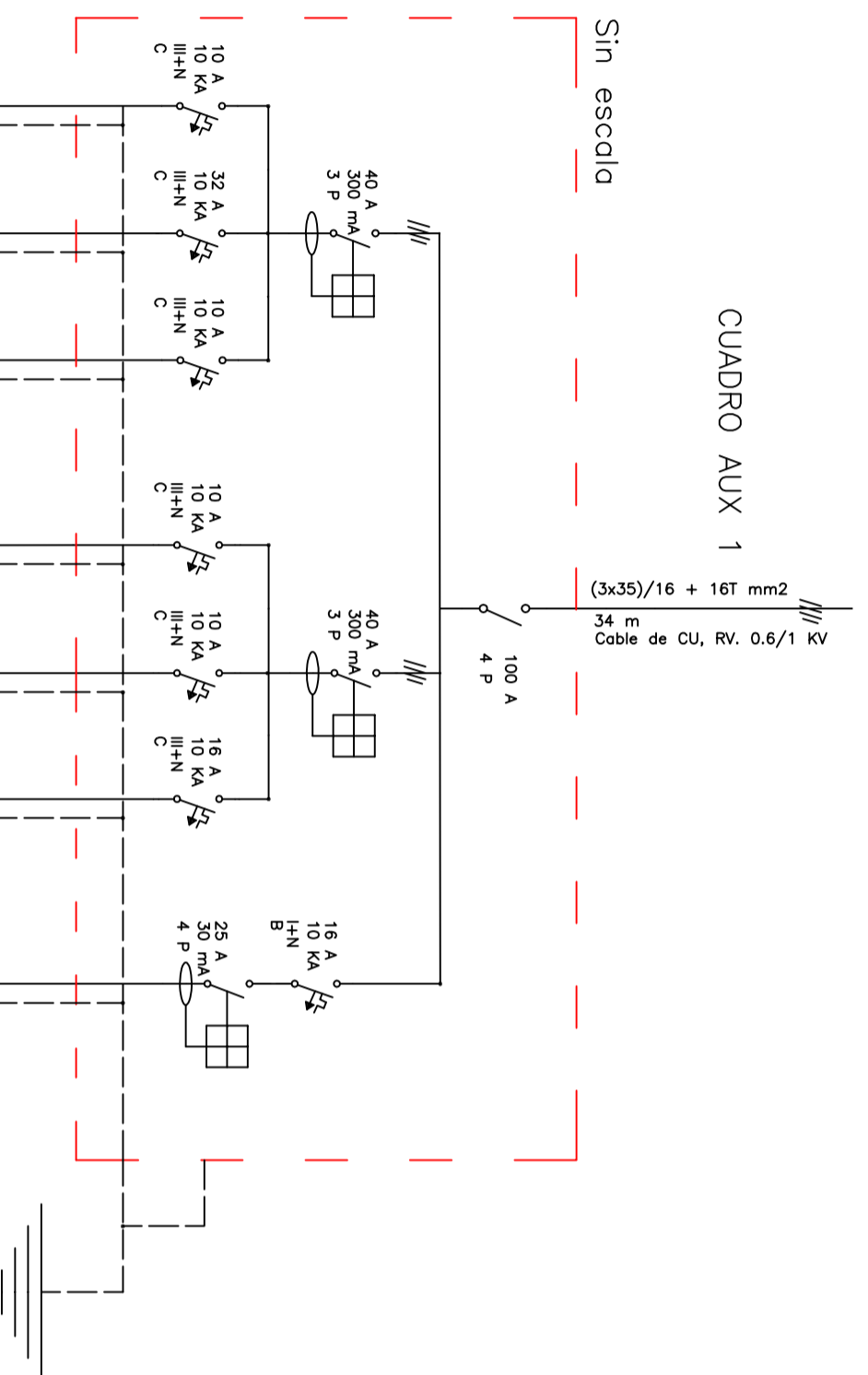
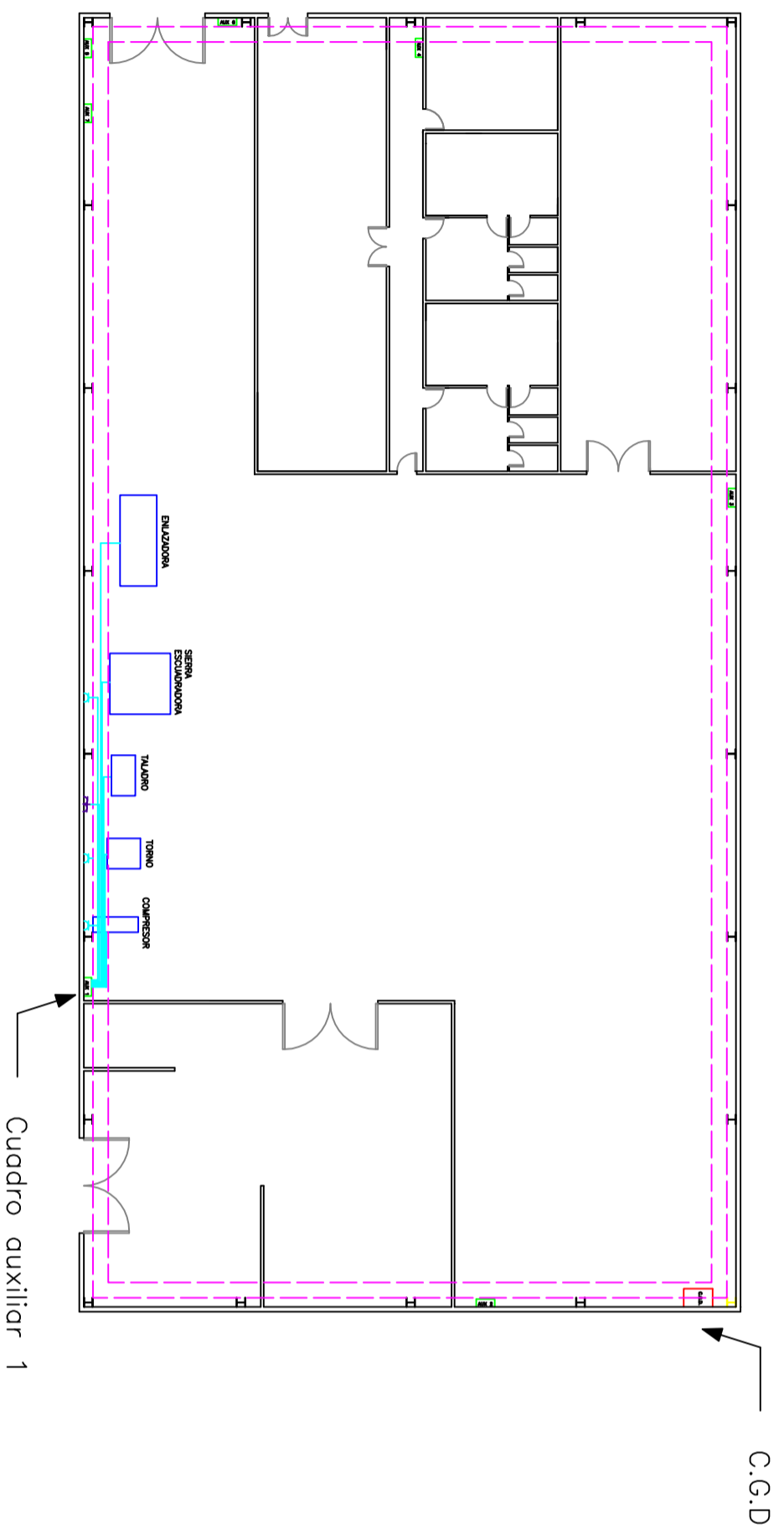
LEYENDA

- caab.** Cuadro General de distribución, colocado a 1,70m de altura
- AUX.** Cuadros auxiliares de protección, colocados a 1,70m de altura
- Cableado sobre bandeja portacables, de malla metálica de 350x70mm, colocada a 5,5m

El cableado irá en tubo de acero galvanizado desde la bandeja hasta la maquinaria, y será de 0,6/1kV

- Interruptor general automático
- Interruptor diferencial:
 - A: Calibre
 - mA: Sensibilidad
 - Número de polos
- Interruptor magnetotérmico:
 - A: intensidad
 - kA: poder de corte
 - Número de polos
 - Curva

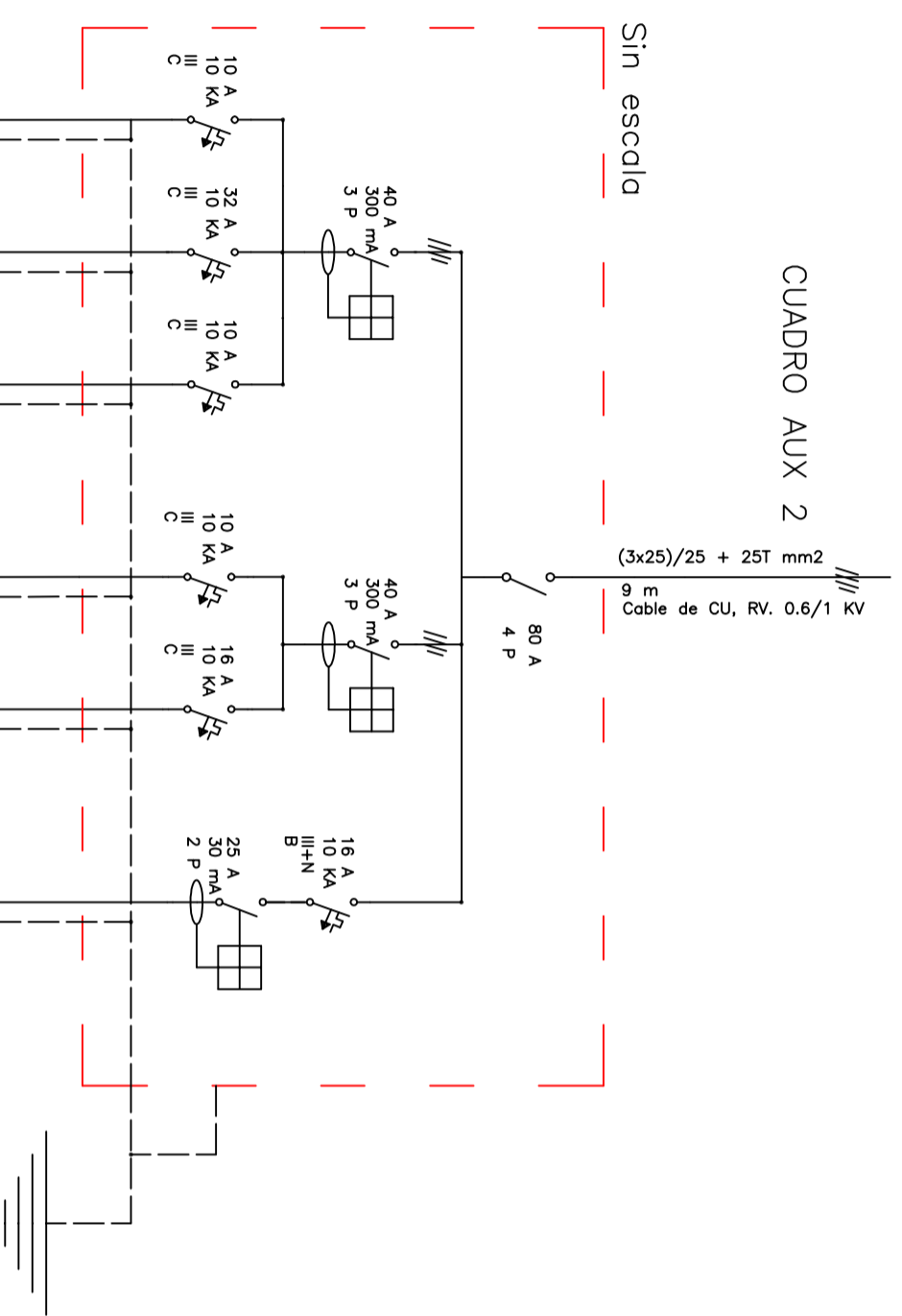
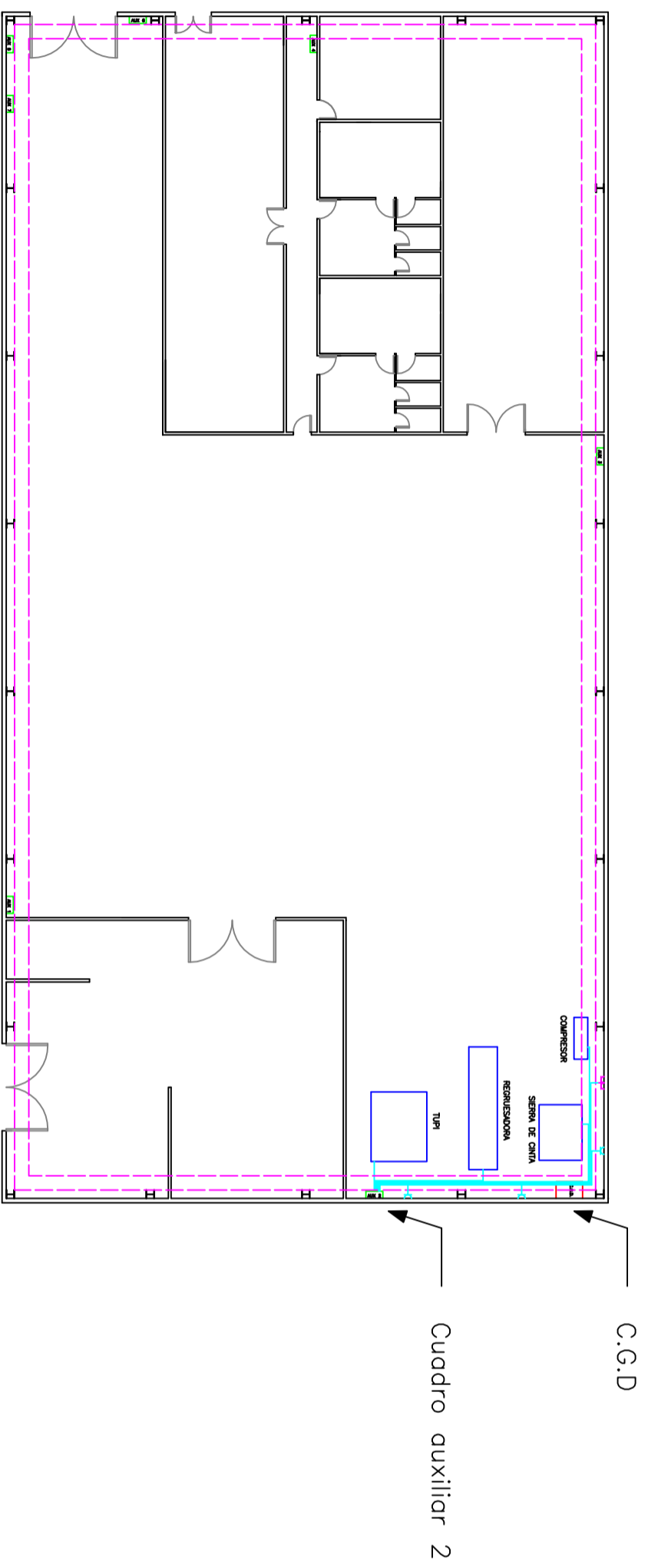
<p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	<p>E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</p>	<p>DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</p>
		<p>REALIZADO: PALACIN BUIL, SUSANA</p>
<p>PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</p>	<p>FIRMA:</p>	<p>FECHA: 14/02/13</p>
<p>PLANO: CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN</p>	<p>ESCALA: 1:200</p>	<p>Nº PLANO: 8</p>



LEYENDA

- Cuadro General de distribución, colocado a 1,70m de altura
- Cuadros auxiliares de protección, colocados a 1,70m de altura
- Cableado sobre bandeja portacables, de malla metálica de 350x70mm, colocada a 5,5m
- Toma de corriente I+N+T, de 230V/16A, con obturadores de protección. Situados a una altura de 1,6m
- Toma corriente III+N+T, 400V/16A, con obturadores de protección. Situados a una altura de 1,6m
- El cableado irá en tubo de acero galvanizado desde la bandeja hasta la maquinaria, y será de 0,6/1kV
- Interruptor general automático
- Interruptor diferencial:
 - A: Calibre
 - mA: Sensibilidad
 - Número de polos
- Interruptor magnetotérmico:
 - A: Intensidad
 - kA: poder de corte
 - Número de polos
 - Curva
- Motor

<p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	<p>E.T.S.I.I.T. INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E.</p>	
	<p>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</p>	
<p>PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</p>	<p>REALIZADO: PALACIN BUIL, SUSANA</p>	
<p>PLANO: CUADRO AUXILIAR 1</p>	<p>FECHA: 14/02/13</p>	<p>ESCALA: 1:200</p>
<p>Nº PLANO: 9</p>		



LEYENDA

cab. Cuadro General de distribución, colocado a 1,70m de altura

AUX Cuadros auxiliares de protección, colocados a 1,70m de altura

Cableado sobre bandeja portacables, de malla metálica de 350x70mm, colocada a 5,5m

Toma de corriente I+N+T, de 230V/16A, con obturadores de protección. Situados a una altura de 1,6m

Toma corriente III+N+T, 400V/16A, con obturadores de protección. Situados a una altura de 1,6m

El cableado irá en tubo de acero galvanizado desde la bandeja hasta la maquinaria, y será de 0,6/1KV

Interruptor general automático


Interruptor diferencial:

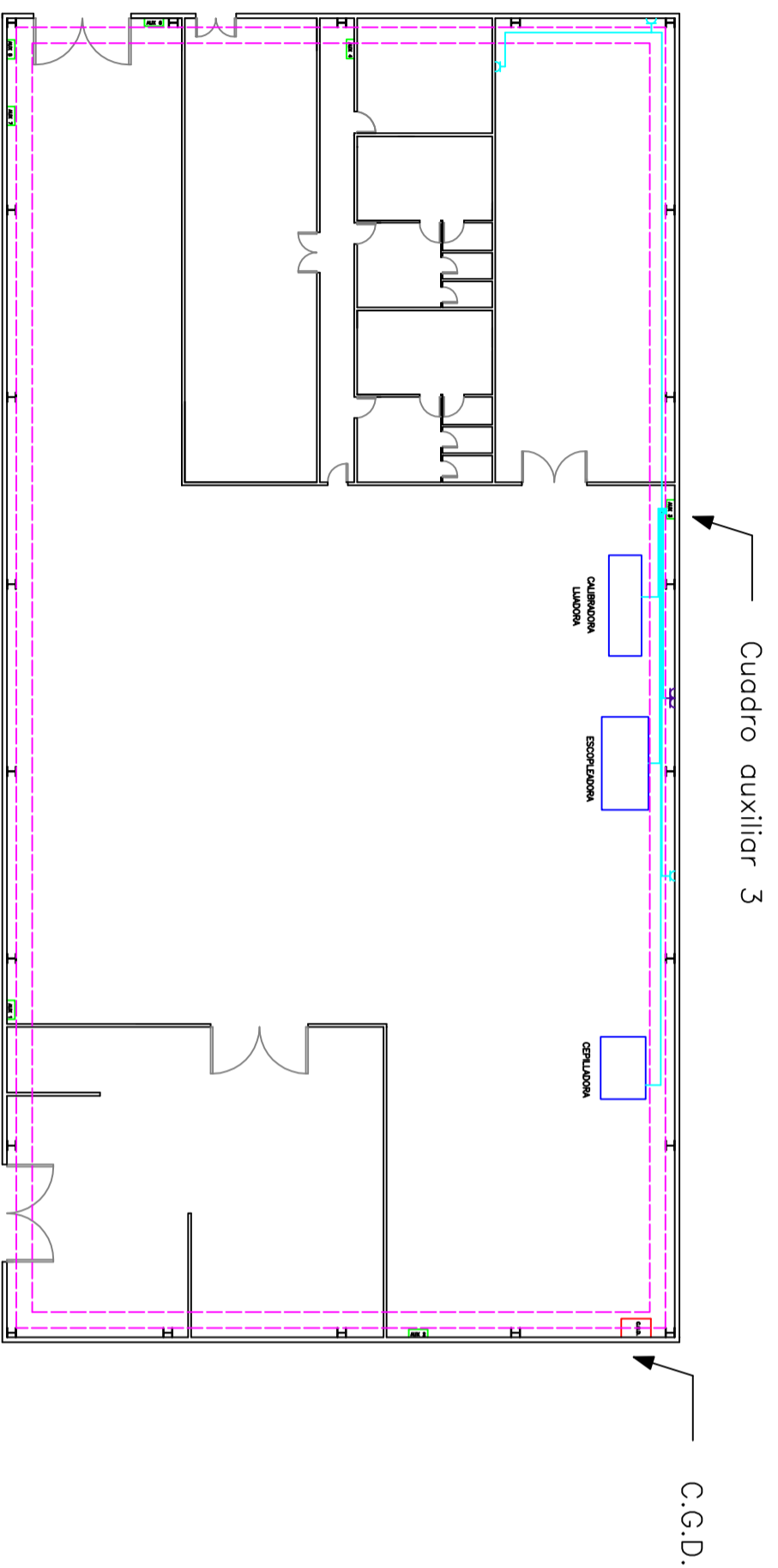
A: Calibre
mA: Sensibilidad
Número de polos

Interruptor magnetotérmico:

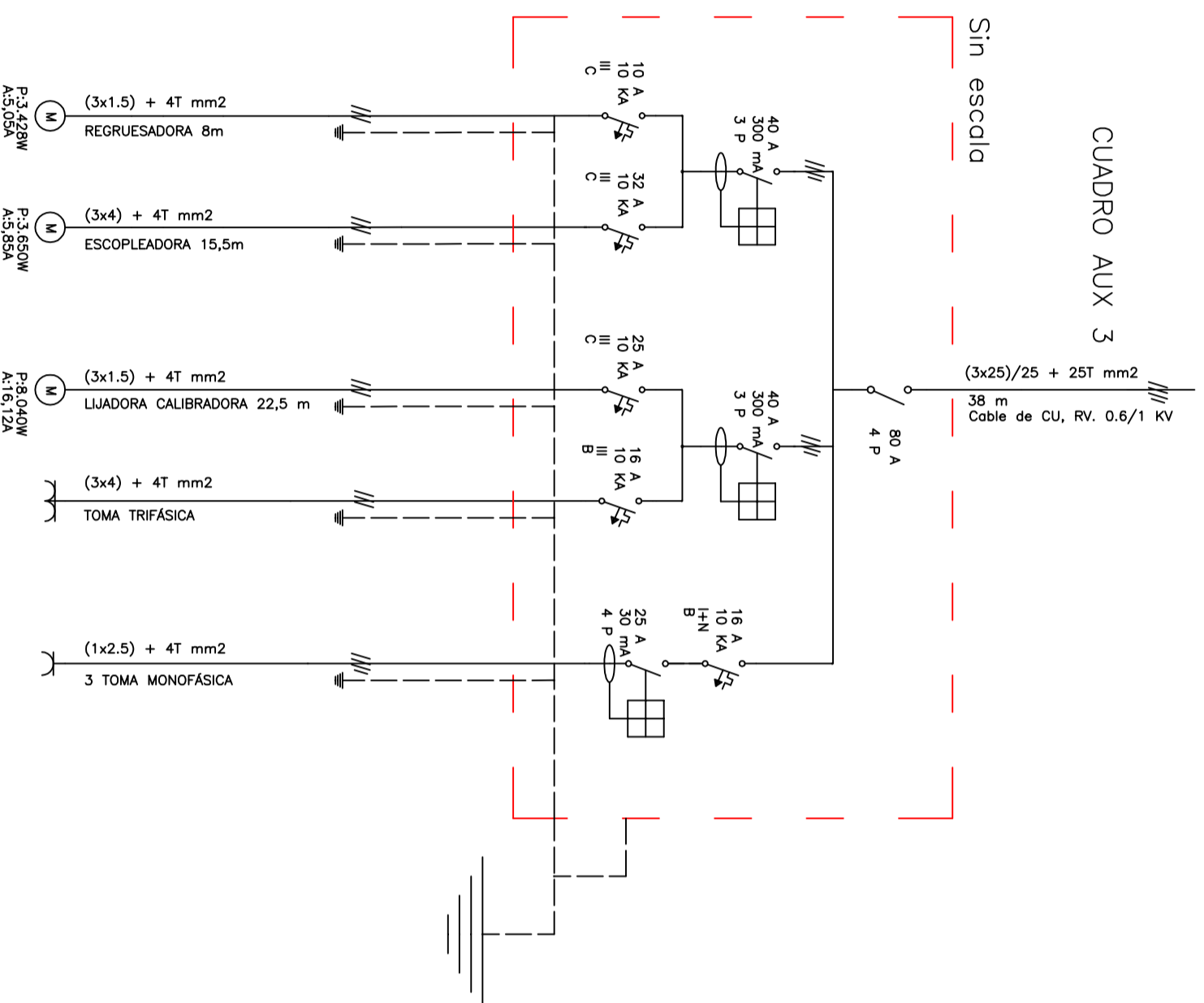
A: intensidad
kA: poder de corte
Número de polos
Curva

Motor

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
		REALIZADO: PALACIN BUIL, SUSANA
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	FIRMA:	FECHA: 14/02/13
PLANO: CUADRO AUXILIAR 2	ESCALA: 1:200	Nº PLANO: 10



CUADRO AUX 3



LEYENDA

ca. Cuadro General de distribución, colocado a 1,70m de altura

AUX Cuadros auxiliares de protección, colocados a 1,70m de altura

Cableado sobre bandeja portacables, de malla metálica de 350x70mm, colocada a 5,5m

Toma de corriente I+N+T, de 230V/16A, con obturadores de protección. Situados a una altura de 1,6m

Toma corriente III+N+T, 400V/16A, con obturadores de protección. Situados a una altura de 1,6m

El cableado irá en tubo de acero galvanizado desde la bandeja hasta la maquinaria, y será de 0,6/1KV

Interruptor general automático

Interruptor diferencial:

A: Calibre
mA: Sensibilidad
Número de polos

Interruptor magnetotérmico:

A: intensidad
kA: poder de corte
Número de polos
Curva

M Motor



Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

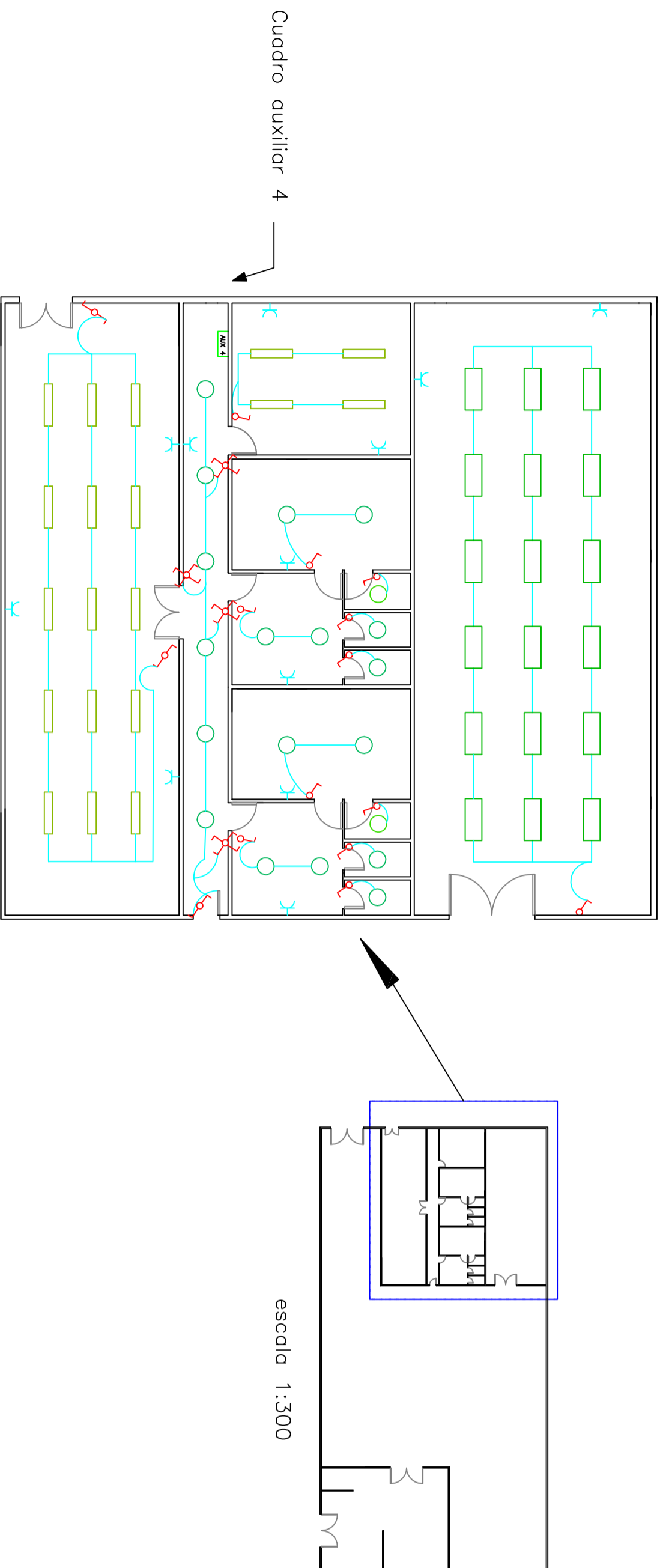
E.T.S.I.I.T.
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
REALIZADO: PALACIN BUIL, SUSANA

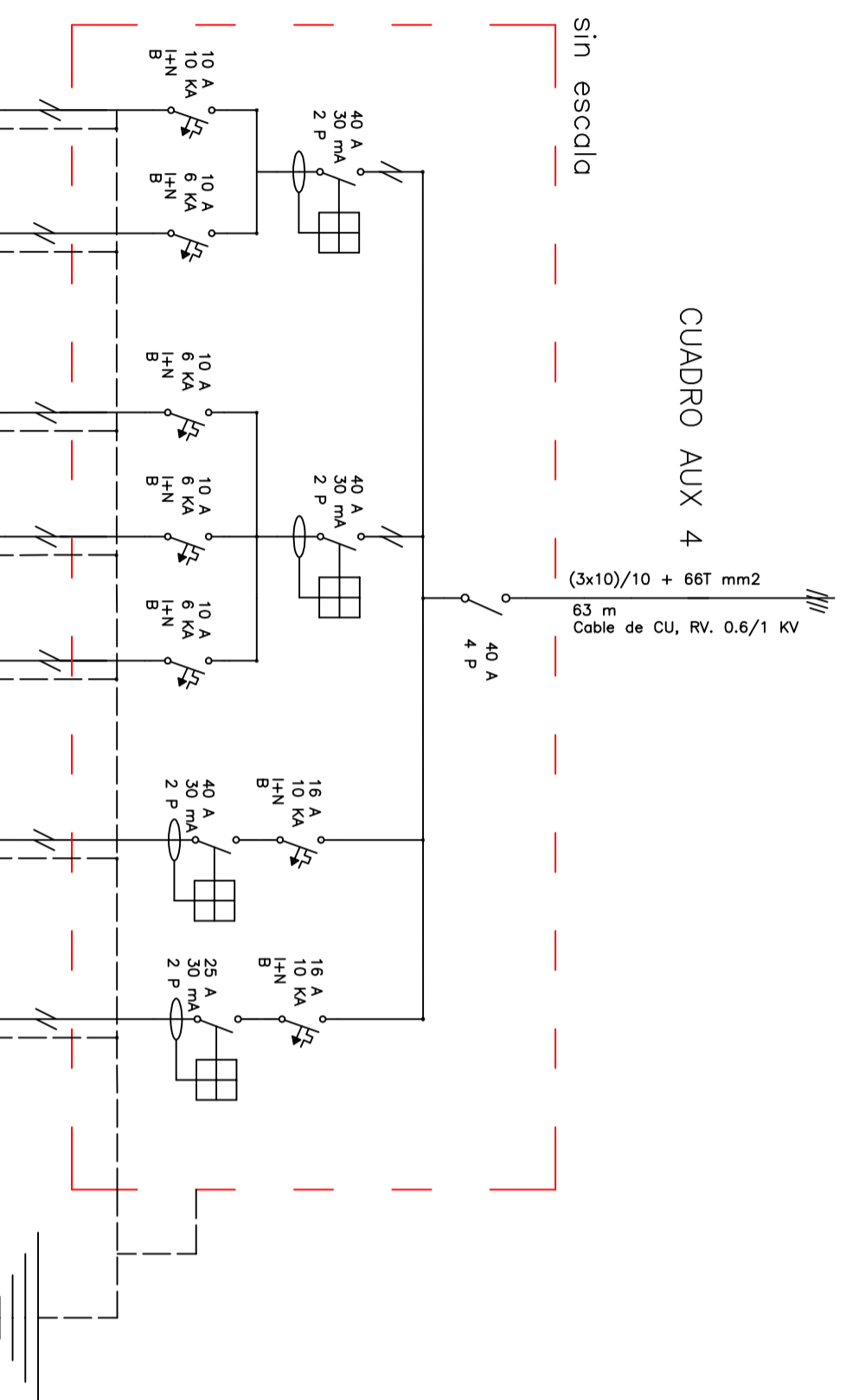
PROYECTO: **INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

PLANO: CUADRO AUXILIAR 3

FECHA: 14/02/13 ESCALA: 1:200 Nº PLANO: 1-1



escala 1:300




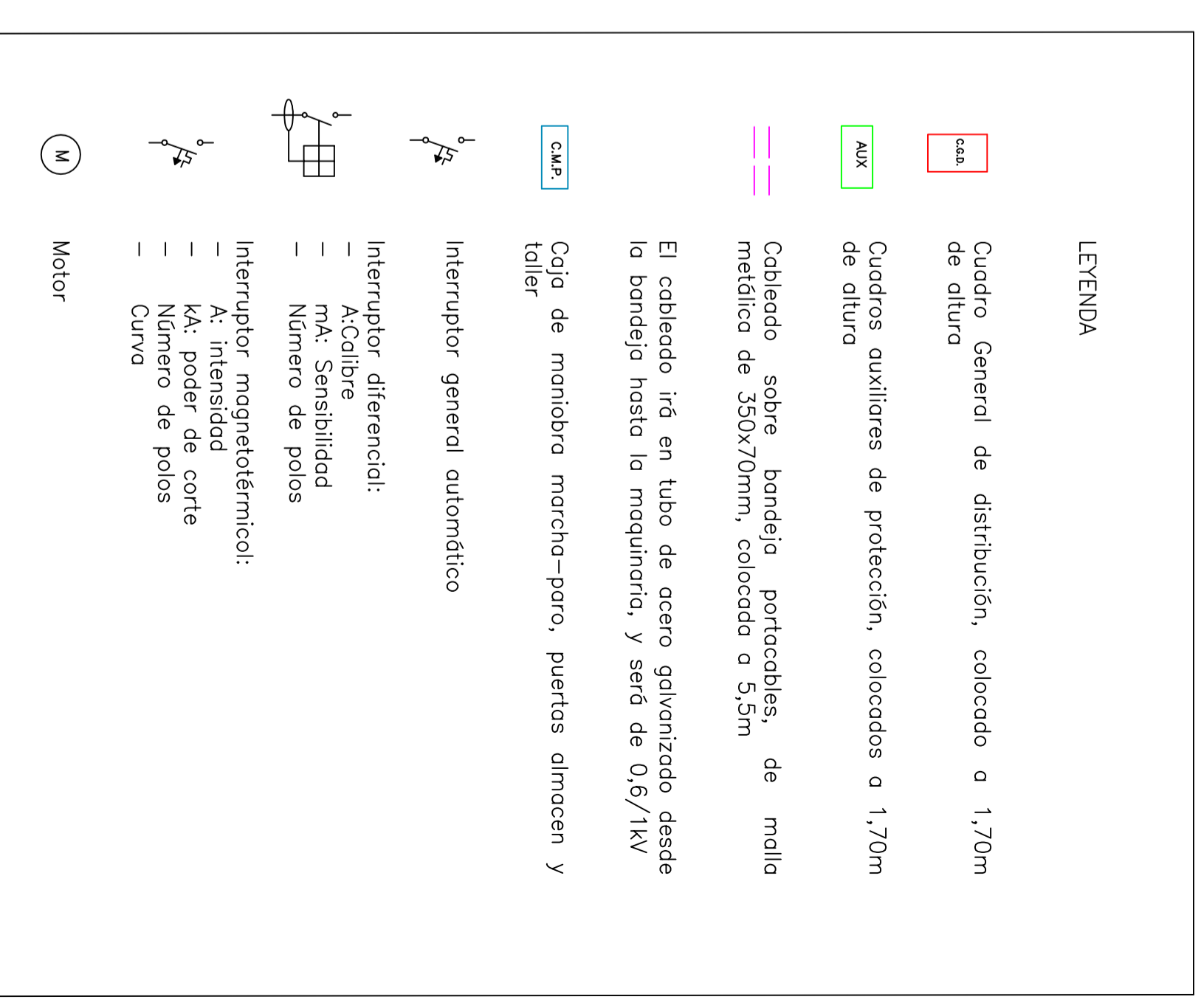
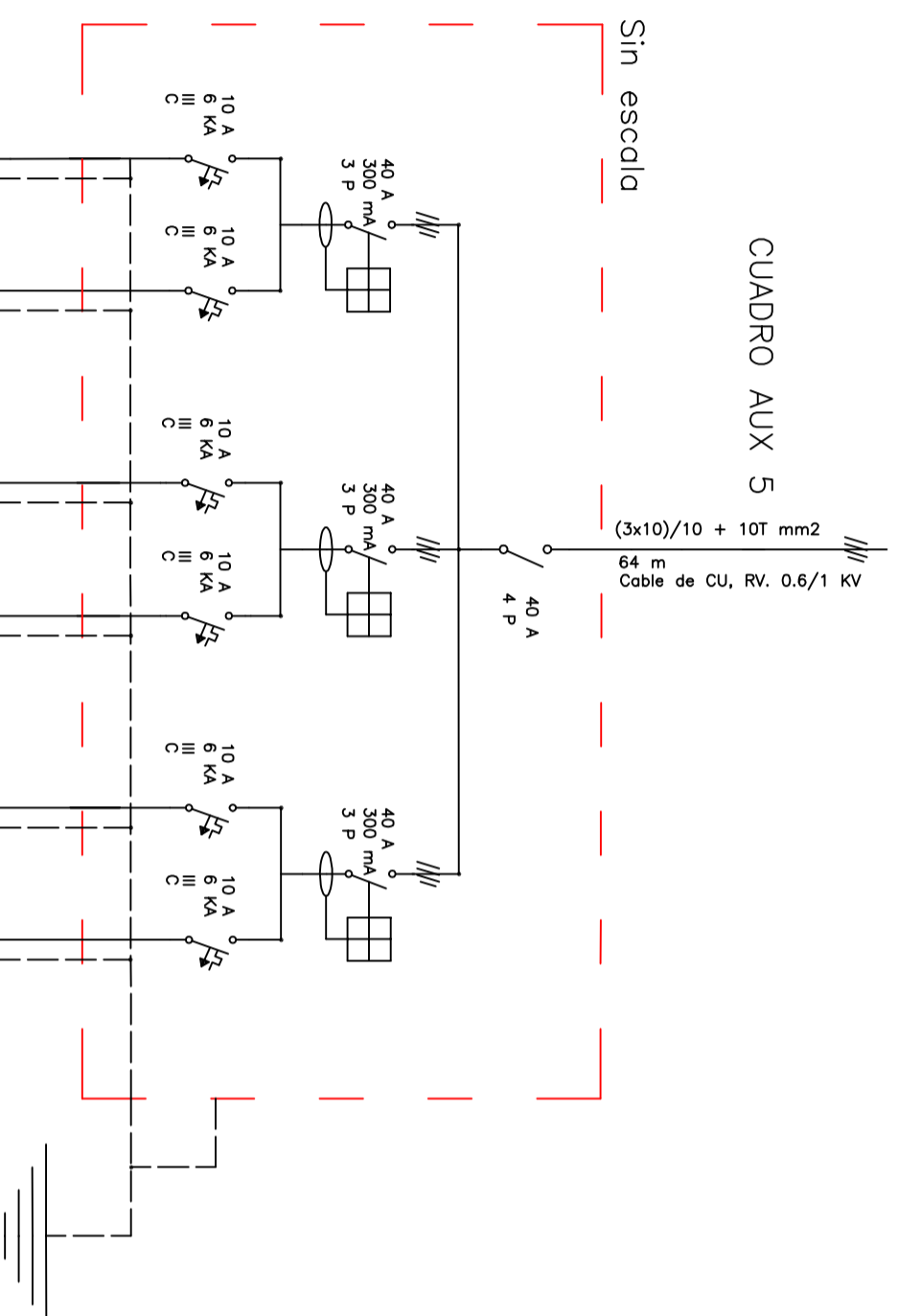
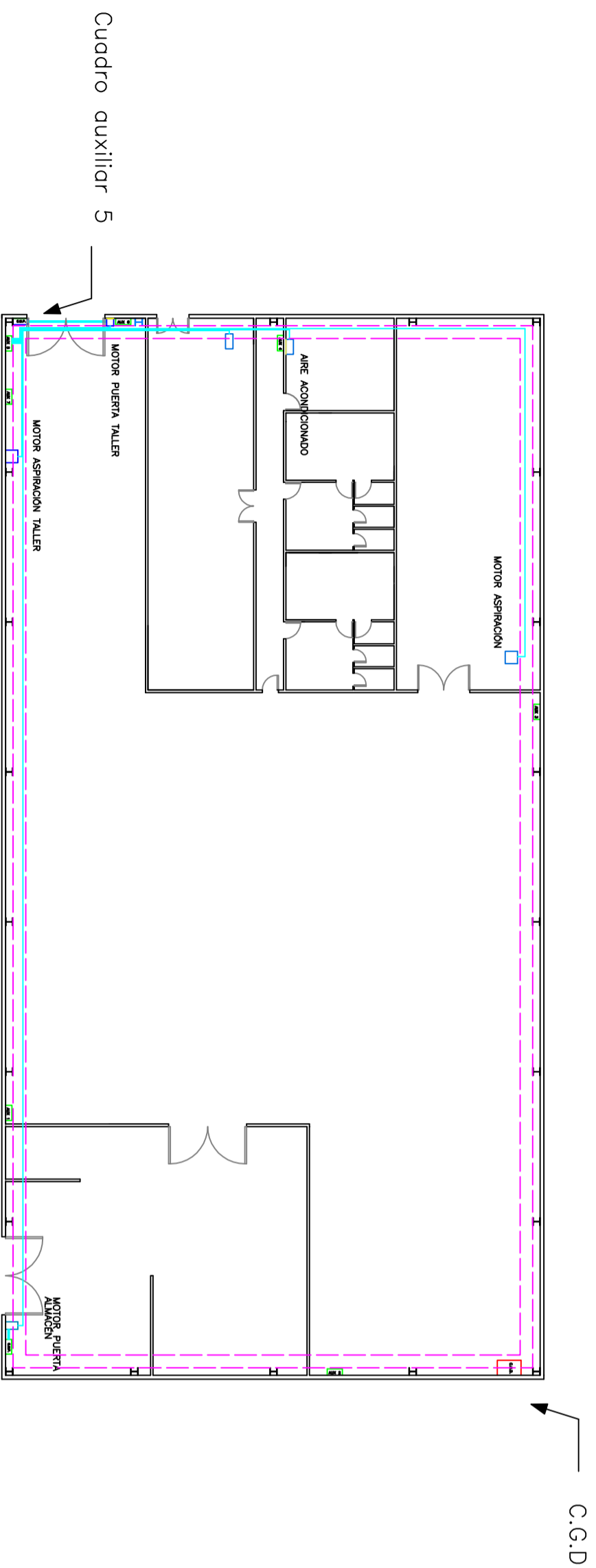
sin escala


CUADRO AUX 4

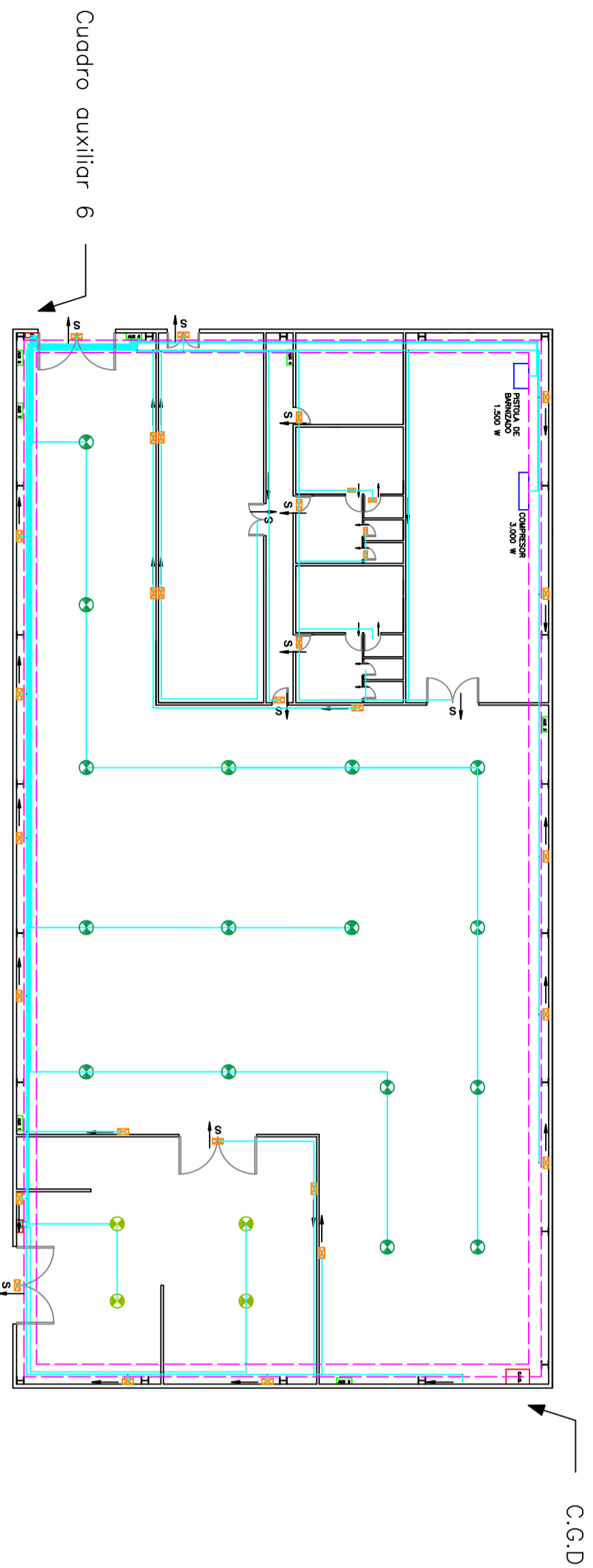
(3x10)/10 + 66T mm2
63 m
Cable de CU, RV, 0.6/1 KV

- LEYENDA**
- Aux Cuadros auxiliares de protección, colocados a 1,70m de altura
 - Toma de corriente I+N+T, de 230V/16A, con obturadores de protección. Situados a una altura de 1,6m
 - Panel LED 50W, LedBox. 300x1200x12, en la oficina y despacho
 - Panel LED 35W, LedBox, 600x1200x12mm, en la cabina de barnizado
 - Lámpara Kramfor Downlight, 12W, LedBox en vestuarios, aseos y pasillo. Empotrables.
 - Lámpara Downled Basic Estanca, 13W-C12L, Uniled. Empotrables, en la ducha
 - Interruptor unipolar
 - Interruptor conmutado
 - Interruptor de cruce
 - Interruptor general automático
 - Interruptor diferencial:
 - A: Calibre
 - mA: Sensibilidad
 - Número de polos
 - Interruptor magnetotérmico:
 - A: Intensidad
 - KA: poder de corte
 - Número de polos
 - Curva
 - Alumbrado

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	REALIZADO: PALACIN BUIL, SUSANA
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		
PLANO: CUADRO AUXILIAR 4	FIRMA:	Nº PLANO: 125
FECHA: 14/02/13	ESCALA: 1:100	



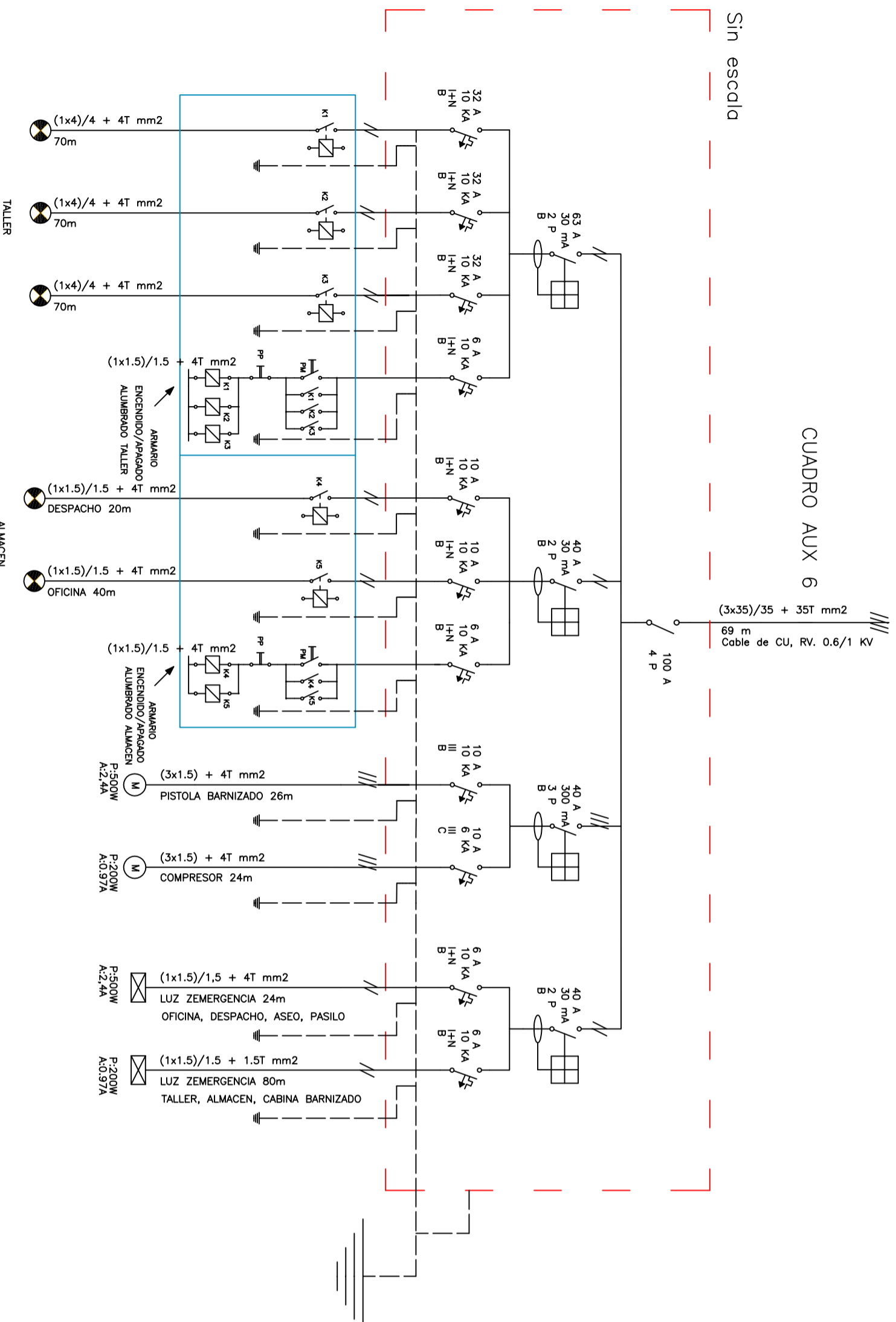
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL REALIZADO: PALACIN BUIL, SUSANA
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		FECHA: 14/02/13
PLANO: CUADRO AUXILIAR 5		ESCALA: 1:200
FIRMA:		Nº PLANO: 13



C.G.D

Sin escalda

CUADRO AUX 6



LEYENDA

- Cuadro General de distribución, colocado a 1,70m de altura
- Cuadros auxiliares de protección, colocados a 1,70m de altura
- Cableado sobre bandeja portacables, de malla metálica de 350x70mm, colocada a 5,5m
- Campanas LED, GreenPack, 80W en el almacén
- Campana LED, GreenPack, 240W en el taller
- Lámparas de emergencia LED, emerlux F100 3W, LedBox

El cableado será de 0.6/1kV y aislamiento PVC

Interruptor general automático

Interruptor diferencial:

- A: Calibre
- mA: Sensibilidad
- Número de polos

Interruptor magnetotérmico:

- A: Intensidad
- kA: poder de corte
- Número de polos
- Curva

K: Contacto unipolar, 230V-5A

PM: Pulsador de marcha unipolar, 230V-5A

PP: Pulsador de paro unipolar, 230V-5A

Bobina del contactor



Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
REALIZADO: PALACIN BUIL, SUSANA

PROYECTO: **INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE EN BAJA TENSION CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

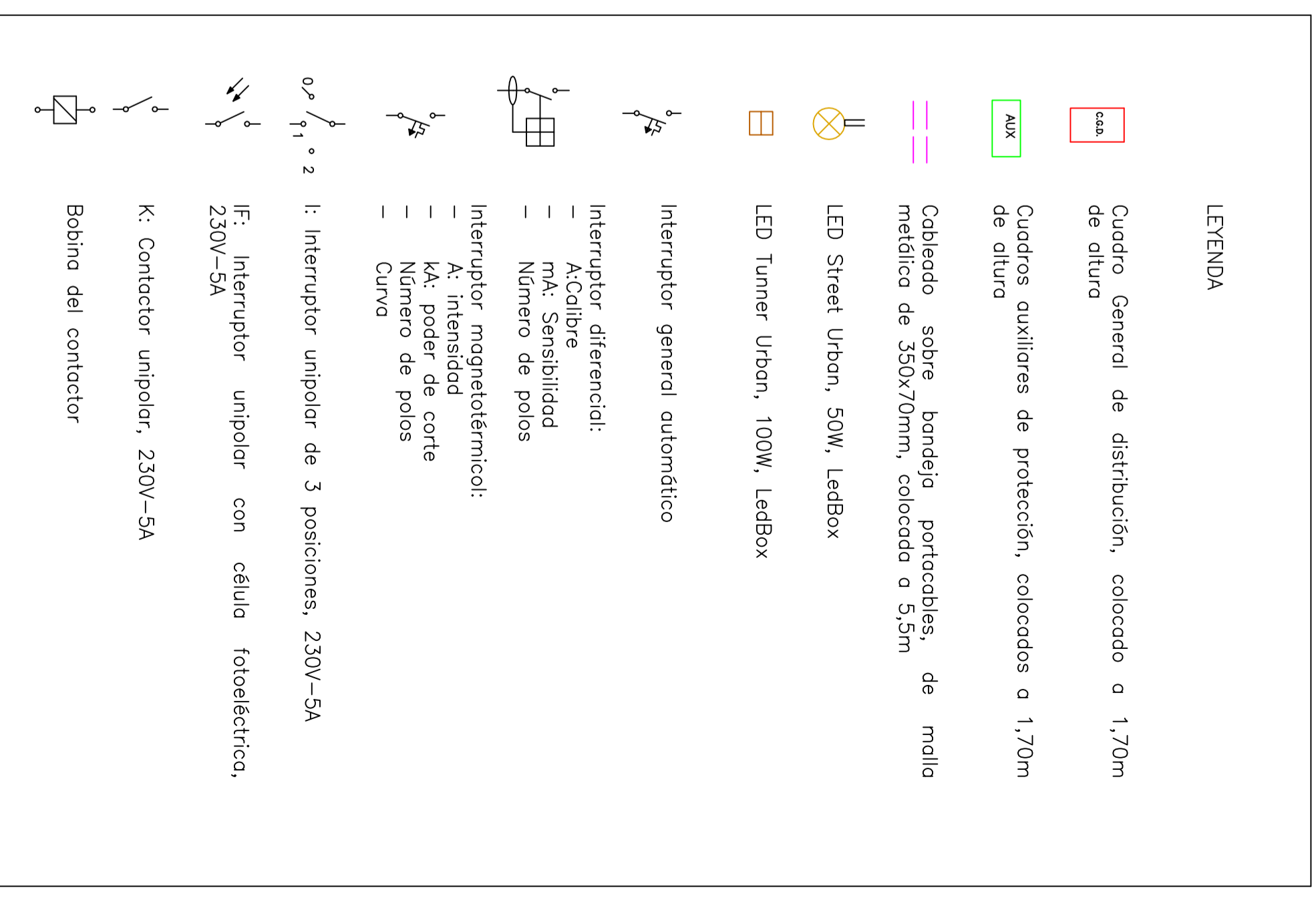
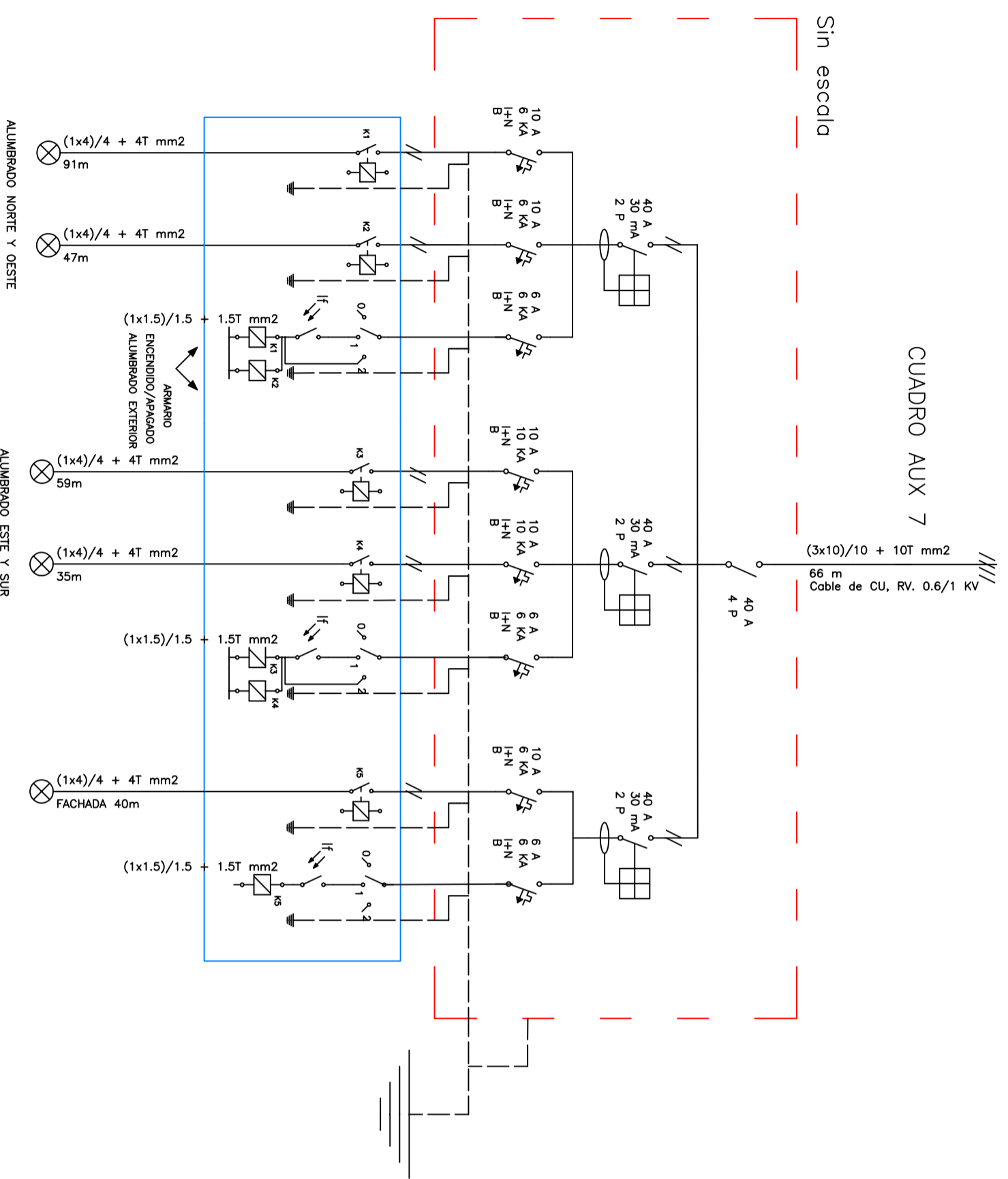
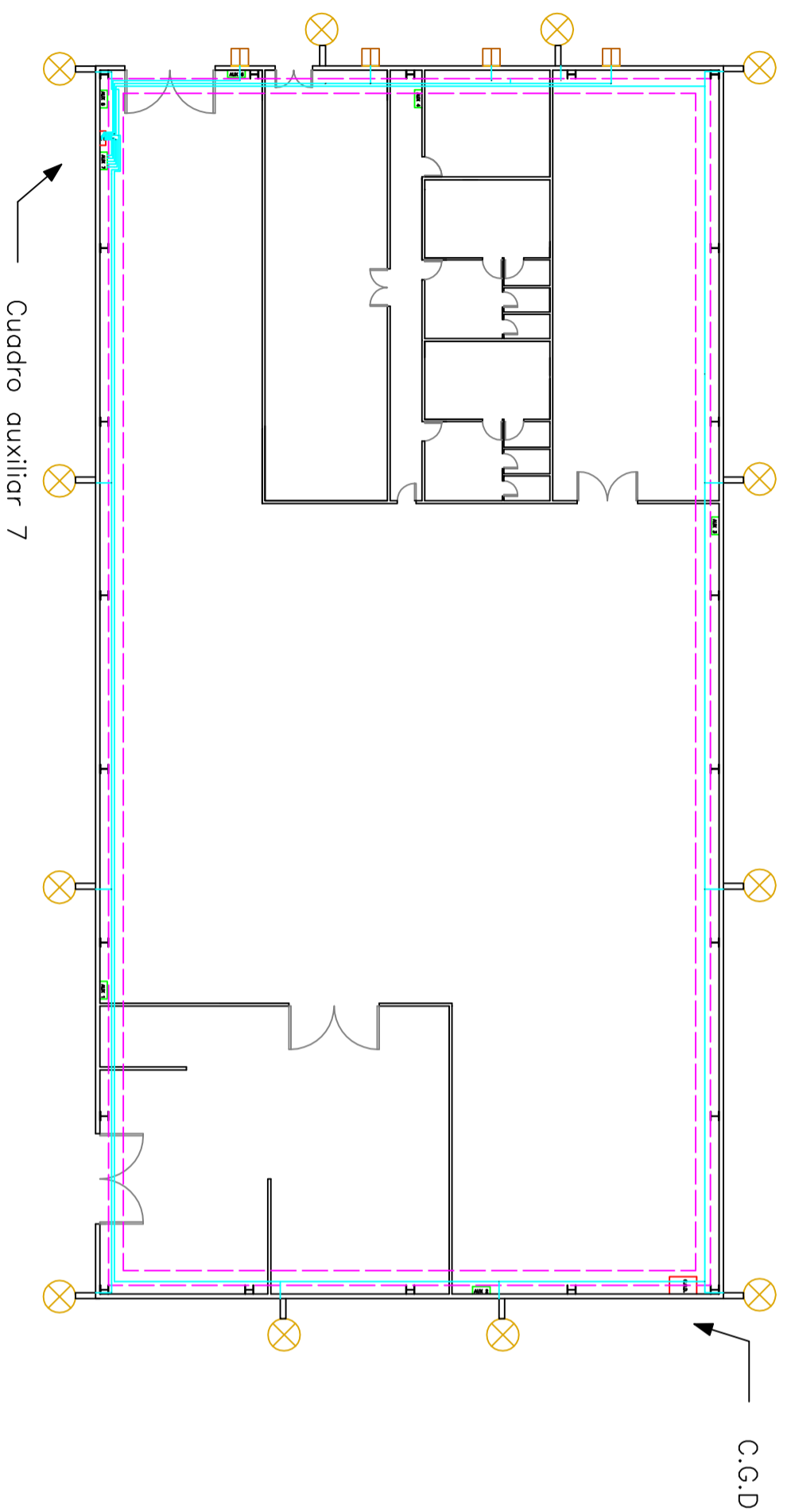
PLANO:

CUADRO AUXILIAR 6

FECHA: 14/02/13

ESCALA: 1:200

Nº PLANO: 14



<p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	<p>E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</p>	<p>DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</p>	<p>REALIZADO: PALACIN BUIL, SUSANA</p>	
			<p>FIRMA:</p>	
<p>PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE EN BAJA TENSION CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</p>	<p>PLANO: CUADRO AUXILIAR 7</p>	<p>FECHA: 14/02/13</p>	<p>ESCALA: 1:200</p>	<p>Nº PLANO: 15</p>



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

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

PLIEGO DE CONDICIONES

Susana Palacín Buil

Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Febrero/2013



Índice

4. PLIEGO DE CONDICIONES

4.1. CONDICIONES GENERALES	4
4.1.1. Objeto	4
4.1.2. Ámbito de Aplicación.....	4
4.1.3. Conformidad o variación de las condiciones.....	4
4.1.4. Rescisión.....	4
4.1.5. Condiciones	5
4.1.6. Ejecución de la obra	5
4.1.7. Los materiales y aparatos, su procedencia.....	6
4.1.8. Interpretación y desarrollo del proyecto.....	6
4.1.9. Modificaciones	6
4.1.10. Trabajos defectuosos	7
4.1.11. Medios auxiliares.....	7
4.1.12. Conservación de las obras y plazo de garantías	7
4.1.13. Recepción provisional de las obras	8
4.1.14. Recepción definitiva.....	8
4.1.15. Personal	9
4.2. CONDICIONES ECONÓMICAS.....	10
4.2.1. Contrato	10
4.2.2. Abono de la obra	10
4.2.3. Precios	11
4.2.4. Revisión de precios.....	11
4.2.5. Fianza	12
4.2.6. Penalizaciones	12
4.2.7. Rescisión del Contrato.....	12
4.2.8. Derechos y obligaciones del Contratista	12
4.2.8.1. En la ejecución de la obra.....	13
4.2.8.2. En materia social	13
4.2.9. Derechos y obligaciones del Instalador.....	14
4.2.9.1. En la ejecución de obra.....	14
4.2.9.2. Incumplimiento del plazo de ejecución	15
4.2.9.3. En materia social	15
4.2.9.4. En relación a los materiales	16
4.2.9.5. Una vez finalizada la obra	16
4.3. CONDICIONES DE EJECUCIÓN.....	17
4.3.1. Datos de obra	17
4.3.2. Obras que comprende	17
4.3.3. Mejoras y variaciones del proyecto.....	17
4.3.4. Personal	17
4.4. CONDICIONES PARTICULARES	19
4.4.1. Disposiciones aplicables.....	19



4.4.2. Contradicciones y omisiones del proyecto	19
4.4.3. Prototipos.....	19
4.5. CONDICIONES TÉCNICAS	20
4.5.1. Condiciones generales	20
4.5.2. Materiales eléctricos	20
4.5.3. Conductores	21
4.5.3.1. Materiales	21
4.5.3.2. Identificación de los conductores	21
4.5.3.3. Redes aéreas para distribución de energía eléctrica. Cálculo mecánico y ejecución de las instalaciones.	22
4.5.4. Caídas de tensión.....	23
4.6. RECEPTORES	24
4.6.1. Condiciones generales de la instalación	24
4.6.2. Tensiones de alimentación.....	24
4.6.3. Conexión de receptores	24
4.6.4. Utilización de receptores que desequilibren las fases o produzcan fuertes oscilaciones de la potencia absorbida.....	25
4.6.5. Compensación del factor de potencia.....	25
4.6.6. Receptores para alumbrado	26
4.6.7. Receptores para aparatos de caldeo	26
4.6.8. Receptores para motores.....	27
4.7. PROTECCIÓN CONTRA SOBREENTENSIDADES Y SOBRETENSIONES	28
4.7.1. Protección de las instalaciones	28
4.7.1.1. Contra sobreenintensidades.....	28
4.7.1.2. Contra sobretensiones:.....	28
4.7.2. Ubicación de los dispositivos de protección.....	29
4.7.3. Características de los dispositivos de protección	29
4.8. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS.....	30
4.8.1. Protección contra contactos directos	30
4.8.2. Protección contra los contactos indirectos.....	31
4.9. MEJORAMIENTO DEL FACTOR DE POTENCIA	33
4.9.1. Introducción.....	33
4.10. PUESTA A TIERRA.....	34
4.10.1. Introducción.....	34
4.10.2. Partes de la puesta a tierra	34
4.10.2.1. Tomas de tierra	34
4.10.2.2. Líneas principales de tierra.....	35
4.10.3. Resistencia de tierra.....	36
4.10.4. Características y condiciones de instalación de las líneas de enlace con tierra.	36
4.10.5. Separación entre las tomas de tierra de las masas, de las instalaciones y las masas de un centro de transformación.....	38



4.10.6. Revisión de las tomas de tierra	38
4.11. ALUMBRADOS	39
4.11.1. Alumbrado de señalización	39
4.11.2. Alumbrado de emergencia.....	39
4.11.3. Locales que deberán ser provistos de alumbrados especiales	40
4.11.4. Fuentes propias de energía	40
4.12. LOCAL.....	41
4.12.1. Características generales.....	41
4.13. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	43
4.13.1. Obra civil	43
4.13.2. Aparata de Media Tensión.....	43
4.13.3. Transformador de potencia.....	44
4.13.4. Equipos de medida.....	44
4.13.5. Normas de ejecución de las instalaciones.....	45
4.13.6. Pruebas reglamentarias	45
4.13.7. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad	45
4.13.8. Disposición de registro	46



4.1. CONDICIONES GENERALES

4.1.1. Objeto

El objeto del presente Pliego de Condiciones es establecer los requisitos a los que se debe ajustar la ejecución de las obras del proyecto, así como las condiciones técnicas y control de calidad que han de cumplir los materiales utilizados en el mismo.

Las condiciones técnicas y operaciones a realizar que se indican, no tienen carácter limitativo, teniendo que efectuar además de las indicadas todas las necesarias para la ejecución correcta del trabajo.

Toda aquella instalación que se vaya a desarrollar en el presente proyecto, deberá cumplir la normativa del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, así como la reglamentación complementaria, además deberá cumplir el Reglamento Electrotécnico para Centro de Transformación de Iberdrola.

4.1.2. 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 obra necesarias para efectuar debidamente la instalación eléctrica de la nave industrial descrita anteriormente.

4.1.3. Conformidad o variación de las condiciones

Se aplicarán todas estas condiciones para todas las obras citadas anteriormente. El contratista debe conocer el Pliego de Condiciones, admitiendo modificaciones por el autor del proyecto y no por otros.

4.1.4. Rescisión

Si la ejecución de la obra no fuera efectuada, o si el material presentado no reuniese las condiciones necesarias, se podría proceder a la rescisión del contrato con pérdida de la fianza.



Si se da esta situación, se fijará un plazo para tomar las medidas cuya paralización pudiera perjudicar las obras sin que durante este plazo se empiecen más trabajos.

4.1.5. Condiciones

El contratista deberá cumplir todas las condiciones de ejecución y calidad, así como las condiciones de recepción de materiales y características de los mismos.

Se entregará al contratista una copia de los planos, memoria y pliegos de condiciones, así como cuantos planos o datos necesite la completa ejecución de la obra.

El contratista podrá tomar nota o sacar copia, a su costa, del presupuesto y anexos del proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

La oferta que presente la empresa instaladora o el Instalador deberá ajustarse a las especificaciones técnicas del Proyecto, entendiéndose que de no requerir variaciones, se declaran de acuerdo con el mismo, tomando plena responsabilidad en cuanto a un correcto funcionamiento se refiere.

4.1.6. Ejecución de la obra

Las obras se iniciarán y finalizarán en los plazos previstos contractualmente en los que se incluye el trabajo de replanteo, limpieza final de obra, corrección de los defectos observados en la recepción provisional y la entrega de la Documentación Final de Obra.

La Dirección Facultativa estará constantemente informada de las previsiones, actuaciones e incidencias del trabajo.

El contratista deberá entregar un planning de la obra con la fecha de determinación acordada en el contrato. Nunca podrá excusarse de no haber cumplido los plazos estipulados por falta de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción de que se haya solicitado por escrito. Además debe ajustarse a las disposiciones del Proyecto y/o a las órdenes escritas.

Si la Dirección Facultativa decide presentar trabajos con urgencia, exigirá su fecha de comienzo y terminación, pero si el contratista no las cumple podrá ser sustituido por otro.

Los gastos ocasionados serán pagados por la Propiedad y descontados al contratista.



La obra debe estar completamente limpia en todas sus partes y el coste de estas es a cargo del contratista.

4.1.7. Los materiales y aparatos, su procedencia

Los materiales a contratar son los indicados en la oferta. Si en alguna partida del proyecto aparece el “o equivalente” se entiende que tiene las mismas características.

El contratista presentará las muestras de los materiales que se soliciten, siempre con la antelación prevista en el calendario de obra. Cualquier cambio que efectúe sin tenerlo aprobado dará lugar a su inmediata sustitución considerando el trabajo como defectuoso.

4.1.8. Interpretación y desarrollo del proyecto

La interpretación de los documentos del proyecto corresponde al Técnico Director. Para cualquier duda, aclaración, imprevisto... que surja el Contratista acudirá a éste.

El contratista está obligado a realizar todo cuanto sea necesario para la buena ejecución de la obra, aún cuando quede explícitamente expresado en el Pliego de Condiciones o en los documentos del proyecto.

El contratista notificará por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director con suficiente antelación las fechas en que quedarán preparadas para inspección cada una de las partes de la obra para las que se ha indicado la necesidad o conveniencia de la misma o para aquellas que, total o parcialmente quedar ocultas. De las unidades de obra que deben quedar oculta, se tomarán antes de ello, los datos precisos para su medición, a los efectos de liquidación y que sean suscritos por el Técnico Director de hallarlos correctos. De no cumplirse este requisito, la liquidación se realizará en base a los datos o criterios de medición aportados por éste.

4.1.9 Modificaciones

No se considerarán como mejoras o variaciones del proyecto nada más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente, por escrito, por el director de obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.



Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independientemente del contratista.

4.1.10. Trabajos defectuosos

El Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en estos pueda existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servir de excusa, ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que por el Arquitecto Director o su auxiliar, no se haya llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que le hayan sido valoradas las certificaciones parciales de obra, que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

Así mismo será de su responsabilidad la correcta conservación de las diferentes partes de la obra, una vez ejecutadas, hasta su entrega.

En caso de que el arquitecto o su representante tengan noticia de cualquier defecto o error de construcción, tendrá derecho a ordenar la demolición o reconstrucción en la parte necesaria, cargando con los gastos el contratista. Si la demolición y reconstrucción no fuese posible, se actuará sobre la devaluación económica de las unidades en cuestión.

4.1.11. Medios auxiliares

Ayudas de peonaje o elementos mecánicos para transporte y colocación de material, descarga de camiones, suministros de anclajes...

El contratista hace frente a estos gastos, ya que debe hacer una instalación completa.

4.1.12. Conservación de las obras y plazo de garantías

El plazo de garantía comenzará al día siguiente de la firma del Acta de Recepción Provisional. El plazo de garantía será de 12 meses si no se indica lo contrario, y el contratista está obligado a reparar, cualquier avería ya sea por un mal uso o por defectos del material.

Se establece un aseguramiento de los resultados y de entrega de la documentación pertinente previa a la Recepción Provisional que vencerá en el momento en que el contratista de:



- Resultado de pruebas realizadas de acuerdo con el Protocolo de Proyecto y/o Reglamento Vigente.
- Libro de mantenimiento.
- Planos de la instalación terminada.

Si no cumple con todo esto; la Propiedad a requerimiento de la dirección Facultativa podrá recibir provisionalmente la obra y encargarla a terceros.

4.1.13. Recepción provisional de las obras

Es firmada por la Propiedad, su Servicio de Mantenimiento, y la Dirección Facultativa y el Contratista. Para formalizarla, es necesario que el Contratista haya entregado tres copias de la Documentación Final de Obra corregidas con las observaciones correspondientes.

Una copia es para la Dirección Facultativa, otra para la Propiedad y la última para la Empresa de Control de Calidad. Además debe adjuntarse una fotocopia conforme la Propiedad o la Dirección Facultativa ha recibido la documentación final de obra corregida.

Si en el momento de ocupar la obra y utilizar las instalaciones no han sido completadas las Pruebas o la documentación correspondiente por causas ajenas a la Propiedad, Dirección Facultativa o Control de Calidad, se le retendrá al Contratista la liquidación final y la fianza establecida, cuyas cantidades podrán ser utilizadas para terminar los trabajos pendientes y abonar el mayor coste y los daños y perjuicios ocasionados en los trabajos y a los usuarios de la obra.

4.1.14. Recepción definitiva

A los 12 meses de la Recepción Provisional se procederá a la Recepción Definitiva, siguiendo los mismos trámites que en la Provisional y el apartado de las Fianzas.

Solo son recibidas aquellas que estén en perfecto estado y funcionamiento. Si se da un fallo por incumplimiento del Contratista, éste responderá a los daños y perjuicios.

La Recepción definitiva implica la extinción de la responsabilidad administrativa.



4.1.15. Personal

El contratista tiene la responsabilidad de contratación de toda la mano de obra necesaria para la ejecución de los trabajos en las condiciones previstas por el contrato y en las fijadas en la normativa laboral.

Además debe seguir la normativa de las compañías suministradoras de fluidos, energía y combustibles. Es el encargado de notificar cualquier cambio que hubiese durante el desarrollo de la obra.

El Contratista deberá emplear en sus trabajos el número de operarios que sean necesarios para llevarlo a cabo con la conveniente rapidez, así como organizar el número de brigadas que se le indiquen, para trabajar en varios puntos a la vez.

La designación de esta persona la hace la Dirección Facultativa y también sus sustituciones, además debe entregarle mensualmente la lista del personal en obra tanto propio o subcontratado con justificación; cotizado por la Seguridad Social y con un seguro que cubra daños a propios y terceros.

La adjudicación a subcontratistas se realiza con sujeción al Plan de Trabajos, garantizan su instalación durante el mismo plazo indicado en el contrato para el contratista principal, siendo responsables de las reposiciones, sustituciones...

Incluimos los nombres de Jefe de Obra y Encargado, pudiendo ser los mismos. El encargado permanece en la obra durante todas las jornadas laborales.

El trabajo diario es limitado por las Leyes del lugar de trabajo. No se permiten horas extras sin autorización de la Dirección Facultativa, por lo que si el contratista no puede cumplir con el plan previsto, deberá ampliar la plantilla, pero nunca subsanar los retrasos mediante horas extras.



4.2. CONDICIONES ECONÓMICAS

4.2.1. Contrato

El contrato se define como un documento de carácter privado en el que se establecerán las condiciones económicas generales de común acuerdo entre la Propiedad y el Instalador. El objetivo del contrato puede ser cambiado si es pedido por una de las dos partes, acarreando con todos los gastos que ello ocasione.

Comprenderá la adquisición de todos los materiales, transporte, mano de obra, medios auxiliares para la ejecución de la obra proyectada en el plazo estipulado, así como la reconstrucción de las unidades defectuosas, la realización de las obras complementarias y las derivadas de las modificaciones que se introduzcan durante la ejecución, estas últimas en términos previstos.

En el Contrato Privado de Adjudicación de Obra se establecerán los plazos de ejecución de la obra mutuo acuerdo entre la Propiedad y el Instalador. Como fecha de comienzo se acogerá aquella que el Instalador comunique a la Propiedad en un plazo no superior a 90 días a partir de la fecha que se firme el Contrato.

Los documentos que componen el Proyecto Técnico son incorporados en el Contrato, y el Contratista junto con la Propiedad deberán firmarlos en testimonios de que los conocen y los acepta.

4.2.2. Abono de la obra

Durante la ejecución de la obra se establecerán mensualmente relaciones valoradas de las obras ejecutadas.

Estas certificaciones constan de:

- Valoración al origen de la obra realizada valorada con precios unitarios de acuerdo con el presupuesto base.
- Relación numerada y valorada al origen de las variaciones surgidas dentro del contexto de la contratada.
- Valor al origen de las nuevas partes de obra que han sido objeto de nuevos presupuestos.
- Valor al origen de obras realizadas por administración con detalle de partes de trabajo y relación de materiales valorados y suscritos por persona autorizada con la denominación.



La dirección facultativa podrá requerir del Contratista documentación acreditada de estar al corriente de pago de los suministradores, como condición imprescindible para aprobar una certificación.

Los materiales a certificar deberán estar instalados. No se abonarán certificaciones por acopio de materiales.

La última certificación de obra se presentará después de la Recepción Provisional, surtirá efecto de la liquidación definitiva, siempre y cuando así lo haga constar el Contratista dándose el título de certificación final.

Para la conformidad o reparos de esta certificación dispondrá la Dirección Facultativa de un plazo suplementario de 30 días, respecto al previsto para las certificaciones ordinarias.

La forma de pago serán las que se acuerden con la Propiedad a la firma del Contrato.

4.2.3. Precios

El contratista presentará en el contrato, la relación de los precios de las unidades de obra que integran el proyecto, los cuales de ser aceptados tendrán valor contractual y se aplicarán a las posibles variaciones que pueda haber.

Estos precios unitarios, se entiende que comprenden la ejecución total de la unidad de obra, incluyendo todos los trabajos aún los complementarios y los materiales así como la parte proporcional de imposición fiscal, las cargas laborales y otros gastos repercutibles.

En caso de tener que realizarse unidades de obra no previstas en el Proyecto, se fijará su precio entre el Técnico Director y el Contratista antes de iniciar la obra y se presentará a la propiedad para su aceptación o no.

4.2.4. Revisión de precios

En el Contrato se establecerá si el Contratista tiene derecho a revisión de precios y la fórmula a aplicar para calcularla. En defecto de esta última, se aplicará a juicio del Técnico Director alguno de los criterios oficiales aceptados.



4.2.5. Fianza

El propietario tiene derecho a exigir al contratista una fianza o aval bancario del 5% del valor de las obras como máximo.

La fianza responderá a las deudas del Contratista, del reintegro de los pagos adelantados superiores al coste, del reconocimiento de los daños o perjuicios que puedan producirse como consecuencia del incumplimiento del contrato, de la calidad de la obra y del incumplimiento del Contratista.

Dicha fianza se devolverá una vez finalizado el plazo de garantía.

Dicha fianza sería retenida o utilizada por la Propiedad en caso que el Instalador se negase a realizar por su cuenta los trabajos para ultimar la instalación en las condiciones o en caso de su demora indefinida.

La fianza deberá abonarse al Contratista en un plazo no superior a 15 días, desde la fecha del acto de recepción definitiva, teniendo en cuenta que a partir de ese momento tendrá un interés del 1% mensual.

4.2.6. Penalizaciones

Son establecidas por la Propiedad a la firma del Contrato.

4.2.7. Rescisión del Contrato

Si la ejecución de la obra no fuera efectuada, o si el material presentado no reuniese las condiciones necesarias, se podría proceder a la rescisión del contrato con pérdida de la fianza.

Si se da esta situación, se fijará un plazo para tomar las medidas cuya paralización pudiera perjudicar las obras sin que durante este plazo se empiecen más trabajos

4.2.8. Derechos y obligaciones del Contratista



4.2.8.1. En la ejecución de la obra

El contratista será responsable de todos los daños y perjuicios directos o indirectos que puedan ocasionar a cualquier persona, propiedad o servicio público privado durante la ejecución de las obras como consecuencia de los actos, omisiones o negligencias del personal a su cargo, o de una deficiente organización de los trabajos.

4.2.8.2. En materia social

Además será responsable de los perjuicios ocasionados a terceros como consecuencia de accidentes, de tráfico debido a una señalización de las obras insuficiente o defectuosa, o imputables a él.

Deberá cumplir todas las disposiciones vigentes y que se dicten en el futuro, sobre materia laboral y social y de seguridad en el trabajo.

Los permisos y licencias necesarias para la ejecución de obras con excepción de los correspondientes a las expropiaciones deberán ser obtenidos por el contratista. El contratista queda obligado a cumplir la Ley de contratos del Estado y su reglamento general de contratación (decreto 3354/1967); el pliego de cláusulas administrativas generales para la contratación de obras del Estado; el de cláusulas administrativas lo sucesivo lo sean y que afecten a obligaciones económicas y fiscales de todo orden y demás disposiciones de carácter social; la ordenanza general y seguridad e higiene en el trabajo y la ley de protección a la industria nacional.

Correrán a su cargo los gastos que origine el replanteo general de las obras o su comprobación y los replanteos parciales de las mismas, los de alquiler o adquisición de terrenos, los de protección de la propia obra o los de limpieza y evacuación de desperdicios y basura, los de construcción y conservación durante el plazo de utilización de desvíos y rampas provisionales de acceso a tramos parciales o totalmente terminados, los de conservación durante el mismo plazo de toda clase de servicios y rampas prescritos en el proyecto u ordenado por el ingeniero director de la obra, los de conservación de desagües los de suministro, colocación y conservación de señales de tráfico y demás recursos necesarios para proporcionar seguridad dentro de las obras: los de remoción de las instalaciones, herramientas, materiales y limpieza general de la obra a su terminación; los de montaje, conservación y retirada de las instalaciones para el suministro de agua y energía eléctrica necesarias para las obras así como la adquisición de dichas aguas y energía; los de retirada de los materiales rechazados y corrección de las deficiencias observadas puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y prueba.

El Contratista observará, además cuantas indicaciones le sean dictadas por el personal facultativo de la administración, encaminadas a garantizar la seguridad de los obreros con el objetivo de asegurar el buen funcionamiento del trabajo.



4.2.9. Derechos y obligaciones del Instalador

4.2.9.1. En la ejecución de obra

La instalación se llevará a efecto, ateniéndose a las condiciones generales, al proyecto de detalles indicados en el mismo y a cuantas operaciones sean indispensables para que la instalación quede completamente bien acabada aunque no se indique expresamente en estos documentos.

Para resolver cualquier duda en la interpretación de los documentos, el instalador, consultará al respecto al autor del proyecto, obligándose a rehacer cuantas partes del trabajo no se hubiesen realizado de acuerdo con lo estipulado.

Hasta la recepción definitiva, el Instalador es exclusivamente responsable de la ejecución de la instalación contratada y de las faltas que en ella puedan existir.

El Instalador deberá presentarse en la obra siempre que sea convocado por la Dirección Facultativa o la Propiedad y especialmente asistirá a todas las visitas de obra oficiales, durante el periodo en que se desarrollen los trabajos.

La interpretación de los trabajos realizados corresponde a la Dirección Facultativa por lo que el Instalador se verá obligado a demoler y rehacer todos aquellos trabajos que la dirección considere defectuosos.

En el caso de que el instalador propusiera alguna modificación, se presentará detalladamente antes de realizar ningún trabajo o encargo de materiales y con tiempo suficiente para que no se altere el plan de obra y reservando a la Dirección Facultativa un plazo suficiente para estudiar la propuesta y que nunca será inferior a quince días.

Junto con la oferta económica, el Instalador presentará unos plazos mínimos de ejecución de cada una de las partes y fases de su trabajo. Después de la adjudicación el Instalador y el Constructor, llegarán a un acuerdo sobre los plazos ofertados dentro del plan general de la obra.

El plazo global de ejecución será el que se determine en el Contrato Privado de Adjudicación de Obra y establecido, de común acuerdo, entre la Propiedad y la Empresa Instaladora.

La Dirección Facultativa puede, si lo considera necesario para la buena ejecución de la instalación, variar parcialmente el proyecto para lo cual se establecerá contratación separada y fijada por medio de precios contradictorios, previamente aprobados por las partes.

La instalación será ejecutada por operarios de aptitud reconocida, pudiendo la Dirección Facultativa exigir la separación de aquellos que, a su juicio, no reúnan los conocimientos necesarios.



4.2.9.2. Incumplimiento del plazo de ejecución

En caso de retraso injustificado el cumplimiento de las fechas de ejecución, el Instalador incurrirá en las penalidades establecidas en el Contrato, pudiéndosele imputar el total o parte de las penalidades en que hayan incurrido el resto de los oficios así como el Constructor, a causa del retraso del Instalador.

En el caso de que el Instalador se viera, por causa justificada, obligado a retrasar los plazos de ejecución, deberá comunicarlo por escrito a la Propiedad y a la Dirección Facultativa, alegando las causas que determinan el retraso.

Si el Instalador se negase a realizar por su cuenta los trabajos para ultimar la instalación en las condiciones contratadas o los demorase indefinidamente, se podrá ordenar su ejecución a un tercero, o directamente por administración, abonando su importe con la retención en concepto de fianza sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la Propiedad en el caso de que el importe de la fianza no bastase para abonar el importe de los gastos efectuados en las unidades.

4.2.9.3. En materia social

La Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, aprobado por Orden de 9 de Marzo de 1971 y el vigente Reglamento de Seguridad del Trabajo en la Industria de la Construcción y Siderometalúrgica, según las Ordenes del Ministerio de Obras Públicas de 20 de Mayo de 1952 y complementarias, deben ser entendidas por el Instalador.

El Instalador será responsable de todos los accidentes, daños o perjuicios que puedan ocurrir o sobrevenir como consecuencia directa o indirecta de la ejecución de la instalación debiendo tener presente todo cuanto se determina en las Ordenanzas de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

El Instalador es responsable de las condiciones de seguridad e higiene en el trabajo, debiendo éste adoptar y aplicar las disposiciones y medidas que dicte la Inspección de Trabajo, los organismos competentes y la normativa vigente.

El Instalador deberá establecer un plan de seguridad e higiene que especifique las formas de aplicación de las medidas necesarias con el fin de asegurar eficazmente al personal que pueda estar en la obra, la higiene y primeros auxilios de enfermos o accidentados y la seguridad de las instalaciones. El plan debe ser entregado a la Propiedad en un tiempo máximo de 90 días después de la firma del contrato. La ausencia de este documento o su incumplimiento puede ser motivo de ruptura de contrato. Si este documento se ve modificado por las circunstancias de la obra, se le deberá comunicar con la mayor rapidez posible a la Propiedad.



Los gastos debidos a la puesta en funcionamiento del plan corren a cargo del Instalador, y se consideran incluidos en los precios del contrato. Las medidas de este plan podrían ser: formación del personal en materia de seguridad e higiene, carteles y señales de riesgo en la obra, mantenimiento de limpieza y seguridad en la obra, protecciones de las distintas instalaciones, suministro de Equipos de Protección Individual (EPIs) y Colectiva,..

En la ejecución del proyecto se debe fundar un Comité de Seguridad compuesto por una persona de cada empresa participante en la obra, que se debe encargar de aplicar las medidas adoptadas por el Comité en su empresa y en la obra. Los gastos de este Comité se repartirán entre las distintas empresas proporcionalmente. Este Comité además se encargará de pasar los partes de accidentes que causen baja en el empleo a la Propiedad.

El incumplimiento de las obligaciones del Instalador o del Comité en cuestión de Seguridad e Higiene no implicará responsabilidad alguna sobre la Propiedad.

4.2.9.4. En relación a los materiales

El Instalador tiene la obligación de saber la procedencia de todos los materiales y deberá presentar los albaranes de entrega de los materiales que constituyen la instalación si así se lo requieren. Además, todos los materiales que instale llevarán impreso en un lugar visible la marca y el modelo que deberán coincidir con las referencias que se dan en los documentos del proyecto.

4.2.9.5. Una vez finalizada la obra

Al finalizar la instalación, el Instalador entregará a la Propiedad los diversos certificados de garantía de los equipos, así como los documentos de Recepción que se reseñan en las normativas correspondientes.

Una vez terminadas las instalaciones, la empresa instaladora realizará ante la Dirección Facultativa las pertinentes pruebas de funcionamiento, durante el tiempo necesario para comprobar que la instalación se ha ejecutado correctamente. Durante la ejecución de las pruebas el Instalador queda obligado a reparar, a su costa, cuantos defectos y deformaciones se pudieran apreciar.

Se establece un periodo de garantía mínima de un año para todos los elementos de la instalación que comenzará a contarse a partir del momento en que terminen las pruebas con el visto bueno de la Dirección Facultativa. Transcurrido el plazo de garantía se procederá a realizar la recepción definitiva de las instalaciones, quedando revelado, el Instalador, de toda responsabilidad.



4.3. CONDICIONES DE EJECUCIÓN

4.3.1. Datos de obra

Se entregará al contratista una copia de los planos, memoria y pliegos de condiciones, así como cuantos planos o datos necesite la completa ejecución de la obra.

El contratista podrá tomar nota o sacar copia, a su costa, del presupuesto y anexos del proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

4.3.2. 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.

El contratista, salvo aprobación por escrito del director de obra, no podrá hacer ninguna modificación de cualquier naturaleza, tanto en la ejecución de las obras en relación con el proyecto, como en las condiciones técnicas específicas.

Las obras que comprende este proyecto, abarcan el suministro e instalación de los materiales precisos para efectuar la instalación eléctrica de la nave industrial, así como el Centro de Transformación.

4.3.3. Mejoras y variaciones del proyecto

No se considerarán como mejoras o variaciones del proyecto nada más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente, por escrito, por el director de obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independientemente del contratista.

4.3.4. Personal



Pliego de condiciones

El contratista no podrá utilizar en los trabajos, persona, que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo la excepción del apartado anterior. Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al trabajo propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo. El contratista deberá tener al frente de los trabajadores un técnico suficientemente especializado a juicio del director de obra.

El Contratista deberá emplear en sus trabajos el número de operarios que sean necesarios para llevarlo a cabo con la conveniente rapidez, así como organizar el número de brigadas que se le indiquen, para trabajar en varios puntos a la vez.

El contratista tendrá al frente de los trabajadores, personal idóneo.



4.4. CONDICIONES PARTICULARES

4.4.1. Disposiciones aplicables

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 las DIN; UTE o rango equivalente.
- Normas de la compañía suministradora de energía.

4.4.2. Contradicciones y omisiones del proyecto

Lo mencionado en la memoria 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 la memoria, prevalecerá lo prescrito en esta última.

Las omisiones en los planos o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuestos en los planos y en este pliego de condiciones, no sólo no eximen al contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra, omitidos o erróneamente descritos sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si estuviesen correctamente especificados en los planos y en este pliego de condiciones.

4.4.3. Prototipos

Antes de comenzar la obra, el adjudicatario podrá someter a la aprobación de la Dirección de Obras un prototipo de alguno de los materiales de los que consta el proyecto, con los cuales podrá realizar los ensayos que estime oportunos.

Tanto los materiales como el importe de los ensayos, serán por cuenta del adjudicatario.



4.5. CONDICIONES TÉCNICAS

4.5.1. Condiciones generales

Los materiales que intervengan en la instalación serán nuevos, de reciente fabricación y no habrán sido utilizados en ensayos o en otras instalaciones.

Los materiales a suministrar por la Empresa Instaladora serán los reseñados en el presupuesto y en los planos, en todo cuanto concierne a la parte mecánica, no siendo de su incumbencia el suministro de los materiales de obra civil, que correrán por cargo de la Propiedad.

Los materiales se deberán utilizar e instalar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante correspondiente, siempre que no haya contradicciones con los documentos del proyecto.

4.5.2. Materiales eléctricos

Los materiales eléctricos utilizados se presentarán a la Dirección Técnica acompañados de sus correspondientes hojas de características técnicas extendidas por sus fabricantes y organismos competentes que los hayan homologado y responderán las exigencias definidas en el Cuadro de Precios y Pliego de condiciones particulares.

El instalador podrá proponer otras marcas o tipos diferentes a las del proyecto. En esta situación, la Dirección Técnica deberá tomar la decisión sobre si los acepta o los deniega. En caso de aceptarlos, en ningún caso deberá suponer incremento de precio o detrimento de calidad. En caso de denegarlos, el instalador deberá montar los materiales proyectados.

La Dirección Técnica se reserva el derecho de realizar inspecciones o pruebas a la recepción de los materiales o durante el montaje, para comprobar que las características de los materiales responden a lo solicitado. Lo mismo ocurrirá con la instalación una vez finalizada.

En cualquier caso, el instalador estará obligado a facilitar a la Dirección Técnica los medios, instrumentación y personal necesario para cuantas pruebas se precisen.

En el caso en que las pruebas no fueran positivas, se realizarán las modificaciones o sustituciones que procedan por parte del instalador, de acuerdo con las indicaciones de la Dirección Técnica.



Las comprobaciones y posibles rectificaciones que se realicen con posterioridad serán por cuenta del instalador hasta conseguir la conformidad de la Dirección Técnica.

A la finalización de la obra el instalador entregará:

- Un juego de planos en papel vegetal con la representación total y actualizada de la instalación, siempre que sea posible entregará dichos planos también en el soporte informático adecuado.
- Un manual de instrucciones.
- Una lista de recambios recomendados.
- Un certificado en el que garantice la calidad de los materiales empleados y la ejecución de la obra y que responde a lo solicitado por la propiedad.

4.5.3. Conductores

4.5.3.1. Materiales

Los conductores utilizados serán de cobre, aluminio o de otros materiales o aleaciones que posean características eléctricas y mecánicas adecuadas.

Pueden ser desnudos o aislados. Los conductores aislados serán de tensión nominal superior a 100 V, teniendo un aislamiento apropiado que garantice una buena resistencia a las acciones de la intemperie. Podrán utilizarse conductores de menor tensión nominal siempre que cumplan las condiciones de instalación señaladas para los mismos en la instrucción MI-BT 003.

Los aisladores serán de porcelana, vidrio o de otros materiales aislantes equivalentes que resistan las acciones de la intemperie, especialmente las variaciones de temperatura y la corrosión, debiendo ofrecer una resistencia suficiente a los esfuerzos mecánicos a que estén sometidos.

4.5.3.2. Identificación de los conductores

Cada extremo del cable se suministrará con un medio autorizado de identificación. Este requisito tiene especial vigencia en los cables de los cuadros de mandos y en cualquier otra circunstancia en la que la función del cable no quede clara o sea evidente de inmediato.

Estos medios serán etiquetas de plástico rotulado, firmemente sujetas al cajetín que precinta el cable o al cable.



Los conductores de todos los cables de control habrán de ir identificados a título individual en todas las terminaciones por medio de células de plástico autorizadas que lleven rotulados caracteres indelebles, con arreglo a la numeración que figure en los diagramas de cableado pertinentes.

El color de su aislamiento es la base del código que diferencia a unos conductores de otros:

- Azul claro: conductor de neutro.
- Amarillo-Verde: conductor de tierra y protección.
- Marrón, negro y gris: conductores activos.

Todos los cables que pertenezcan a un circuito deberán ir rotulados con su identificación sobre el propio cable.

4.5.3.3. Redes aéreas para distribución de energía eléctrica. Cálculo mecánico y ejecución de las instalaciones.

Instalaciones de conductores aislados:

Cuando se trate de conductores de tensión nominal inferior a 1000 voltios:

- Sobre aisladores de 1000 voltios de tensión nominal.
- Bajo envueltas aislantes resistentes a la intemperie que proporcionen un aislamiento con relación a tierra equivalente a 1000 voltios de tensión nominal.

Los empalmes y conexiones de conductores se realizarán cuidadosamente, de modo que en ellos la elevación de temperatura no sea superior a la de los conductores.

Se utilizarán piezas metálicas apropiadas resistentes a la corrosión, que aseguran un contacto eléctrico eficaz. En los conductores sometidos a tracción mecánica, los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del conductor, el 90% de su carga de rotura, no siendo admisible en estos empalmes su realización por soldadura o por torsión directa de los conductores, aunque este último sistema puede utilizarse cuando estos sean de cobre y su sección no superior a 10 mm².

En los empalmes y conexiones de conductores aislados o de estos con conductores desnudos se utilizarán accesorios adecuados resistentes a las acciones de la intemperie y se colocarán de forma que evite la infiltración de la humedad en los conductores aislados.

Las derivaciones se harán en las proximidades inmediatas de los soportes de línea y no originarán tracción mecánica sobre la misma.



Sección mínima del conductor neutro:

El conductor neutro tendrá, como mínimo:

En distribución monofásica o de corriente continua:

- A dos hilos: igual a la del conductor de fase o polar.
- A tres hilos: hasta 16 mm² de cobre, igual a la del conductor de fase o polar; para secciones entre 16 y 35 mm² será de 16 mm²; para secciones superiores a 35 la mitad de la sección de los conductores de fase.

En distribución trifásica:

- A cuatro hilos (tres fases y neutro): hasta 16 mm² de cobre, igual a la del conductor de fase o polar; para secciones entre 16 y 35 mm² será de 16 mm²; para secciones superiores a 35 la mitad de la sección de los conductores de fase.

Continuidad del conductor neutro:

El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución, salvo que esta interrupción sea realizada por alguno de los dispositivos siguientes:

- Interruptores o seccionadores omnipolares que actúen sobre el neutro al mismo tiempo que en las fases o que establezcan la conexión del neutro antes que las fases y desconecten estas antes que el neutro.
- Uniones amovibles en el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señaladas y que solo pueden ser maniobradas mediante herramientas adecuadas, no debiendo, en este caso, ser seccionado el neutro sin que lo estén previamente las fases, ni conectadas estas sin haberlo sido el neutro previamente.

4.5.4. Caídas de tensión

La sección de los conductores a utilizar se determina de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea menor del 3% de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado y del 5% para los demás usos.

Esta caída de tensión se calculara considerando alimentados todos los aparatos susceptibles de funcionar simultáneamente.



4.6. RECEPTORES

4.6.1. 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 de comunicaciones.

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino, 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

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 sobrecargas siendo de aplicación para ello lo dispuesto en la instrucción ITC-BT-22. Se adoptarán las características intensidad - tiempo de los dispositivos, de acuerdo con las características y condiciones de utilización de los receptores a proteger.

4.6.2. Tensiones de alimentación

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

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

4.6.3. Conexión 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-19.



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 situaran 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.

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 materias 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° centígrados de temperatura, la envolvente exterior del conductor no será de material termoplástico.

La conexión de conductores movibles a la instalación alimentadora se realizara utilizando:

- Tomas de corriente.
- Cajas de conexión.

4.6.4. Utilización de receptores que desequilibren las fases o produzcan fuertes oscilaciones de la potencia absorbida

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

4.6.5. Compensación del factor de potencia

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

La compensación podrá realizarse de estas maneras:

- Por cada receptor o grupo de receptores que funcionen simultáneamente y se conecten por medio de un solo interruptor, el interruptor debe cortar la alimentación simultáneamente al receptor o grupo de receptores y al condensador.



- Para la totalidad de la instalación; la instalación de compensación ha de estar dispuesta para que, de forma automática, asegure que la variación del factor de potencia no sea mayor de un $\pm 10\%$ del valor medio obtenido durante un prolongado período de tiempo.

Se instalan condensadores para la mejora del factor de potencia.

4.6.6. Receptores para alumbrado

Se entiende como receptor de alumbrado el equipo o dispositivo que utiliza la energía eléctrica para la iluminación de espacios interiores o exteriores.

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 lámparas fluorescentes se utilizarán modelos iguales o similares a los presentados en la memoria, siendo la única condición que lleve una corrección del factor de potencia hasta 0.95.

Para la instalación de lámparas suspendidas sobre vías públicas, se seguirá lo dispuesto a la instrucción MIE BT 09 del Reglamento Electrotécnico para baja tensión.

4.6.7. Receptores para aparatos de caldeo

Se entiende por aparatos de caldeo aquellos que transforman la energía eléctrica en calor.

Los aparatos de caldeo se instalarán de manera que no puedan inflamar las materias combustibles circundantes, aun en caso de empleo negligente o defectos previsibles de los mismos.

Los aparatos de caldeo industrial que estén destinados a estar en contacto con materias combustibles o inflamables y que en su uso normal no estén bajo la vigilancia de un operario, estarán provistos de un limitador de temperatura que interrumpa o reduzca el caldeo antes de alcanzar una temperatura peligrosa.

Los aparatos de caldeo por aire caliente estarán constituidos de manera que su elemento de caldeo sólo pueda ponerse en servicio después de hacerlo el ventilador correspondiente y cese aquel cuando el ventilador deje de funcionar. Los aparatos fijos,



llevaran además, dos limitadores de temperatura, independientes entre sí, que impidan una elevación excesiva de ésta en los conductos de aire.

4.6.8. Receptores para motores

La instalación de los motores debe ser conforme a las prescripciones de la norma UNE 20460 y las especificaciones aplicables a los locales donde hayan de ser instalados.

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 distancias de seguridad:

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas, de tal manera que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases.

En caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección tanto para la conexión estrella como en triángulo.

Todos los motores de potencia superior a 0.25 CV, y todos los situados en 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 este.



4.7. PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES Y SOBRETENSIONES

4.7.1. Protección de las instalaciones

4.7.1.1. Contra sobreintensidades

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades, pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas por aparatos de utilización o defectos de aislamiento; cuya protección será un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados.
- Cortocircuitos, para evitar esta situación se dispondrá de un dispositivo de protección (fusibles calibrados e interruptores automáticos) contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión.
- Descargas eléctricas atmosféricas.

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

4.7.1.2. Contra sobretensiones:

Las sobretensiones que pueden aparecer en la red dependen del nivel isoceraúnico estimado, tipo de acometida aérea o subterránea, proximidad del transformador de MT/BT...

La incidencia que la sobretensión puede tener en la seguridad de las personas, instalaciones y equipos, así como su repercusión en la continuidad del servicio está en función de:

- Coordinación del aislamiento de los equipos.
- Dispositivos de protección contra sobretensiones, su instalación y ubicación.
- Existencia de una adecuada red de tierras.



4.7.2. Ubicación 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 fin interruptores automáticos, diferenciales y fusibles.

4.7.3. Características de los dispositivos de protección

- Deberán poder soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos, presentando el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.

- Los fusibles irán colocados sobre material aislante incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Cumplirán la condición de permitir su recambio bajo tensión de la instalación sin peligro alguno. Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo.

- Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger en su funcionamiento a las curvas intensidad - tiempo adecuadas. Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito.

Los interruptores automáticos, llevaran marcada su intensidad y tensión 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.



4.8. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

4.8.1. Protección contra contactos directos

Consiste en tomar las medidas destinadas a proteger las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales.

Para prevenir los contactos indirectos se tomarán las siguientes medidas:

Protección por aislamiento de las partes activas

Partes activas recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

Protección por medio de barreas o envolventes

Con un mínimo de 2.5 m hacia arriba, 1 m hacia abajo y 1 m lateralmente.

Protección por medio de obstáculos

Obstáculos destinados a impedir los contactos fortuitos con las partes activas, pero no los contactos voluntarios por una tentativa deliberada de salvar el obstáculo.

Los obstáculos deben estar fijados de forma segura y resistir a los esfuerzos mecánicos usuales que pueden presentarse en su función.

Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento

Destinada solamente a impedir los contactos fortuitos con las partes activas.

Protección mediante recubrimiento

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.



4.8.2. Protección contra los contactos indirectos

Consiste en tomar las medidas destinadas a proteger las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las que habitualmente no están activas.

Para seleccionar las medidas de protección adecuadas, se tendrá en cuenta la naturaleza de los locales o emplazamientos las masas y los elementos conductores, la extensión e importancia de la instalación... que obligaran 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...

Las medidas de protección pueden ser:

Protección por corte automático de la alimentación

El corte automático de la alimentación, después de la aparición de un fallo, está destinado a impedir que una tensión de contacto, de valor suficiente, se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo.

Protección por aislamiento equivalente

Asegura la protección por:

- Utilización de equipos con un aislamiento doble o reforzado.
- Conjuntos de aparamenta construidos en fábrica y que posean aislamiento equivalente.
- Aislamientos suplementarios montados en el curso de la instalación eléctrica.
- Aislamientos reforzados montados en el curso de la instalación eléctrica.

Protección en los locales o emplazamientos no conductores

Impide, en caso de fallo del aislamiento principal de las partes activas, el contacto simultáneo con partes que pueden ser puestas a tensiones diferentes.

Protección mediante conexiones equipotenciales locales no conectadas a tierra

Los conductores de equipotencialidad deben conectar todas las masas y todos los elementos conductores que sean simultáneamente accesibles. La conexión local no debe estar conectada a tierra, ni directamente a través de masas o de elementos conductores.



Protección por separación eléctrica

El circuito debe alimentarse a través de una fuente de separación; es decir un transformador de aislamiento o una fuente que asegure un grado de seguridad equivalente al transformador de aislamiento anterior.



4.9. MEJORAMIENTO DEL FACTOR DE POTENCIA

4.9.1. Introducción

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 siguientes formas:

- 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.



4.10. PUESTA A TIERRA

4.10.1. Introducción

El objeto de la puesta a tierra es limitar la tensión que con respecto a tierra pueden presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

La puesta a tierra comprende toda unión metálica directa, sin fusibles ni protección alguna, de sección suficiente entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo, con objeto de conseguir que el conjunto de instalaciones, no existan diferencias de potencial peligrosas y que al mismo tiempo permita el paso a tierra de las corrientes de falta o de descarga de origen atmosférico.

4.10.2. Partes de la puesta a tierra

4.10.2.1. Tomas de tierra

Está constituida por:

Electrodo

Masa metálica, permanentemente en contacto con el terreno, para facilitar el paso a este de las corrientes de defectos que puedan presentarse o la carga eléctrica que tenga o pueda tener.

Diferenciamos:

- Artificiales: Son los más utilizados, se establecen con el objeto de obtener la puesta a tierra.
- Naturales: Masas metálicas que puedan existir enterradas.

Podemos prescindir de estos cuando la instalación presente sección suficiente y la resistencia de tierra tenga un valor adecuado mediante el uso de picas verticales.

Las picas verticales están formadas por:



Pliego de condiciones

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

Las longitudes mínimas de estos electrodos no serán inferiores a 2 m. Si son necesarias dos picas conectadas en paralelo con el fin de conseguir una resistencia de tierra admisible, la separación entre ellas debe ser al menos igual a la longitud enterrada de las mismas. Si son necesarias varias picas conectadas en paralelo, la separación entre ellas deberá ser mayor que en el caso anterior

Línea de enlace con tierra

Conductores que unen el electrodo o conjunto de electrodos con el punto de puesta a tierra.

Punto de puesta a tierra

Punto situado fuera del suelo que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra. Las instalaciones que lo precisen dispondrán de un número suficiente de puntos de puesta a tierra, convenientemente distribuidos, que estarán conectados al mismo electrodo o conjunto de electrodos. El punto de puesta a tierra estará constituido por un dispositivo de conexión que permita la unión entre los conductores de las líneas de enlace y principal de tierra, de forma que pueda, mediante útiles apropiados separarse estas, con el fin de poder realizar la medida de resistencia a tierra.

4.10.2.2. Líneas principales de tierra

Formadas por conductores que partirán del punto de puesta a tierra y a las cuales estarán conectadas las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de las masas generalmente a través de los conductores de protección.

Derivaciones de las líneas principales de tierra

Estarán constituidas por conductores que unirán la línea principal de tierra con los conductores de protección o directamente con las masas.

Conductores de protección



Su finalidad es unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra los contactos indirectos.

En el circuito de puesta a tierra, los conductores de protección unirán las masas a la línea principal de tierra.

En otros casos reciben igualmente el nombre de conductores de protección aquellos que tienen las masas: al neutro de la red, a otras masas, a elementos metálicos distinto de de las masas o a un relé de protección.

Los circuitos de puesta a tierra formaran una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos.

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

4.10.3. Resistencia de tierra

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella en cada caso.

Este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor.
- 50 V en los demás casos.

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

4.10.4. Características y condiciones de instalación de las líneas de enlace con tierra.

Los conductores que constituyen las líneas de enlace con tierra, las líneas principales de tierra y sus derivaciones, serán de cobre o de otro metal de alto punto de fusión y su sección debe ser ampliamente dimensionada de tal forma que cumpla:

- La máxima corriente de falta que pueda producirse en cualquier punto de la instalación no debe originar en el conductor una temperatura cercana a la de



fusión, ni poner en peligro los empalmes o conexiones en el tiempo máximo previsible de la duración de la falta, el cual solo podrá ser considerado como menor de dos segundos en los casos justificados por las características de los dispositivos de corte utilizados.

- De cualquier forma los conductores no podrán ser, en ningún caso, de menos de 16 mm^2 de sección para las líneas principales de tierra ni de 35 mm^2 para las líneas de enlace con tierra, si son de cobre. Para otros metales o combinaciones de ellos, la sección mínima será aquella que tenga la misma conductancia que un cable de cobre de 16 mm^2 ó 35 mm^2 , según el caso. Para las derivaciones de las líneas principales de tierra, las secciones mínimas serán las que se indican en la instrucción MI-BT 018 para los conductores de protección.

Los conductores de enlace con tierra desnudos enterrados en el suelo se consideraran que forman parte del electrodo.

Si en una instalación existen tomas de tierras independientes, se mantendrá entre los conductores de tierra un aislamiento apropiado a las tensiones susceptibles de aparecer entre estos electrodos en caso de falta.

El recorrido de los conductores de la línea principal de tierra, sus derivaciones y los conductores de protección será lo mas corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y desgaste mecánico. Además los conductores de protección cumplirán con lo establecido en la instrucción MI-BT 018.

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico tanto con las partes metálicas y masa que se desean poner a tierra como con el electrodo. A estos efectos se dispone que las conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y con los electrodos se efectúen con todo cuidado por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando las superficies de contacto de forma que la conexión sea efectiva por medio de tornillos, elementos de compresión, remaches o soldadura de alto punto de fusión tales como estaño, plata...

Los contactos deben disponerse limpios, sin humedad y en forma tal que no sea fácil que la acción del tiempo destruya por efectos electroquímicas las conexiones efectuadas. A este fin, y procurando siempre que la resistencia de los contactos no sea elevada, se protegerán estos en forma adecuada con envolventes o pastas, si ello se estimase conveniente.

Se prohíbe intercalar en los circuitos de tierra seccionadores, fusibles o interruptores. Solo se permite disponer de un dispositivo de corte en los puntos de puesta a tierra, de forma que permita medir la resistencia de la toma a tierra.



4.10.5. Separación entre las tomas de tierra de las masas, de las instalaciones y las masas de un centro de transformación

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relees de protección de masas, no estarán unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación.

Si no se hace el control mediante la medida efectuada entre la toma de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas del centro de transformación, se considera que las tomas de tierra son eléctricamente, puesto que cumplen las siguientes condiciones:

- a) No existe canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalizaciones de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona donde se encuentran los aparatos de utilización.
- b) La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra de otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos de 15m para terrenos cuya resistividad no sea elevada (100 Ohm-m). Cuando el terreno sea mal conductor esta distancia será aumentada.
- c) El centro de transformación esta situado en un recinto aislado de los locales de utilización, o bien si esta contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, esta establecido de tal forma que sus elementos metálicos no estén unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

4.10.6. Revisión de las tomas de tierra

En cualquier instalación de toma a tierra deberá ser obligatoriamente comprobada por los servicios oficiales en el momento de dar de alta la instalación para el funcionamiento.

El personal adecuado efectuara esta comprobación anualmente en la época en que el terreno este mas seco. Para ello se mediará la resistencia de tierra, reparando inmediatamente los defectos que se encuentren. En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, como también los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.



4.11. ALUMBRADOS

4.11.1. Alumbrado de señalización

Su fin es 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 pasara automáticamente al segundo suministro.

Cuando los locales o dependencias que deban iluminarse con este alumbrado, coincidan con los que precisan alumbrado de emergencia, los puntos de luz de ambos alumbrados podrán ser los mismos.

4.11.2. Alumbrado de emergencia

Debe permitir, en caso de fallo del alumbrado general, la evacuación segura y fácil del público 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 este 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.



4.11.3. Locales que deberán ser provistos de alumbrados especiales

- 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.

- 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 un 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. Características generales

- Dispondrá de una acometida individual, siempre que el conjunto de las dependencias del local considerado constituya un edificio independiente, o igualmente en caso de varios locales o viviendas en el mismo edificio y la potencia instalada en el local de pública concurrencia los justifique.
- El cuadro general de distribución deberá colocarse en el punto más próximo posible a la entrada de la acometida o de la derivación individual y se colocara junto o sobre él el dispositivo de mando y protección preceptivo, según la instrucción RBT-016. Cuando no sea posible la instalación del cuadro general en este punto, se instalara, de todas formas, en dicho punto, un dispositivo de mando y protección.

Del citado cuadro general saldrán las líneas que alimentan directamente los aparatos receptores o bien las líneas generales de distribución a las que se conectara mediante cajas o a través de cuadros secundarios de distribución los distintos circuitos alimentadores. Los aparatos receptores que consuman mas de 15 A se alimentaran directamente desde el cuadro general o desde los secundarios.

- El cuadro general de distribución, e igualmente los cuadros secundarios, se instalaran 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, por medio de elementos a prueba de incendios y puertas no propagadoras de fuego. Los contadores podrán instalarse en otro lugar, de acuerdo con la empresa distribuidora de energía eléctrica y siempre antes del cuadro general.
- En el cuadro general de distribución o en los secundarios se dispondrán dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución, y las de alimentación directa a receptores. Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se colocara una placa indicadora del circuito al que pertenecen.
- Las canalizaciones estarán constituidas por:
 - Conductores aislados, de tensión nominal de aislamiento no inferior a 750 V, colocados bajo tubos protectores, de tipo no propagador de llama, preferentemente empotrados, en especial en las zonas accesibles al público.
 - Conductores aislados, de tensión nominal de aislamiento no inferior a 750 V, con cubierta de protección, colocados en huecos de la construcción, totalmente construidos en materiales incombustibles.



Pliego de condiciones

- Conductores rígidos, aislados de tensión nominal no inferior a 1000 V, armados colocados directamente sobre las paredes.

- Se adoptaran las disposiciones convenientes para que las instalaciones no puedan ser alimentadas simultáneamente por dos fuentes de alimentación independientes entre sí.



4.13. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

4.13.1. Obra civil

Los Centros estarán constituidos enteramente con material no combustible, y los elementos delimitadores del Centro (muros exteriores, cubierta, puertas,...) deberán tener una resistencia al fuego.

Los muros del Centro deberán tener entre sus parámetros una resistencia mínima de 100000Ω . La medición de esta resistencia se realizará aplicando una tensión de 500 V entre dos placas de 100 cm² cada una.

El Centro de Transformación tendrá un aislamiento acústico de forma que no transmita niveles sonoros superiores a 30 dB durante la noche y de 55 dB durante el día.

Ninguna de las aberturas del centro (rejillas) permitirá el paso de un objeto de 12mm de diámetro, y las rejillas que den a partes con tensión no dejarán pasar objetos de más de 2.5mm de diámetro.

4.13.2. Aparamenta de Media Tensión

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envoltorio metálica, y que utilicen gas para cumplir:

- Aislamiento: El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la contaminación del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas. Esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta contaminación, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.
- Corte: El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Las celdas empleadas permitirán la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente



inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

4.13.3. Transformador de potencia

El transformador instalado en este Centro de Transformación serán trifásico, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

4.13.4. Equipos de medida

Este centro incorpora los dispositivos necesarios para la medida de energía al ser de abonado, por lo que se instalarán en el centro los equipos con características correspondientes al tipo de medida prescrito por la compañía suministradora.

Los equipos empleados corresponderán exactamente con las características indicadas en la Memoria tanto para los equipos montados en la celda de medida como para los montados en la caja de contadores:

- Puesta en servicio

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación se conectará la aparatada de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar la red de BT.



- Separación de servicio

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

- Mantenimiento

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

Las celdas tipo CGMcosmos de ORMAZABAL, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su aparamenta interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

4.13.5. Normas de ejecución de las instalaciones

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

4.13.6. Pruebas reglamentarias

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminadas su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

4.13.7. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.



Pliego de condiciones

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes... y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

4.13.8. Disposición de registro

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

Fdo.: Susana Palacín Buil

Pamplona, Febrero de 2013



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

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

PRESUPUESTO

Susana Palacín Buil

Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Febrero/2013



Índice

5. PRESUPUESTO

5.1. NAVE INDUSTRIAL	2
5.1.1. CAPITULO I: Acometida	2
5.1.2. CAPITULO II: C.D.G.	3
5.1.3. CAPITULO III: Cuadros auxiliares	4
5.1.3.1. Cuadro auxiliar I	4
5.1.3.2. Cuadro auxiliar 2	5
5.1.3.3. Cuadro auxiliar 3	6
5.1.3.4. Cuadro auxiliar 4	7
5.1.3.5. Cuadro auxiliar 5	8
5.1.3.6. Cuadro auxiliar 6	9
5.1.3.7. Cuadro auxiliar 7	10
5.1.4. CAPITULO IV: Alumbrado.....	11
5.1.5. CAPITULO V: Puesta a Tierra	12
5.1.6. CAPITULO VI: Conductores, tubos y canalizaciones.....	13
5.1.7. CAPITULO VII: Elementos varios.....	15
5.1.8. CAPITULO VIII: Batería de condensadores	16
5.1.9. RESUMEN PRESUPUESTO NAVE INDUSTRIAL	16
5.2. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	17
5.2.1. CAPITULO IX: Obra civil.....	17
5.2.2. CAPITULO X: Protección en M.T.	17
5.2.3. CAPITULO XI: Protección en B.T.	19
5.2.4. CAPITULO XII: Equipo de potencia.....	19
5.2.5. CAPITULO XIII: Puesta a tierra del centro.....	20
5.2.6. CAPITULO XIV: Elementos varios	21
5.2.7. RESUMEN PRESUPUESTO DEL C.T.	22
5.3. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	23
5.3.1. CAPITULO XV: Protecciones individuales	23
5.3.2. CAPITULO XVI: Protecciones colectivas	24
5.3.3. CAPITULO XVII: Extinción de incendios.....	24
5.3.4. CAPITULO XVIII: Primeros auxilios	25
5.3.5. CAPITULO XIX: Instalación de higiene y bienestar	25
5.3.6. CAPITULO XX: Instalación de higiene y bienestar.....	26
5.3.7. RESUMEN PRESUPUESTO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	26
5.4 PRESUPUESTO TOTAL.....	27



5.1. NAVE INDUSTRIAL

5.1.1. CAPITULO I: Acometida

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
1.1	Metros de conductor de Al RHZ1 0.6/1 Kv (3x150 + 70 mm ²), de PIRELLI	12	24,30	291,60
1.2	Ml de tubo XLPE de 180 mm ² de diámetro, 2.2 mm de espesor	12	5,75	69,00
1.3	Ud. Arqueta troncopiramidal de 1x1m ² de base y 1m de profundidad. El cierre será con marco y tapa de fundición 0,60x0,60m ² .	1	145,00	145,00
1.4	Ml Zanja sobre tierra de 40x80 cm, con arena lavada debajo del tubo y relleno de tierra excavada.	7	3,15	22,05
1.5	Elemento recto KGF-14ED25	2	2.137,20	4.274,40
1.6	Codo plano KGF-14LB	1	1.175,40	1.175,40
1.7	Terminal de conexión KHO-16BC1	1	706,30	706,30
1.8	Terminal de conexión KHO-16AL01	1	586,45	586,45
1.9	Mano de obra, etiquetado, instalado, conexión de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje	1	250,00	250,00
			Subtotal	7.419,45



5.1.2. CAPITULO II: C.D.G.

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
2.1	Armario metálico de distribución MERLIN GUERIN, gama PRISMA, de medidas: 1300x800x200 mm, con su placa de montaje y puesta a tierra.	1	395,40	395,40
2.2	Interruptor automático MERLIN GUERIN, 4 P. Serie: Compact NSX400n Micrologic 400A, 50kA	1	3.009,90	3009,90
2.3	Interruptor diferencial MERLIN GUERIN, clase AC, tipo ID 4 P, 100 A, 500 mA.	1	625,45	1.250,90
2.4	Interruptor diferencial MERLIN GUERIN, clase AC, tipo ID 4 P, 80 A, 500 mA.	4	546,28	1.092,56
2.5	Interruptor diferencial MERLIN GUERIN, clase AC, tipo ID 4 P, 40 A, 300 mA.	3	382,45	1.147,35
2.6	Interruptor automático magnetotérmico MERLIN GUERIN, 25 KA, 4 P, 160 A.	1	528,84	528,84
2.7	Interruptor automático magnetotérmico MERLIN GUERIN, 10 KA, 4 P, 100 A.	1	224,36	448,72
2.8	Interruptor automático magnetotérmico MERLIN GUERIN, 10 KA, 4 P, 80 A.	3	213,60	427,20
2.9	Interruptor automático magnetotérmico MERLIN GUERIN, 10 KA, 4 P, 40 A.	1	186,21	186,21
2.10	Interruptor automático magnetotérmico MERLIN GUERIN, 10 KA, 4 P, 32 A.	2	169,24	338,48
2.11	Mano de obra, etiquetado, instalado, conexión de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje	1	250,00	250,00
			Subtotal	9.358,67



5.1.3. CAPITULO III: Cuadros auxiliares

5.1.3.1. Cuadro auxiliar I

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
3.1.1	Armario metálico de distribución HIMEL, modelo CRN, de medidas: 500x400x200 con su placa de montaje y puesta a tierra.	1	112,36	112,36
3.1.2	Interruptor automático MERLIN GUERIN, 4 P, 100 A.	1	425,30	425,30
3.1.3	Interruptor automático diferencial MERLIN GUERIN, clase AC, tipo ID 3P, 40 A, 300 mA.	2	152,26	304,52
3.1.4	Interruptor automático diferencial MERLIN GUERIN, clase AC, tipo ID 4 P, 40 A, 30 mA.	1	184,25	184,25
3.1.5	Interruptor automático magnetotérmico MERLIN GUERIN, 10 KA, 4 P, 32 A.	1	169,24	169,24
3.1.6	Interruptor automático magnetotérmico MERLIN GUERIN, 10 KA, 4 P, 16 A.	1	109,24	109,24
3.1.7	Interruptor automático magnetotérmico MERLIN GUERIN, 10 KA, 4 P, 10 A.	4	91,41	365,64
3.1.8	Interruptor automático magnetotérmico MERLIN GUERIN, 10 KA, 2 P, 16 A.	1	115,24	115,24
3.1.9	Mano de obra, etiquetado, instalado, conexión de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje	1	250,00	250,00
			Subtotal	1.826,55



5.1.3.2. Cuadro auxiliar 2

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
3.2.1	Armario metálico de distribución HIMEL, modelo CRN, de medidas: 500x400x200, con su placa de montaje y puesta a tierra.	1	112,36	112,36
3.2.2	Interruptor automático MERLIN GUERIN, 4 P, 80 A.	1	385,45	385,45
3.2.3	Interruptor automático diferencial MERLIN GUERIN, clase AC, tipo ID 3P, 40 A, 300 mA.	2	152,26	304,52
3.2.4	Interruptor diferencial MERLIN GUERIN, clase AC, tipo ID, 2 P, 40 A, 30 mA.	1	184,25	184,25
3.2.5	Interruptor automático magnetotérmico MERLIN GUERIN, 10 KA, 3 P, 16 A.	2	109,24	218,48
3.2.6	Interruptor automático magnetotérmico MERLIN GUERIN, 10 KA, 3 P, 10 A.	3	91,41	274,23
3.2.7	Interruptor automático magnetotérmico MERLIN GUERIN, 10 KA, 2 P, 16 A.	1	115,24	115,24
3.2.8	Mano de obra, etiquetado, instalado, conexión de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje	1	250,00	250,00
			Subtotal	1.744,53



5.1.3.3. Cuadro auxiliar 3

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
3.3.1	Armario metálico de distribución HIMEL, modelo CRN, de medidas: 430x330x200, con su placa de montaje y puesta a tierra.	1	97,45	97,45
3.3.2	Interruptor automático MERLIN GUERIN, 4 P, 80 A.	1	385,45	385,45
3.3.3.	Interruptor automático diferencial MERLIN GUERIN, clase AC, tipo ID 3 P, 40 A, 300 mA.	2	152,26	152,26
3.3.4	Interruptor automático diferencial MERLIN GUERIN, clase AC, tipo ID 4P, 25 A, 30 mA.	1	184,25	184,25
3.3.5	Interruptor automático magnetotérmico MERLIN GUERIN, 10 KA, Tetrapolar, 25 A.	1	23,60	47,20
3.3.6	Interruptor automático magnetotérmico MERLIN GUERIN, 10 KA, 4 P, 16 A.	1	109,24	109,24
3.3.7	Interruptor automático magnetotérmico MERLIN GUERIN, 10 KA, 4 P, 10 A.	2	91,41	182,82
3.3.8	Interruptor automático magnetotérmico MERLIN GUERIN, 10 KA, 2 P, 16 A.	1	115,24	115,24
3.3.9	Mano de obra, etiquetado, instalado, conexión de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje	1	250,00	250,00
			Subtotal	1.423,91



5.1.3.4. Cuadro auxiliar 4

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
3.4.1	Armario metálico de distribución HIMEL, modelo CRN, de medidas: 500x400x200, con su placa de montaje y puesta a tierra.	1	112,36	112,36
3.4.2	Interruptor automático MERLIN GUERIN, 4 P, 40 A.	1	296,27	296,27
3.4.3	Interruptor automático diferencial MERLIN GUERIN, clase AC, tipo ID 2 P, 40 A, 30 mA.	4	184,25	737,00
3.4.4	Interruptor automático magnetotérmico MERLIN GUERIN, 6 KA, 2 P, 16 A.	1	87,62	87,62
3.4.5	Interruptor automático magnetotérmico MERLIN GUERIN, 6 KA, 2 P, 10 A.	5	83,26	416,30
3.4.6	Mano de obra, etiquetado, instalado, conexión de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje	1	250,00	250,00
			Subtotal	1.799,55



5.1.3.5. Cuadro auxiliar 5

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
3.5.1	Armario metálico de distribución HIMEL, modelo CRN, de medidas: 500x400x200, con su placa de montaje y puesta a tierra.	1	112,36	112,36
3.5.2	Interruptor automático MERLIN GUERIN, 4 P, 40 A.	1	296,27	296,27
3.5.3	Interruptor automático diferencial MERLIN GUERIN, clase AC, tipo ID 3P, 40 A, 300 mA.	3	152,26	456,78
3.5.4	Interruptor automático magnetotérmico MERLIN GUERIN, 6 KA, 4 P, 10 A.	6	83,26	499,56
3.5.5	Mano de obra, etiquetado, instalado, conexión de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje	1	250,00	250,00
			Subtotal	1.514,97



5.1.3.6. Cuadro auxiliar 6

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
3.6.1	Armario metálico de distribución HIMEL, modelo CRN, de medidas..., con su placa de montaje y puesta a tierra.	1	112,36	112,36
3.6.2	Interruptor automático MERLIN GUERIN, 4 P, 100 A.	1	425,30	425,30
3.6.3	Interruptor diferencial MERLIN GUERIN, clase AC, tipo ID 4 P, 40 A, 30 mA.	1	253,06	253,06
3.6.4	Interruptor diferencial MERLIN GUERIN, clase AC, tipo ID 2 P, 63 A, 30 mA.	1	256,24	256,24
3.6.5	Interruptor diferencial MERLIN GUERIN, clase AC, tipo ID 2 P, 40 A, 30 mA.	2	184,25	368,50
3.6.6	Interruptor automático magnetotérmico MERLIN GUERIN, 6 KA, 2 P, 16 A.	3	87,62	262,86
3.6.7	Interruptor automático magnetotérmico MERLIN GUERIN, 6 KA, 2 P, 10 A.	4	83,26	333,04
3.6.8	Interruptor automático magnetotérmico MERLIN GUERIN, 6 KA, Bipolar, 6 A.	2	73,25	146,50
3.6.9	Mano de obra, etiquetado, instalado, conexión de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje	1	250,00	250,00
			Subtotal	2.307,86



5.1.3.7. Cuadro auxiliar 7

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
3.7.1	Armario metálico de distribución HIMEL, modelo CRN, de medidas: 430x330x200, con su placa de montaje y puesta a tierra.	1	97,45	97,45
3.7.2	Interruptor automático MERLIN GUERIN, 4 P, 100 A.	1	425,30	425,30
3.7.3	Interruptor automático diferencial MERLIN GUERIN, clase AC, tipo ID 4 P, 40 A, 30 mA.	3	184,25	552,75
3.7.4	Interruptor automático magnetotérmico MERLIN GUERIN, 6 KA, 2 P, 10 A.	5	83,26	416,30
3.7.5	Mano de obra, etiquetado, instalado, conexión de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje	1	250,00	250,00
			Subtotal	1.641,80

**5.1.4. CAPITULO IV: Alumbrado**

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
4.1	Panel LED, 50W, LedBox	19	189,00	3.591,00
4.2	Kramfor Downlight, 12W, Ledbox	21	59,90	1.257,9
4.3	Estanca, DownLed Basic, 13W-C16L, Uniled	2	63,40	126,80
4.4	Panel LED, 80W, LedBox	18	329,00	5.922,00
4.5	Campana industrial LED 60W, ECO5032, GreenPack	4	319,90	1.279,60
4.6	Campana industrial LED reflectora punteada 240W, ECO1240, GreenPack	16	969,90	15.518,40
4.7	Emerlux F100, LedBox	38	39,90	1.516,20
4.8	Led Tunnel Urban, 100W	4	430,00	1.720,00
4.9	Led Streer Urban, 50W, LedBox	12	476,00	5.712,00
			Subtotal	36.647,50

**5.1.5. CAPITULO V: Puesta a Tierra**

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
5.1	Pica de tierra de acero cobreado de 2 m de longitud y 19 mm de diámetro	8	9,35	74,80
5.2	Arqueta de hierro fundido para pica	8	23,40	187,20
5.3	Metros de cable de cobre desnudo de 1x50mm ²	155	6,95	1.077,25
5.4	Kits de soldadura aluminotécnica	27	7,36	198,72
5.5	Mano de obra, etiquetado, instalado, conexión de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje	1	250,00	250,00
			Subtotal	1.637,97



5.1.6. CAPITULO VI: Conductores, tubos y canalizaciones

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
6.1	Mt de Bandeja portacables de malla REJINORMA, de dimensiones 350x70 mm.	132	7,45	983,40
6.2	Mt Tubo de PVC flexible de Ø 20 mm, incluido fijaciones y material complementario	125	0,95	118,75
6.3	Mt Tubo de PVC flexible de Ø 25 mm, incluido fijaciones y material complementario	86	1,20	103,21
6.4	Mt Tubo de acero flexible galvanizado de Ø 20 mm, incluido fijaciones y material complementario	160	1,25	200,00
6.5	Mt Tubo de acero flexible galvanizado de Ø 25 mm, incluido fijaciones y material complementario	60	1,65	99,00
6.6	Mt Conductor RV 450/750V, de 1,5 mm ² , de Cu, aislamiento PVC, de PIRELLI	105	0,65	68,25
6.7	Mt Conductor RV 450/750V, de 2,5 mm ² , de Cu, aislamiento PVC, de PIRELLI	112	0,90	100,80
6.8	Mt Conductor RV 0,6/1V, de 1,5 mm ² , de Cu, aislamiento PVC, de PIRELLI	103	0,60	61,80
6.9	Mt Conductor RV 0,6/1V, de 2,5 mm ² , de Cu, aislamiento PVC, de PIRELLI	63	0,80	50,40
6.10	Mt Conductor RV 0,6/1V, de 4 mm ² , de Cu, aislamiento PVC, de PIRELLI	189	1,07	202,23
6.11	Mt de cable tripolar RV-K, de 1,5 mm ² , de Cu, aislamiento PVC, de PIRELLI	79	1,43	102,7
6.12	Mt de cable tripolar RV-K, de 2,5 mm ² , de Cu, aislamiento PVC, de PIRELLI	89	2,03	180,67
6.13	Mt de cable tripolar RV-K, de 4 mm ² , de Cu, aislamiento PVC, de PIRELLI	147	3,28	482,16



Presupuesto

6.14	Mt de cable tripolar RV-K, de 10 mm ² , de Cu, aislamiento PVC, de PIRELLI	55	7,84	431,20
6.15	Mt de cable tripolar RV-K, de 16 mm ² , de Cu, aislamiento PVC, de PIRELLI	165	11,45	1.889,25
6.16	Mt de cable tripolar RV-K, de 25 mm ² , de Cu, aislamiento PVC, de PIRELLI	78	15,20	1.185,60
6.17	Mt de cable tripolar RV-K, de 35 mm ² , de Cu, aislamiento PVC, de PIRELLI	103	21,10	2.173,30
6.18	Mano de obra, etiquetado, instalado, conexión de líneas, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje	1	250,00	250,00
			Subtotal	8.468,29



5.1.7. CAPITULO VII: Elementos varios

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
8.1	Ud. Caja de empalme y derivación de poliéster superficial rectangular de dimensiones 250x300x110, de BJC	9	23,37	210,33
8.2	Ud. Caja de empalme y derivación de poliéster superficial rectangular de dimensiones 100X100X80, de BJC	31	18,37	569,47
8.3	Armario metálico 350x200x100 mm, con 3 contactores, 1 Pulsador de Marcha, 1 Pulsador de Paro, para encendido alumbrado taller.	1	445,25	445,25
8.4	Armario metálico 250x150x100 mm, con 2 contactores, 1 Pulsador de Marcha, 1 Pulsador de Paro, para encendido alumbrado almacén.	1	381,30	381,30
8.5	Armario metálico 450x250x120 mm, con 5 contactores, 3 interruptores con célula fotoeléctrica, 3 interruptores de 3 posiciones, para encendido alumbrado exterior.	1	676,84	676,84
8.6	Ud. Base de enchufe mural FN+TT 16A ,400V. Legrand Valera	6	7,21	49,26
8.7	Ud. Base de enchufe mural 3F+TT 16A ,230V. Legrand Valera	3	9,48	28,44
8.8	Ud. Base de enchufe empotrable FN+TT 16A, 230V. Serie TEIDE de BJC	9	7,41	66,69
8.9	Mecanismo interruptor unipolar Legrand Valera	10	5,62	56,2
8.10	Punto toma de teléfono, Legrand Valera	3	11,95	35,85
8.11	Marco individual. Legrand Valera	30	3,50	105,00
8.12	Interruptor conmutado, Lagrand Valera aluminio	10	5,95	59,50



Presupuesto

8.13	Interruptor cruzamiento. Legran Valera aluminio.	4	9,95	39,80
			Subtotal	2723,93

1.5.8. CAPITULO VIII: Batería de condensadores

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
6.1	Batería automática de condensadores, 63kVAr, alimentación trifásica a 400V de tensión y 50Hz. 360x140x1093mm. Incluye mano de obra.	1	1.474,85	1.474,85
			Subtotal	1.474,85

1.5.9. RESUMEN PRESUPUESTO NAVE INDUSTRIAL

Capítulo	Subtotal
CAPITULO I	12.259,17 €
CAPITULO II	7.419,45 €
CAPITULO III	7.358,67 €
CAPITULO IV	36.647,50 €
CAPITULO V	1.637,97 €
CAPITULO VI	8.468,29 €
CAPITULO VII	2.723,93 €
CAPITULO VIII	1.474,85 €
Subtotal	77.989,83 €

TOTAL PRESUPUESTO NAVE INDUSTRIAL →**77.989,83 €**



5.2. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

5.2.1. CAPITULO IX: Obra civil

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
9.1	<p>Edificio de Transformación: PFU4/20</p> <p>Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo PFU-4/20, de dimensiones generales aproximadas 4460 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3045 mm de alto.</p> <p>Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según CEI 622171-202, transporte, montaje y accesorios.</p>	1	8.400,00	8.400,00
			Subtotal	8.400,00

5.2.2. CAPITULO X: Protección en M.T.

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
10.1	<p>Entrada / Salida 1: CGMCOSMOS-L</p> <p>Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Un = 24 kV · In = 400 A · Icc = 16 kA / 40 kA · Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm 	1	2.675,00	2.675,00



Presupuesto

	· Mando: manual tipo B Se incluyen el montaje y conexión.			
10.2	Protección General: CGMCOSMOS-P Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características: · Un = 24 kV · In = 400 A · Icc = 16 kA / 40 kA · Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm · Mando (fusibles): manual tipo BR · Relé de protección: ekorPT201A Se incluyen el montaje y conexión.	1	5.200,00	5.200,00
10.3	Medida: CGMCOSMOS-M Módulo metálico, conteniendo en su interior debidamente montados y conexiónados los aparatos y materiales adecuados, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características: · Un = 24 kV · Dimensiones: 800 mm / 1025 mm / 1740 mm Se incluyen el montaje y conexión.	1	6.150,00	6.150,00
10.4	Puentes MT Transformador 1: Cables MT 12/20 kV Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR. Se incluyen el montaje y conexión.	1	950,00	950,00
			Subtotal	14.975,00



5.2.3. CAPITULO XI: Protección en B.T.

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
11.1	Celda de línea	1	629,00	629,00
11.2	Celda de medición	1	900,00	900,00
11.3	Celda de protección	1	2831,00	2831,00
			Subtotal	4360,00

5.2.4. CAPITULO XII: Equipo de potencia

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
12.1	Transformador 1: Transformador aceite 24 kV Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 250 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 13,2 - 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, +10%. Incluye montaje.	1	8350,00	8350,00
			Subtotal	8.350,00



5.2.5. CAPITULO XIII: Puesta a tierra del centro

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
13.1	Tierras Exteriores Protección del Transformador: Anillo rectangular	1	2.025,00	2.025,00
13.2	Tierras Exteriores Serv del Transformador: Picas alineadas	1	630,00	630,00
13.3	Tierras Interiores Prot de lTransformador: Instalación interior tierras	1	925,00	925,00
13.4	Tierras Interiores Serv del Transformador: Instalación interior tierras	1	925,00	925,00
			Subtotal	4.505,00



5.2.6. CAPITULO XIV: Elementos varios

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
14.1	Maniobra de Transformación: Equipo de seguridad y maniobra	1	450,00	450,00
14.2	Defensa de Transformador 1: Protección física transformador	1	283	283
14.3	Kit 3 focos LED superficiales cuadrados 10W	2	105,00	210
14.4	Luz emergencia Emerlux F100	2	59,90	119,80
14.5	Toma de corriente I+N+T, de Legrand Valera, 230 V.	2	8,25	16,50
14.6	Marcos individuales, Legran Valera	4	3,50	14,00
14.7	Interruptor Legrand Valera	2	4,50	9,00
14.7	Ml Tubo de PVC de 20 mm de Ø	3	0,95	2,85
14.8	Conductor de CU aislado, tipo RX 0.6/1 kV, 1x50 mm ²	3	4,67	14,01
			Subtotal	1119.16



Presupuesto _____

5.2.7. RESUMEN PRESUPUESTO DEL C.T.

Capítulo	Subtotal
CAPITULO VII	8.400,00 €
CAPITULO VIII	14.975,00 €
CAPITULO IX	4.360,00 €
CAPITULO X	8.350,00 €
CAPITULO XI	4.505,00 €
CAPITULO XII	1.119,16 €
Subtotal	41.709,16 €

TOTAL PRESUPUESTO DEL C.T. →

41.709,16 €



5.3. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

5.3.1. CAPITULO XV: Protecciones individuales

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
15.1	Casco de seguridad con pantalla para protección de descargas eléctricas	5	3,70	18,50
15.2	Gafas protectoras contra impactos	5	3,15	15,75
15.3	Arnés de seguridad con amarre dorsal+amarre torsal+amarre lateral	5	55,68	278,4
15.4	Protectores auditivos	5	3,15	15,75
15.5	Faja protección lumbar	5	2,85	14,25
15.6	Chaleco de trabajo	5	13,50	67,50
15.7	Cinturón portaherramientas	5	6,12	30,60
15.8	Mono de trabajo	5	15,10	75,50
15.9	Par de guantes de uso general	5	98,20	491,00
15.10	Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación	5	24,80	124,00
15.11	Paleta señalista	2	20,10	40,20



Presupuesto _____

			Subtotal	1.157,20
--	--	--	-----------------	----------

5.3.2. CAPITULO XVI: Protecciones colectivas

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
16.1	Lámpara portátil de mano, con cesto protector y mango aislante	3	3,20	9,60
16.2	Señal triangular y soporte Señal de seguridad triangular de L=70cm. Normalizada, con trípode tubular, colocación y desmontaje.	4	16,10	64,40
16.3	Placa reglamentos "Peligro de Muerte" o "Primeros auxilios"	6	12,90	77,40
16.4	Cono de señalización	15	20,79	311,80
			Subtotal	463,25

5.3.3. CAPITULO XVII: Extinción de incendios

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
17.1	Extintor CO ₂ de 5Kg	12	3,20	46,80
			Subtotal	46,80



5.3.4. CAPITULO XVIII: Primeros auxilios

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
18.1	Botiquín de mano de obra	1	77,58	77,58
18.2	Reposición de material sanitario durante el transcurso de la obra	2	42,15	84,30
18.3	Reconocimiento médico	5	51,00	255,00
			Subtotal	416,88

5.3.5. CAPITULO XIX: Instalación de higiene y bienestar

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
19.1	Acometida de agua y energía eléctrica en instalaciones	1	150,00	150,00
19.2	Mes de alquiler de local provisional para vestuarios de 70m ²	3	80,00	240,00
19.3	Taquilla individual metálica con llave	5	12,50	62,50
19.4	Mes de alquiler con barracon con aseos dotados de duchas, WC y lavabos	3	42,50	127,50
			Subtotal	580,00



5.3.6. CAPITULO XX: Instalación de higiene y bienestar

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Total (€)
20.1	Reunión mensual del comité de seguridad e higiene en el trabajo	4	67,00	268,00
			Subtotal	268,00

5.3.7. RESUMEN PRESUPUESTO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Capítulo	Subtotal
CAPITULO XV	1.157,20 €
CAPITULO XVI	463,25 €
CAPITULO XVII	46,80 €
CAPITULO XVIII	416,88 €
CAPITULO XIX	580,00 €
CAPITULO XX	268,00 €
Subtotal	2.932,13 €

TOTAL PRESUPUESTO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD →
2.932,13 €



5.4 PRESUPUESTO TOTAL

1. Presupuesto de la nave industrial →	77.989,83 €
2. Presupuesto del centro de transformación →	41.709,16 €
3. Presupuesto del estudio de seguridad y salud →	2.932,13 €
- Presupuesto de ejecución material →	<u>122.631,12 €</u>
4. I.V.A 21% →	25.752,53 €
5. Beneficio íntegro 10% →	12.263,11 €
6. Gastos generales 6% →	7.357,86 €
- Presupuesto ejecución por contrata →	168.004,63 €
7. Honorarios y derechos de redacción de proyectos 3%→	3.678,93 €
8. Dirección de obra 3% →	3.678,93 €
- Presupuesto total →	<u>175.362,50 €</u>

El presupuesto total de la ejecución por contrata de la instalación es de **CIENTO SETENTA Y CINCO MIL, TRESCIENTOS SESENTA Y DOS EUROS CON CINCUENTA CENTIMOS.**

Fd.: Susana Palacín Buil

Pamplona, Febrero 2013



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

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

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Susana Palacín Buil

Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Febrero/2013



Índice

6. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

6.1. MEMORIA INFORMATIVA.....	4
6.1.1. Objeto del proyecto.....	4
6.1.2. Datos del proyecto y del estudio básico de Seguridad y Salud	4
6.1.3. Datos de la obra	4
6.2. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	5
6.2.1. Descripción Técnica del Proyecto	5
6.2.2. Emplazamiento	5
6.2.3. Accesos y vallado	5
6.2.4. Interferencias y servicios afectados	5
6.2.5. Suministro de energía eléctrica.....	6
6.3. TRABAJO	7
6.3.1. Introducción	7
6.3.2. Riesgo	7
6.3.2.1. Condiciones de seguridad.....	8
6.3.2.2. Medio ambiente físico del trabajo.....	8
6.3.2.3. Contaminantes.....	8
6.3.2.4. Factores organizativos.....	9
6.3.3. Normas preventivas	9



6.4. INSTALACIONES EN BAJA TENSIÓN	10
6.4.1. Introducción	10
6.4.2. Supervisión	10
6.4.3. Comprobación.....	11
6.5. ANÁLISIS DE RIESGOS Y SU PREVENCIÓN.....	12
6.5.1. Trabajos de albañilería.....	12
6.5.2. Manipulación manual de cargas	13
6.5.3. Izado de cargas.....	14
6.5.4. Transporte del material	15
6.5.5. Trabajos de soldadura eléctrica.....	15
6.5.6. Trabajos próximos a elementos en tensión	16
6.5.7. Trabajos en tensión	17
6.5.8. Trabajos en alturas	18
6.5.9. Máquinas herramientas y máquinas manuales.....	19
6.5.10. Andamios	20
6.5.11. Escaleras	21
6.6. INSTALACIONES PROVISIONALES	23
6.6.1. Instalación provisional eléctrica	23
6.6.2. Instalación de prevención de incendios	25
6.7. INSTALACIÓN DE HIGIENE Y BIENESTAR.....	26
6.7.1. Introducción	26
6.7.2. Dotación de aseos	26



6.7.3. Dotación de vestuarios	26
6.8. MEDICINA PREVENTIVA Y ASISTENCIAL	27
6.8.1. Reconocimiento médico	27
6.8.2. Asistencia Accidentados	27



6.1. MEMORIA INFORMATIVA

6.1.1. Objeto del proyecto

El presente Estudio básico de Seguridad se redacta para dar cumplimiento a lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1197 del 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

El objeto del Estudio básico de Seguridad y Salud es servir de base para que el contratista elabore el correspondiente Plan de Seguridad y Salud en el trabajo, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

La salud según la Organización Mundial de la Salud es el completo bienestar físico, mental y social. Es un proceso permanente de desarrollo pudiendo perderse o recuperarse según las condiciones laborales.

Seguridad es la eliminación de todo riesgo profesional a personas o bienes.

6.1.2. Datos del proyecto y del estudio básico de Seguridad y Salud

Denominación del Proyecto: Instalación Eléctrica en Baja Tensión de una nave Industrial con centro de transformación.

La redacción de este Estudio Básico de Seguridad y Salud recae sobre Susana Palacín Buil.

6.1.3. Datos de la obra

La obra se ejecutara previsiblemente en el plazo de un mes.



6.2. MEMORIA DESCRIPTIVA

6.2.1. Descripción Técnica del Proyecto

Alimentar mediante el suministro de energía eléctrica y asegurar calidad del servicio en toda la zona de influencia, donde se encuentra la nave, con garantías de seguridad y regularidad.

Atendiendo, así mismo, a las actuales demandas sociales relacionadas con la seguridad y conservación del Medio Ambiente.

6.2.2. Emplazamiento

El proyecto se va a desarrollar en la Comunidad Autónoma de Aragón en la provincia de Zaragoza, en el término Municipal de Sos del Rey Católico.

6.2.3. Accesos y vallado

Con antelación al inicio de los trabajos, se dispondrá de vallado perimetral provisional del recinto de obras, con el fin de evitar que cualquier persona ajena a la obra tenga fácil acceso a la misma.

Los accesos de materiales y para el personal, estarán debidamente señalizados. En dichos accesos, en sitio visible, se colocarán carteles prohibiendo la entrada a personas ajenas a la obra.

6.2.4. Interferencias y servicios afectados

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales. Se establecerán los medios de coordinación que sean necesarios en cuanto a protección y prevención de riesgos laborales y la información

sobre los mismos a sus respectivos trabajadores, según los términos previstos en los artículos 18 y 24 de la Ley de Prevención de Riesgos.

Antes de iniciarse los trabajos, el contratista encargado de los mismos, deberá informarse de la existencia o situación de las diversas canalizaciones de servicios existentes, tales como electricidad, agua, gas... y su zona de influencia.

Caso de encontrarse con ellas, se deberán señalar convenientemente, se protegerán con medios adecuados y, si fuese necesario, se deberá entrar en contacto con el responsable del servicio que afecte al área de los trabajos para decidir de común acuerdo las medidas preventivas a adoptar, o en caso extremo, solicitar la suspensión temporal del suministro del elemento en cuestión.

6.2.5. Suministro de energía eléctrica

La acometida a las obras será por cuenta de la Propiedad, proporcionando un punto de enganche en el lugar del emplazamiento de las mismas.



6.3. TRABAJO

6.3.1. Introducción

El trabajo es la actividad realizada por el hombre transformando la naturaleza para su beneficio, buscando satisfacer necesidades humanas, mejorar la calidad de vida, satisfacción personal...

Esta actividad puede provocar efectos dañinos sobre la salud de los trabajadores, ya sea por la pérdida o ausencia de trabajo o por las condiciones en las cuales se realiza

La realización de un trabajo se define por la **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) y **Organización** (planificación y coordinación). Cuando no funcionan adecuadamente aparecen riesgos en la salud y en la seguridad de los trabajadores.

La jornada comenzará con la planificación por los encargados de los diversos trabajos, informando y enseñando los posibles riesgos y medidas preventivas y de protección.

El comienzo del trabajo sólo se dará cuando se posean todos los elementos necesarios y esté delimitada la zona durante las maniobras manteniendo las distancias de seguridad a líneas de conducción eléctrica.

6.3.2. Riesgo

Hablamos de riesgos cuando se da la posibilidad de que un trabajador sufra un daño debido a su trabajo, siendo su gravedad en función de la probabilidad de que se produzca el daño y su severidad.

Lo principal en el estudio básico de seguridad y salud es identificar y valorar los riesgos y reconocer situaciones de riesgo, para poner unas medidas de seguridad que los minimicen lo máximo posible.

Las condiciones de trabajo pueden reducir o incrementar los riesgos.

Un factor riesgo es el elemento o conjunto de variables presentes en un trabajo que dan lugar a una disminución del nivel de seguridad y salud. Estos factores se pueden dividir en:



6.3.2.1. Condiciones de seguridad

Condiciones materiales que pueden dar lugar a un accidente en el trabajo, como por ejemplo en la superficie de trabajo, transporte, maquinaria...

Para ello se preverán mediante:

- Orden, limpieza y mantenimiento.
- Adaptaciones a empleados con minusvalidez.
- Señalización.
- Iluminación.
- Material de primeros auxilios.
- Servicios higiénicos y locales de descanso.
- Formación de los trabajadores.
- Seguridad del producto con el marcado CE, que garantizan la seguridad de la fábrica del producto.

6.3.2.2. Medio ambiente físico del trabajo

Aparecen de forma natural o siendo modificados por el proceso de producción, dando lugar a:

- Ruido: según la frecuencia pueden ser agudos o graves, y según sus intensidades fuertes o débiles.
- Iluminación: pérdida de visión.
- Vibraciones: pueden provocar alteraciones del equilibrio del aparato digestivo de la visión...
- Radiaciones: pueden ser ionizantes (ondas de alta frecuencia) o no ionizantes (ondas de baja frecuencia)
- Térmicas: humedad, velocidad del aire... provocando bajadas de tensión, mareos...

6.3.2.3. Contaminantes

Elementos extraños al organismo humano capaces de producir alteraciones a la salud. Diferenciamos:



- Contaminantes químicos: sustancias presentes en el aire que respiramos de forma sólida, líquida o gaseosa. Producen irritaciones, problemas respiratorios...
- Contaminantes biológicos: microorganismos presentes en el ambiente de trabajo que originan alteraciones, produciendo infecciones.

6.3.2.4. Factores organizativos

Relacionados 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 y carga mental)

Estos factores de riesgos, se pueden prevenir con unas técnicas específicas: seguridad en el trabajo, higiene industrial, medicina del trabajo, psicología y ergonomía

6.3.3. Normas preventivas

El proyecto debe agrupar todos los factores de seguridad y protección para personas y cosas, siendo piezas claves los siguientes cargos:

- Proyectista: coordinador de los trabajos, acreditando ante la Dirección Facultativa la adecuada formación y enseñanza del personal de la obra en material de prevención y primeros auxilios.
- Dirección Facultativa: debe tener en cuenta todos los aspectos del proceso productivo que pueden poner en peligro la salud de los trabajadores o terceras personas, comprobando la existencia de un plan de emergencia.
- Dirección técnica: planifica los trabajos seleccionando las técnicas más adecuadas en cada caso concreto.
- Dirección Facultativa y Contratista: revisan planos, replantean, maquinaria adecuada, andamios, almacenamiento... Además la primera es encargada de informar al constructor de los riesgos y dificultades.



6.4. INSTALACIONES EN BAJA TENSION

6.4.1. Introducción

Al iniciar cualquier trabajo en una instalación en Baja Tensión se identificará el conductor o instalación donde tiene lugar el trabajo. Se considerará en Baja Tensión, a no ser que se demuestre lo contrario.

El personal encargado de realizar los trabajos en tensión, debe estar adiestrado en el proceso y en la utilización de los materiales a utilizar. Empleará equipo de seguridad: guantes aislantes, botas aislantes, herramientas aislantes, material de señalización, transformadores de seguridad, ropa sin elementos metálicos, artículos inflamables

Se debe tener en cuenta la existencia o no de conducciones eléctricas aéreas ya que se debe solicitar a la compañía suministradora desvío apantallado o descargo.

Trabajando en Baja Tensión, algunas veces se da la situación de trabajos sin tensión, por lo que se aplicarán los siguientes pasos antes de comenzar la obra:

- Abrir los circuitos mediante la apertura de los aparatos de corte más próximos a la zona de trabajo con la finalidad de aislar todas las fuentes de tensión que puedan alimentar la instalación.
- Bloquear si es posible, y en posición de apertura, los aparatos de corte, indicando la prohibición de maniobrarlo.
- Verificar la ausencia de tensión en cada uno de los conductores.
- Comprobación de la existencia de no peligro antes de establecer el servicio una vez se haya finalizado el trabajo.

6.4.2. Supervisión

Cualquier instalación eléctrica de una obra debe ser supervisada prácticamente todos los días, con el fin de evitar posibles accidentes, mediante un adecuado mantenimiento.

La persona encargada de esta actividad debe vigilar también:

- El mantenimiento de las medidas de seguridad que ponen fuera del alcance de los trabajadores, los conductores y piezas conductoras.

- Correcta conexión y buen estado de conservación de los conductores de protección.
- Perfecto estado de los conductores flexibles de los equipos móviles y de sus elementos de conexión.
- Correcto calibrado de los fusibles y el reglaje de los disyuntores, preocupándose de que nadie los modifique indebidamente.

6.4.3. Comprobación

Una vez terminada y puesta en marcha, toda instalación ha de ser comprobada, por un técnico cualificado, con el fin de asegurar su seguridad frente riesgos. Esta comprobación se realizará de forma periódica.

En la comprobación todo fallo debe ser solucionado, para entregar el certificado, no es necesario tener presente las posibles ampliaciones o modificaciones futuras.



6.5. ANÁLISIS DE RIESGOS Y SU PREVENCIÓN

6.5.1. Trabajos de albañilería

Riesgos asociados

- Caída al mismo nivel
- Caída a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Golpes/Cortes por objetos o herramientas
- Sobreesfuerzos
- Contactos eléctricos
- Proyección de fragmentos o partículas

Medidas de prevención a aplicar

- Comprobación al comienzo de cada jornada el estado de los medios auxiliares que van a ser utilizados.
- Tajos convenientemente iluminados.
- Las operaciones de carga, descarga y traslado, ya sean manual, como mecánicamente, se realizarán siguiendo las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.
- Instalación de los medios auxiliares siguiendo las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos.
- Especial atención en la utilización de las herramientas cortantes.
- Lugar de trabajo y de almacenamiento de materiales estará limpio, ordenado y señalizado en todo momento
- Las máquinas herramientas seguirán las recomendaciones de los procedimientos de seguridad que les sean de aplicación.

Equipos de protección individual a utilizar

- Casco de seguridad contra choques e impactos.
- Gafas de protección contra ambientes pulvígenos
- Gafas de protección contra la proyección de fragmento o partículas
- Guantes de trabajo.
- Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante.
- Bolsa portaherramientas.
- Ropa de trabajo para el mal tiempo.



6.5.2. Manipulación manual de cargas

Riesgos asociados

- Caída al mismo nivel
- Caída a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Pisadas sobre objetos
- Choque contra objetos inmóviles
- Golpes por objetos o herramientas
- Sobreesfuerzos

Medidas de prevención a aplicar

- El centro de gravedad del operario deberá estar lo más próximo posible a la carga a levantar y por encima del centro de gravedad de la carga.
- Equilibrio imprescindible para levantar una carga correctamente, sólo se consigue si los pies están bien situados: enmarcando la carga, ligeramente separados y adelantado uno respecto del otro.
- Técnica segura del levantamiento: situar el peso cerca del cuerpo, mantener la espalda plana, no doblar la espalda mientras se levanta la carga y usar los músculos más fuertes para levantarla.
- Lo correcto es levantarla con la palma de la mano y la base de los dedos. Se pueden preparar sobre calzos para facilitar la tarea de meter las manos y situarlas correctamente.
- Deben levantarse con la columna vertebral recta y alineada.
- Para mantener la espalda recta se deberán “meter” ligeramente los riñones y bajar ligeramente la cabeza. Si se arquea, por muy pequeña que sea la carga puede producir lesiones.
- Al arquear el tronco también puede haber lesiones, de tal manera que se decompone el movimiento en dos tiempos: levantar la carga y luego girar todo el cuerpo moviendo los pies a base de pequeños desplazamientos.
- Se utilizan los músculos de las piernas para dar el primer impulso a la carga que vamos a levantar. Para ello flexionamos las piernas, doblando las rodillas, sin llegar a sentarnos en los talones.
- Los brazos extendidos deberán mantener suspendida la carga sin que impida ver lo que tenemos delante, pero no elevarla.
- La utilización de nuestro propio cuerpo para realizar tareas de manutención manual permitirá reducir considerablemente el esfuerzo a realizar con las piernas y brazos. El peso del cuerpo es utilizado para: desplazar, desequilibrar o frenar un móvil.
- Para levantar una carga que luego va a ser depositada sobre el hombro, deberán encadenarse las operaciones, sin pararse, para aprovechar el impulso que hemos dado a la carga para despegarla del suelo.
- Operaciones en las que intervengan varios operarios, serán planificadas antes de su inicio, designando un jefe de equipo.



- Se mantendrán libres de obstáculos y paquetes los espacios en los que se realiza la toma de cargas. Siendo los recorridos lo más cortos posibles.
- Si los paquetes o cargas, pesan más de 50kg, la operación la realizarán dos operarios.

Equipos de protección individual a utilizar

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Guantes de trabajo
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares.
- Botas de seguridad con puntera reforzada de acero y suela antideslizante.
- Ropa de trabajo para el mal tiempo.

6.5.3. Izado de cargas

Riesgos asociados

- Caída de objetos en manipulación.
- Golpes/Cortes por objetos y herramientas.
- Atropamientos por o entre objetos.
- Sobreesfuerzos.

Medidas de prevención a aplicar

- Los accesorios de elevación (cuerdas, cables, cadenas, ganchos, poleas) resistirán los esfuerzos a que estén sometidos durante el funcionamiento, y si procede, cuando no funcionen, en las condiciones de instalación y explotación previstas por el fabricante y en todas las configuraciones correspondientes, teniendo en cuenta en su caso, los efectos producidos por los factores atmosféricos y los esfuerzos a los que los sometan las personas. Este requisito se cumplirá durante el transporte, montaje y desmontaje.
- Los accesorios de elevación se diseñaran y fabricaran de forma que se eviten los fallos debidos a la fatiga o al desgaste.
- Los materiales deberán elegirse teniendo en cuenta las condiciones ambientales de trabajo que el fabricante haya previsto, especialmente en lo que se respecta a corrosión, abrasión, choques, sensibilidad al frío y envejecimiento.
- El diseño y fabricación de los accesorios serán tales que puedan soportar sin deformación permanente o defecto visible las sobrecargas debidas a las pruebas estáticas.

Equipos de protección individual a utilizar

- Casco de seguridad contra choques e impactos.
- Guantes de trabajo.
- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante.



- Ropa de trabajo para el mal tiempo.

6.5.4. Transporte del material

Riesgos asociados

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Choque contra objetos móviles.
- Atropamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Contactos eléctricos.
- Exposición a ambientes puvígenos.
- Atropellos o golpes con vehículos.

Medidas de prevención a aplicar

- El vehículo de transporte sólo será utilizado por el personal capacitado.
- No se transportan pasajeros fuera de la cabina
- Se subirá y bajará del vehículo de transporte de forma frontal.
- El conductor se limpiará el barro adherido al calzado, antes de subir al vehículo de transporte, para que no resbalen los pies en los pedales.
- Se respetarán las normas marcadas en el código de circulación vial, así como señalización de la obra.
- La velocidad de circulación estará relacionada con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.
- Las maniobras dentro del recinto de la obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas y auxiliándose del personal de obra.

Equipos de protección individual a utilizar

- Cascos de seguridad cuando abandonen la cabina.
- Mascarilla de protección contra ambiente pulvígenos.
- Gafas de protección contra ambientes pulvígenos.
- Guantes de trabajo.
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbrares.
- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante.
- Ropa de trabajo para el mal tiempo.

6.5.5. Trabajos de soldadura eléctrica

Riesgos asociados



- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Contactos eléctricos directos.
- Proyección de fragmentos o partículas
- Contactos térmicos.
- Exposición a radiaciones.

Medidas de prevención a aplicar

- Cada una de las masas dotada de puesta a tierra.
- Superficies aisladas.
- Los cables se revisarán frecuentemente y se mantendrán en buenas condiciones.
- La pinza portaelectrodos se mantendrá siempre en buen estado y cerca de donde se esté soldando.
- Los cables deteriorados o averiados deberán repararse cuidadosamente.
- Los cables de conexión a la red y los de soldadura deberán enrollarse antes de realizar cualquier transporte.
- En lugares húmedos el operario se deberá aislar trabajando sobre una base de madera seca.
- Se colocarán extintores en las zonas donde se realice la soldadura.
- La zona estará delimitada y en su interior todo el personal deberá utilizar equipos de protección necesarios.
- El cable de tierra deberá conectarse lo más cercano posible a la pieza donde se efectúa la soldadura.
- Se interrumpirá el suministro de energía eléctrica cuando se trabaje.
- Las conexiones con la máquina deberán tener las protecciones necesarias y, como mínimo fusibles automáticos y relé diferencial de sensibilidad media, con una buena toma a tierra.

Equipos de protección individual a utilizar

- Pantallas para soldadura.
- Manguitos, guantes o manoplas y polainas para soldadura.
- Calzado de seguridad con puntera reforzada en acero.
- chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para soldadura.

6.5.6. Trabajos próximos a elementos en tensión

Riesgos asociados

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Contactos eléctricos directo.
- Contactos eléctricos indirectos.



- Electrocutaciones.
- Incendios.

Medidas de prevención a aplicar

- Trabajador autorizado ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, en base a su capacidad para hacerlos de forma correcta.
- Trabajador cualificado como el trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas debido a su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia.
- Todo trabajo en las proximidades de líneas eléctricas o elementos en tensión será ordenado y dirigido por el jefe del trabajo.
- Cuando se utilicen grúas o aparatos elevadores, se respetarán las distancias de seguridad.
- Si en las proximidades hay partes activas, se aislarán en todos los conductores, incluido el neutro.
- Si existen elementos e tensión cuyas zonas de peligro sean accesibles se deberá: delimitar la zona de trabajo e informar a los trabajadores.

Equipos de protección individual a utilizar

- Casco de seguridad contra arco eléctrico.
- Guantes de trabajo.
- Guantes dieléctricos para alta y baja tensión.
- Gafas de protección o pantalla de protección facial contra arco eléctrico.
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.

6.5.7. Trabajos en tensión

Riesgos asociados

- Caídas al mismo nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caídas a distinto nivel.
- Contactos eléctricos directo.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Electrocutaciones.
- Incendios.

Medidas de prevención a aplicar

- Desarrollo de procedimientos específicos, con una formación adecuada en material de seguridad como en herramienta.
- Zona delimitada y señalizada adecuadamente.



- Espacio adecuado de trabajo, de medios de acceso de iluminación.
- Los materiales inflamables lejos de fuentes de arco eléctrico.
- Trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, deberán realizarse estando presentes, al menos 2 trabajadores
- Si las condiciones ambientales requieren la paralización del trabajo, el personal debe dejar la instalación y los dispositivos aislantes y aislados en posición segura. Los operarios deben también retirarse de la zona de trabajo de forma segura.

Equipos de protección individual a utilizar

- Casco de seguridad contra arco eléctrico.
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela aislante antideslizante.
- Guantes de trabajo.
- Guantes dieléctricos para alta y baja tensión.
- Gafas de protección o pantalla de protección facial contra arco eléctrico.
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.

6.5.8. Trabajos en alturas

Riesgos asociados

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas de objetos en manipulación.
- Golpes contra objetos o herramientas.

Medidas de prevención a aplicar

- Los trabajos en altura no serán realizados por personas cuya condición física les cause vértigo o altere su sistema nervioso, padezcan ataque epilépticos o sean susceptibles.
- Los trabajadores deben conocer el funcionamiento del trabajo en las alturas y la seguridad.
- Se utilizan en todo momento medios auxiliares: andamios, escaleras, barandillas, plataformas o redes de seguridad, si no están presentes estos el trabajador recurrirá a un arnés de seguridad amarrado a algún punto fijo de la estructura.
- Las herramientas deben llevarse en bolsas adecuadas que impidan su caída y nos permitan utilizar las dos manos en los desplazamientos. No se arrojarán herramientas ni materiales.

Equipos de protección individual a utilizar

- Casco de seguridad contra choques e impactos con barbuquejo.
- Guantes de trabajo.
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.



- Bolsa portaherramientas.
- Arnés de seguridad y línea de vida.
- Ropa de protección para el mal tiempo.

6.5.9. Máquinas herramientas y máquinas manuales.

Riesgos asociados

- Golpes/Cortes por objetos y herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atropamiento por o entre objetos.
- Exposición al ruido.
- Exposiciones a ambientes pulvígenos.

Medidas de prevención a aplicar

- En equipos de oxicorte se recomienda trabajar con la presión aconsejada por el fabricante del equipo.
- En los intervalos de no utilización, dirigir la llama del soplete al espacio libre o hacia superficies que no puedan quemarse.
- Cuando se trabaje en locales cerrados, se deberá disponer de la adecuada ventilación.
- Los equipos que desprendan llama, su entorno estará libre de obstáculos.
- Las máquinas-herramientas accionadas por energía térmica, o motores de combustión, solo pueden emplearse al aire libre o en locales perfectamente ventilados.
- Se deberá mantener perfectamente las herramientas de combustión, limpiando periódicamente los calibres, conductos de combustión, boquillas y dispositivos de disparo.
- Para las máquinas-herramientas neumáticas, antes de la acometida deberá realizarse: Purga de las condiciones de aire y verificación del estado de los tubos flexibles y manguitos.
- Los gatillos de las máquinas portátiles accionadas por aire comprimido deben estar colocadas de manera que reduzcan al mínimo la posibilidad de hacer funcionar accidentalmente la máquina.
- Para las máquinas-herramientas hidráulicas, se fijará mediante una pequeña cadena el extremo de la manguera para impedir su descompresión brusca.
- Se emplaza adecuadamente sobre la superficie nivelada y estable.
- Para las máquinas-herramientas eléctricas, se comprobará periódicamente el estado de las protecciones, tales como cable de tierra no seccionado, fusibles, disyuntor, transformadores de seguridad, interruptor, magnetotérmico de alta sensibilidad, doble aislamiento...
- No se utilizará nunca herramienta portátil desprovista de enchufe y se revisará periódicamente este extremo.



- No se arrastrarán los cables eléctricos de las herramientas portátiles, ni se dejarán tirados por el suelo.
- Se deberá comprobar que las aberturas de ventilación de las máquinas estén perfectamente despejadas.
- La desconexión no se hará nunca mediante un tirón brusco.
- Se desconectará la herramienta para cambiar de útil y se comprobará que está parada.

Equipos de protección individual a utilizar

- Casco de seguridad contra choques e impactos.
- Gafas de protección contra impactos.
- Gafas de protección contra la proyección de fragmentos o partículas.
- Mascarilla de protección contra ambientes pulvígenos.
- Protecciones auditivas.
- Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante.
- Ropa de trabajo ajustada para evitar atropamientos.

6.5.10. Andamios

Riesgos asociados

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Golpes con objetos durante las operaciones de montaje, desmontaje o utilización del mismo.
- Caída de objetos de manipulación.

Medidas de prevención a aplicar

- Los elementos y sistemas de unión de las diferentes piezas, asegurarán perfectamente su función de enlace, con las debidas condiciones de fijeza y permanencia, asegurando su estabilidad y condiciones de seguridad para los trabajadores.
- No se usaran los andamios para otros fines.
- Está prohibido usar cajas, bidones... como andamios provisionales.
- Se montarán sobre pies hechos de madera o metálicos, suficientemente resistentes.
- Los andamios deberán situarse a distancias tales de líneas o equipos eléctricos, de forma que no puedan producirse contactos con partes de tensión.
- Las plataformas serán de 0.60 metros de anchura mínima hechos con tablones de madera mediante las mordazas o pasadores previstos.
- Los andamios en su base se protegerán contra golpes y deslizamientos mediante cuñas.



- Las plataformas de trabajo de 2 o más metros de altura tendrán montada sobre su vertical una barandilla de 90 centímetros.
- Se utilizarán las escaleras previstas en el andamio o unas escaleras exteriores para subir y bajar.
- El personal que trabaje en alturas superiores a 2 metros, usará cinturón de seguridad, siendo examinado antes de su utilización.
- Se prohíbe lanzar herramientas, materiales y objetos de un andamio a otro.
- En los trabajos nocturnos se iluminará adecuadamente todas las plataformas de trabajo y accesos a las mismas.

Equipos de protección individual a utilizar

- Casco de seguridad contra choques e impactos.
- Guantes de trabajo.
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Arnés de sujeción anticaídas.
- Ropa de protección para el mal tiempo.

6.5.11. Escaleras

Riesgos asociados

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Golpes/Choques con objetos.

Medidas de prevención a aplicar

- Antes de utilizar una escalera es preciso asegurarse de su buen estado.
- Comprobar que los largueros son de una sola pieza.
- Todas las escaleras estarán provistas en sus extremos inferiores de zapatas antideslizantes.
- No se usarán escaleras metálicas cuando el trabajo sea en instalaciones de tensión.
- El transporte de la escalera ha de hacerse con precaución, llevando la parte delantera baja.
- Se prohíbe apoyar la base de las escaleras de anno sobre lugares u objetos poco firmes.
- Antes de iniciar la subida deberá comprobarse que las suelas del calzado no tienen barro, grasa, ni cualquier sustancia resbaladiza.
- La escalera tendrá una longitud que sobrepase 1 metro por encima del punto o superficie a donde se pretenda llegar. Las escaleras manuales podrán alcanzar los 7 metros, si la altura es mayor se utilizarán escaleras especiales.
- No se podrán empalmar 2 escaleras.

- No se pondrán escaleras por encima de mecanismos en movimiento o conductores eléctricos desnudos.
- Las escaleras de mano, formarán un ángulo de 75° con la horizontal.
- Siempre que sea posible se amarrará la escalera por su parte superior. En caso de no serlo, habrá una persona en la base de la escalera.
- Queda prohibida la utilización de la escalera por más de un operario a la vez.
- Para trabajar con seguridad y comodidad hay que colocarse en el escalón apropiado, de forma que la distancia del cuerpo al punto de trabajo sea suficiente y permita mantener el equilibrio.
- Los trabajos a más de 3,5 metros se utilizará cinturón de seguridad.

Equipos de protección individual a utilizar

- Casco de seguridad contra choques e impactos.
- Guantes de trabajo.
- Botas de seguridad con puntera reforzada de acero y suela antideslizante.
- Arnés de seguridad de sujeción.
- Ropa de protección para el mal tiempo.



6.6. INSTALACIONES PROVISIONALES

6.6.1. Instalación provisional eléctrica

Se procederá al montaje de la instalación provisional eléctrica de la obra desde el punto de toma fijado por la propiedad.

La acometida será preferiblemente subterránea, disponiendo de un armario de protección en módulos normalizados, dotados de contadores en energía activa y reactiva, si así se requiere.

A continuación se pondrá el cuadro general de mando y protección, dotado de seccionador general de corte automático, interruptor omnipolar y protección contra faltas a tierra, sobrecargas y cortocircuito, mediante interruptores magnetotérmicos y relé diferencial de 300 mA de sensibilidad, puesto en todas las masas y el valor de la toma de tierra es $< 10\Omega$. Además en los cuadros parciales se pondrán diferenciales de 30 mA. El cuadro estará constituido de manera que impida el contacto con los elementos en tensión.

De este cuadro saldrán los circuitos necesarios de suministro a los cuadros secundarios para alimentación a los diferentes medios auxiliares, estando todos ellos debidamente protegidos con diferencial e interruptores magnetotérmicos.

Por último, del cuadro general saldrá un circuito para alimentación de los cuadros secundarios, donde se conectarán las herramientas portátiles de los tajos. Se colocarán estratégicamente con el fin de disminuir en lo posible la longitud y el número de líneas.

Las tomas de corriente y clavijas, llevarán contacto de puesta a tierra de manera obligatoria.

Riesgos asociados

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes/Cortes con objetos o herramientas.
- Contactos eléctricos.

Medidas de prevención a aplicar

- Solo podrá operar el personal capacitado.



- Los trabajadores considerarán que todo conductor eléctrico, cable o cualquier parte de la instalación se encuentre conectado y en tensión. Antes de trabajar en ellos se comprobará la ausencia de voltaje.
- El tramo aéreo entre el cuadro general de protección y los cuadros para máquinas será tensado con piezas especiales.
- Los conductores en caso de ir por el suelo, no serán pisados ni se colocarán materiales sobre ellos. Al atravesar zonas de paso estarán bien protegidos.
- El tendido de los cables y mangueras se efectuará a una altura mínima de 2 metros en los lugares peatonales y de 5 metros en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.
- Si es posible, se enterrarán los cables eléctricos en los pasos de vehículos, señalizando el paso del cable mediante una cubierta permanente de tablonos.
- La distribución general se realizará desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios mediante manguera antihumedad.
- Los empalmes entre mangueras se realizarán mediante conexiones normalizadas.
- El trazado de las mangueras de suministro eléctrico no coincidirá con el de suministro provisional de agua.
- Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra y poseerán adherida sobre la puerta una señal normalizada de riesgo eléctrico.
- Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.
- Las cajas de interruptores poseerán adherida sobre su puerta una señal normalizada de riesgo eléctrico.
- Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán de los cuadros de distribución, mediante clavijas normalizadas blindadas y siempre que sea posible con enclavamiento.
- Los cuadros eléctricos se colgarán pendiente de tableros de madera recibidos a los parámetros verticales o bien a pies derechos frimes.
- Cada toma de corriente suministrará energía eléctrica a un solo aparato, máquina o máquina-herramienta.
- La instalación de alumbrado general para las instalaciones provisionales de obra y de primeros auxilios y demás casetas, estará protegida por interruptores automáticos magnetotérmicos.
- Las partes metálicas de todo equipo eléctrico y el neutro dispondrán de toma a tierra.
- La toma a tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general. Esa pica, estará protegida en el interior de una arqueta practicable.
- El hilo de toma de tierra estará siempre protegido con macarrón en colores amarillo y verde.
- En las instalaciones de alumbrado, estarán separados los circuitos de valla, acceso a zonas de trabajo, almacenes...
- Existirá una señalización sencilla y clara a la vez, prohibiendo la entrada a personas no autorizadas a los locales donde esté instalado el equipo eléctrico, así como el manejo de aparatos eléctricos.
- Se darán instrucciones sobre las medidas a adoptar en caso de incendio o accidente de origen eléctrico.



- Se sustituirán inmediatamente las mangueras que presenten algún deterioro en la capa de protección aislante.

Equipos de protección individual a utilizar

- Casco de seguridad para protección contra arco eléctrico.
- Guantes de trabajo.
- Guantes aislantes para baja tensión.
- Botas de seguridad aislantes, con puntera y plantilla reforzada y suela antideslizante.
- Ropa de protección para el mal tiempo.

6.6.2. Instalación de prevención de incendios

Se realizará una revisión y comprobación periódica de la instalación eléctrica, así como el correcto acopio de sustancias combustibles con los envases perfectamente cerrados e identificados, a lo largo de la obra.

Las causas de un incendio pueden ser por la existencia de una fuente de ignición, estar próximo a una sustancia combustible... y los medios de extinción serán extintores portátiles de dióxido de carbono y/o de polvo seco. Los caminos de evacuación estarán libres de obstáculos.

Estas medidas, han sido consideradas para que el personal extinga el fuego en la fase inicial si es posible, o disminuya sus efectos hasta la llegada de los bomberos, los cuales serán avisados inmediatamente.

Medidas de prevención a aplicar

- Orden y limpieza separando los escombros del material combustible para su mejor control.
- Vigilancia y detección de posibles focos de incendio.
- Revisión periódica de extintores.
- Prohibición de fumar en lugares de mayor peligro de incendio.
- Señalización de las zonas de peligro de incendio.
- Cartel en sitio visible con el teléfono de los bomberos.



6.7. INSTALACIÓN DE HIGIENE Y BIENESTAR

6.7.1. Introducción

Se dispondrá de un local, con dos salas, para aseos y vestuarios, con el fin de conservarlos y mantenerlos limpios. Los suelos y paredes serán continuos, lisos e impermeables y con materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos, con la frecuencia necesaria.

Todos los elementos estarán en perfecto estado, tales como grifos, alcachofas, desagües...

Los locales estarán dotados de luz, calefacción y suficiente ventilación.

6.7.2. Dotación de aseos

Por cada 10 trabajadores los aseos estarán equipados como mínimo por:

- 1 lavabo con espejo, agua corriente fría y caliente.
- 1 ducha con agua corriente fría y caliente.
- 1 inodoro con carga y descarga automática de agua, con papel higiénico.
- Perchas y jaboneras

6.7.3. Dotación de vestuarios

Cada módulo para 25 trabajadores estará equipado como mínimo con:

- 2 metros cuadrados por cada trabajador.
- 1 taquilla metálica con cerradura por trabajador.
- Bancos de madera corridos.
- Espejos.



6.8. MEDICINA PREVENTIVA Y ASISTENCIAL

6.8.1. Reconocimiento médico

Todos los trabajadores pasarán un reconocimiento médico con carácter anual. El personal eventual antes de su entrada en la obra habrá pasado un reconocimiento médico.

Si van a realizar tareas que conlleven un riesgo especial, como por ejemplo en altura, deberán pasar un reconocimiento médico específico que les habilite para realizar esas tareas.

El resultado de estos reconocimientos está clasificado acorde a los siguientes grupos:

- Apto para todo el trabajo.
- Apto con ciertas limitaciones.

6.8.2. Asistencia Accidentados

Centros de asistencia en caso de accidente

- Para atención del personal en caso de accidente se contratarán los servicios asistenciales adecuados.
- Se dispondrá en la obra, en sitio bien visible, una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados.

Botiquín de primeros auxilios

- Se dispondrá en la obra, en el vestuario o en la oficina, siendo cargo de una persona capacitada designada por la empresa, con medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.
- Contendrá: agua oxigenada, alcohol de 96 grados, tintura de iodo, cristalmina, amoníaco, gasa estéril, algodón hidrófilo estéril, esparadrapo antialérgico, torniquetes antihemorrágicos, bolsa para agua o hielo, guantes esterilizados, termómetro clínico, apósitos autoadhesivo, antiespasmódicos, analgésicos, tónicos cardiacos de urgencia y jeringuillas desechables.
- El material empleado se repondrá inmediatamente, y al menos una vez al mes se hará revisión general del botiquín, desechando aquellos elementos que estén en mal estado o caducados.

Susana Palacín Buil



Universidad Pública de Navarra

Estudio Básico de Seguridad y Salud

Fdo.: Susana Palacín Buil

Pamplona, Febrero de 2013



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

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

BIBLIOGRAFÍA

Susana Palacín Buil

Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Febrero/2013



Índice

6. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

6.1. REGLAMENTOS, NORMATIVAS, LIBROS Y CATÁLOGOS 2

6.2. PÁGINAS WEB 4



6.1. REGLAMENTOS, NORMATIVAS, LIBROS Y CATÁLOGOS

Para la realización del presente proyecto, los reglamentos, normativas, libros y catálogos utilizados son:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Aprobada 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 8 de Septiembre de 2002.
- Instrucciones Técnicas Complementarias al Reglamento de Baja Tensión (instrucciones ITC-BT)
- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de transformación. Colección de leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento sobre Acometidas Eléctricas. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias. Ministerio de Industria y Energía.
- Manual del alumbrado Westinghouse. Ed. CIE Inversiones editoriales. 4ª Edición.
- Instalación de NTE-IE electricidad. Normas Tecnológicas de la edificación. Ed. Paraninfo 1996. José Carlos Toledano.
- Instalaciones eléctricas. Tomos I, II, III. Ed. Siemens Aktiengesellschaft 1989. Günter G. Seip.
- Puesta a tierra en edificios y en instalaciones eléctricas. Ed. Paraninfo 1997. Juan José Martínez Requera y José Carlos Toledano Gasca.
- Lámparas eléctricas, sistemas de iluminación, proyectos de alumbrado. Ed. CEAC 1987. José Ramirez Vázquez.
- Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.



- Canalizaciones, Materiales de alta y baja tensión y Centrales. Paul Hering
- Protecciones en las instalaciones eléctricas. Paulino Montané.
- Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría. Unesa.
- Dibujo eléctrico: Esquemas de instalaciones eléctricas en Baja Tensión. José Javier Crespo Ganuza.
- Normas particulares de Iberdrola:
 - MT 2.03.98-II: Instalaciones centros de transformación.
 - MT 2.11.05: Centro de transformación intemperie compacto
 - MTDYC 2.11.30: Criterios de diseño de puesta a tierra de los centros de transformación.
 - MTDYC 2.13.22: Ejecución de instalaciones montaje de centros de transformación de tipo intemperie.
 - NI 72.30.00: Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribuir en baja tensión.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/95 de 8/11/95)
- Reglamento de los servicios de prevención (R.D. 39/97 de 7/1/97)
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de Seguridad y Salud en el trabajo (R.D. 485/97 de 14/4/97)
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo (R.D. 486/97 de 14/4/97)
- Apuntes Universidad Pública de Navarra.



6.2. PÁGINAS WEB

Las páginas web consultadas son:

- UNESA. (Normativa)

<http://www.unesa.es>

- IBERDROLA. (Normativa)

<http://www.iberdrola.es>

- PIRELLI. ConducCore

<http://www.pirelli.es>

- ORMAZÁBAL. (Centro de transformación, celdas y sus bloques para AUTOCAD)

<http://www.ormazabal.com>

- MERLIN GUERIN. (Interruptores automáticos y diferenciales)

<http://www.schneiderelectric.es>

- KLK ELECTRO MATERIALES. (Picas de puesta a tierra)

<http://www.klk.es>

- INDUSTRIAS ARRUTI S.A. (Accesorios de Puesta a Tierra)

<http://www.arruti.com>

- PHILIPS. (Información de lámparas)

<http://www.eurlighting.philips.com>



Bibliografía

- LEDBOX. (Información LED y lámparas LED)
<http://www.ledbox.es>

- LEGRAND. (Tomas de corriente y lámparas LED)
<http://www.legrandelectric.com>

- UNILED. (Lámparas LED emergencia)
<http://www.uniled.es>

- GREENPACK. (Lámparas LED)
<http://www.greenpack.com>

- HIMEL. (Armarios metálicos)
<http://www.himel.es>

- TUBIFOR. (Tubos PVC en canalización de conductores)
<http://www.directindustry.com>

- FIBEX. (Tubos XLPE en canalización de conductores)
<http://www.directindustry.com>

- AEMSA-REJINORMA. (Bandeja galvanizada mallada y soportes de esta)
<http://www.aemsa.es>

- BATERÍAS DE CONDENSADORES. (Batería de condensadores)
<http://www.generadorprecios.cype.es>

- LEDYLUZ. (Información)



<http://www.ledyluz.es>

- AUTOCAD. (Bloques planos)

<http://bloquesautocad.es>

Fdo.: Susana Palacín Buil

Pamplona, Febrero de 2013