



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

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

Carlos Moreno

José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Abril 2014



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

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

MEMORIA

Carlos Moreno Chivite
José Javier Crespo Ganuza
Pamplona, Abril 2014



1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.1.1 Objeto	1
1.1.2 Situación	1
1.1.3 Descripción de la nave	1
1.1.4 Previsión de cargas	2
1.1.5 Normativa	4
1.1.6 Distribución de los cuadros	4
1.1.7 Descripción de la actividad	5
1.1.8 Suministro de energía	6
1.2 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN (RBT ITC 08)	6
1.3 ILUMINACIÓN	10
1.3.1 Conceptos luminotécnicos	11
1.3.2 Tipos de lámparas y conceptos técnicos.	13
1.3.3 Iluminación interior	17
1.3.4 Iluminación exterior	18
1.3.5 Alumbrado de señalización y emergencia	18
1.3.6 Solución adoptada	21
1.4 DISTRIBUCIÓN INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.	22
1.4.1 Introducción	22
1.4.2 Cables	23
1.4.2.1 Factores que determinan la elección de un cable	23
1.4.2.2 Partes de un cable	23
1.4.2.3 Comportamiento de un cable frente al fuego y código de colores	24
1.4.2.4 Siglas convencionales de los cables	25
1.4.2.5 Cálculo eléctrico de las líneas	27
1.4.2.6 Conductores activos	30
1.4.2.7 Conductores de protección	30
1.4.3 Sistemas de canalización	31
1.4.3.1 Canalizaciones	31
1.4.3.2 Tubos protectores	32
1.4.4 Receptores	35
1.4.4.1 Receptores de alumbrado	37
1.4.4.2 Receptores tipo motor	38
1.4.5 Tomas de corriente	39
1.4.5.1 Tipos de tomas de corriente	39
1.4.5.2 Situación de las tomas de corriente	40
1.4.6 Cálculo de las intensidades de línea.	43
1.4.7. Cálculo de los conductores de baja tensión	44
1.4.8 Soluciones adoptadas	46
1.5. PROTECCIONES	48
1.5.1 Clasificación de las protecciones	49
1.5.2 Protección de la instalación	49
1.5.3 Características generales de los dispositivos de protección	50
1.5.3.1 Introducción	50
1.5.3.2 Características comunes en los dispositivos de protección contra sobreintensidades	51
1.5.4 Conceptos básicos	52
1.5.5 Protección contra sobrecargas	53
1.5.6 Protección contra cortocircuitos	53
1.5.6.1 Tipos de cortocircuitos	54



1.5.6.2	Corrientes de cortocircuito	55
1.5.6.3	Cálculo de los tiempos de desconexión	57
1.5.7	Cálculo de las impedancias	58
1.5.8	Proceso de cálculo de las protecciones	63
1.5.9	Protección de las personas	68
1.5.9.1	Protecciones contra contactos directos	69
1.5.9.2	Protecciones contra contactos indirectos	69
1.5.10	Cuadros eléctricos	71
1.5.11	Solución adoptada	72
1.6	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.	77
1.6.1	Objeto de las puestas a tierra.	77
1.6.2	Definición.....	78
1.6.3	Conceptos generales	78
1.6.4	Tomas de tierra	80
1.6.4.1	Electrodos	80
1.6.4.2	Resistencia de las tomas de tierra	81
1.6.5	Terreno	82
1.6.6	Tomas de tierra independientes.	83
1.6.7	Línea principal de tierra	83
1.6.8	Derivaciones de las líneas principales de tierra.	83
1.6.9	Conductores de protección.	84
1.6.10	Elementos a conectar a tierra.	84
1.6.11	Tipos de tierra	84
1.6.12	Tierra de protección	84
1.6.13	Tierra de Servicio	85
1.6.14	Cálculo de las puestas a tierra	85
1.6.15	Solución adoptada	86
1.7	POTENCIA A COMPENSAR	87
1.8	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	88
1.8.1	Parámetros	88
1.8.2	Componentes del CT	89
1.8.3	Aparataje en media tensión.	90
1.8.4	Transformador	91
1.8.5	Cálculo del centro de transformación.....	93
1.8.6	Solución adoptada CT	94
1.8.6.1	Situación y emplazamiento	94
1.8.6.2	Características generales del CT	94
1.8.6.3	Descripción de la Instalación	94
1.8.6.4	Características de los Materiales.....	95
1.8.6.5	Características detalladas	97
1.8.6.6	Instalación eléctrica	97
1.8.6.7	Características descriptivas de las celdas y transformadores en MT	100
1.8.6.8	Medida	102
1.8.6.9	Transformador aceite 24 kv.....	104
1.8.6.10	Instalación de puesta a tierra	104
1.8.6.11	Instancias.....	104



Instalación eléctrica en BT de una nave industrial con CT
Carlos Moreno Chivite

Memoria

1.8.6.12 Aparatos de MT	105
1.8.6.13 Aislamiento	105
1.8.6.14 Instalaciones secundarias del CT	105
1.9 RESUMEN DEL PRESUPUESTO	106



1.1 INTRODUCCIÓN

1.1.1 Objeto

El objeto de la siguiente memoria consiste en el estudio de la instalación en baja tensión necesaria para el suministro de energía eléctrica a los diferentes receptores de fuerza y alumbrado que son necesarios para la realización de latas de conserva fabricadas en una nave industrial.

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

1.1.2 Situación

La nave se encuentra situada en Cintruénigo en el polígono industrial, Calle E, Nº 1, 31592 Cintruénigo (Navarra) España, en una parcela de 5818.13 m². (87.32 m de longitud y 66.63 m de ancho)

1.1.3 Descripción de la nave

La nave forma parte de un polígono industrial y se encuentra colindante a otras naves que realizan una actividad industrial similar.

La forma de la nave es rectangular y constará de planta baja y primera planta (dos alturas). Sus dimensiones son de 51.61 m de largo por 40.67 m de ancho con un total de 2098 m² construidos en la planta baja y 389 m² en la primera planta. La altura de la nave industrial es de 10 m exceptuando la zona de vestuarios, comedor, calidad, botiquín, baños y toda la primera planta que se reduce a 3 m con un falso techo.

La nave industrial está distribuida de la siguiente manera:

Planta baja

- Zona de producción: 1155.5 m²
- Zona entrada-escaleras: 41.82 m²
- Zona de almacenamiento: 481.2 m²
- Calidad: 23.8 m²
- Vestuario hombres: 42.7m²
- Aseos hombres: 23.8 m²
- Botiquín: 11.1 m²
- Aseos mujeres: 23.8 m²



- Vestuarios mujeres: 42.7 m²
- Comedor: 36 m²
- Sala de calderas: 17.2 m²
- Hall sala de calderas: 12.28 m²
- Sala de compresores: 24.34 m²
- Zona de paso 1: 86.87 m²
- Zona de paso 2: 17.1 m²

Primera planta

- Zona de paso 3: 104.18 m²
- Aseos hombres: 23.8 m²
- Aseos mujeres: 23.8 m²
- Sala de espera: 23.8 m²
- Sala de reuniones: 42.7m²
- Oficinas 1: 36 m²
- Oficinas 2: 42.7m²
- Dirección: 24.34 m²
- Aseos dirección: 12.28 m²
- Sala de documentos: 17.19 m²
- Cuarto limpieza: 11.1 m²

En la parte exterior de la nave se situará el centro de transformación y el aparcamiento para los empleados. El aparcamiento dispondrá de 30 plazas y el centro de transformación será prefabricado tipo PFU4 Ormazabal o similar de 10,615 m² de abonado, incluyendo celdas de línea, protección y medida así como transformador.

1.1.4 Previsión de cargas

Elementos de fuerza	Potencia nominal (W)
Prensa	30000
Cintra transportadora 1	5000
Formadora	45000
Cinta transportadora 2	5000
Cortadora	30000
Lavadora	20000



Horno de aire	60000
Lacado exterior	15000
Decoradora	15000
Cinta transportadora 3	5000
Horno de cocción	80000
Entalladora	35000
Lacado interno	15000
Empaquetado automático	19000
Cinta transportadora 4	5000
Troqueladora	15000
Estampadora	10000
Remachadora	9000
Compresor	15000
Caldera	15000
Total	448.000

Elementos de alumbrado	Potencia nominal (W)
Alumbrado interior	28424
Alumbrado exterior	1500
Alumbrado de emergencia	857
Total	30781

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

Potencia total instalada

478781

1.1.5 Normativa

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

La normativa anteriormente mencionada es la siguiente:

- Reglamento Electrotécnico para baja tensión (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002) e Instrucciones complementarias. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento sobre centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento de verificaciones eléctricas y regularidad en el suministro de energía eléctrica.
- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento sobre Acometidas Eléctricas. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía.
- Además se tendrán en cuenta las normas particulares de la empresa suministradora de energía, en este caso Iberdrola.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Reglamento De Seguridad Contra Incendios En Establecimientos Industriales. Real decreto 2267/2004 de 3 de diciembre.
- LEY 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención De Riesgos Laborales.

1.1.6 Distribución de los cuadros

Cuadro general, situado a la entrada de la nave industrial en la zona de paso 1, del cual se protegen las líneas a los cuadros secundarios.

Cuadro secundario I, situado en la zona de producción contiene los elementos de protección de las líneas que alimentan a la decoradora, lacado exterior, lavadora, cinta transportadora 3, horno de aire, troqueladora, estampadora, remachadora, 3 tomas de



fuerza trifásica de la zona de producción y 6 tomas de fuerza monofásica de la zona de producción.

Cuadro secundario II, situado en la zona de producción contiene los elementos de protección de las líneas que alimentan al horno de cocción, entalladora, lacado interno, cinta transportadora 4, empaquetado automático, 7 tomas de fuerza trifásica de la zona de producción y almacén y 9 tomas de fuerza monofásica de la zona de producción y almacén.

Cuadro secundario III, situado en la zona de producción contiene los elementos de protección de las líneas que alimentan a la prensa, formadora, recortadora, cinta transportadora 1, cinta transportadora 2, 4 tomas de fuerza trifásica de la zona de producción y almacén y 9 tomas de fuerza monofásicas de la zona de producción y de almacén.

Cuadro secundario IV (Caldera), situado en el cuarto de seguridad de la caldera contiene los elementos de protección de la caldera, compresores, 6 tomas de fuerza trifásica (sala de compresores, sala de calderas y zona de almacén), 6 tomas de fuerza monofásica (zona de almacén, zona de paso 2, sala de seguridad calderas, sala de compresores y sala de calderas).

Cuadro secundario planta baja, situado en la zona de paso nº1, contiene los elementos de protección de las líneas que alimentan al alumbrado de la planta baja incluyendo la zona de producción y de almacén, y 24 tomas de fuerza monofásica repartidas entre zona de producción, zona de paso 1, comedor, vestuario mujeres, aseos mujeres, botiquín, aseos hombres, vestuarios hombres, zona de escalera y calidad. También contiene los elementos de protección del alumbrado de emergencia y de la iluminación exterior.

Cuadro primera planta, situado en la zona de paso 3 contiene los elementos de protección de las líneas que alimentan al alumbrado y las tomas de corriente de toda la primera planta.

1.1.7 Descripción de la actividad

La nave industrial que va a ser objeto de estudio va a ser una empresa dedicada a la fabricación de latas de conservas. La materia prima de fabricación es comprada a proveedor externo a la empresa. Los pasos para la fabricación de las latas son los siguientes:

- Compra y recepción de las bobinas de aluminio.
- Almacenamiento.
- Entrada en proceso de fabricación
- Troquelado y embutición en prensa.



- Formadora: estira el material hasta conseguir la lata de una sola pieza, consiguiéndose el diámetro final y el fondo de la lata.
- Recortadora: se le da a la lata la altura correcta.
- Lavado para eliminar los aceites lubricantes de los procesos anteriores y secado en horno de aire.
- Lacado exterior: recubre la lata de una laca protectora y prepara la superficie para el proceso de decoración.
- Decorado de las latas y posterior paso a un horno de cocción externa para secar las tintas.
- Entalladora: formación del cuello de la lata.
- Lacado interno: para proteger el interior de la lata y el producto.
- Empaquetado automático y embalaje de acuerdo a las especificaciones.
- Fabricación de las tapas en la troqueladora.
- Fabricación de las anillas por estampación.
- Unión de la anilla en la tapa en la remachadora.
- Al cliente se le suministra por separado lata y tapa según especificación.

1.1.8 Suministro de energía

La empresa encargada del suministro de energía eléctrica será IBERDROLA a una tensión de 13.2 Kv y 50 Hz de frecuencia.

1.2 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN (RBT ITC 08)

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

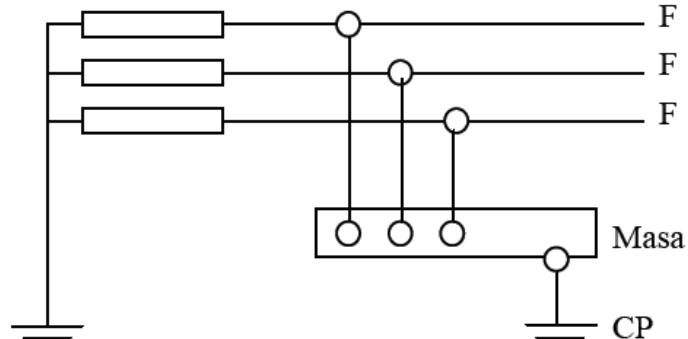
A la hora de elegir el esquema de distribución de nuestra instalación tendremos en cuenta las conexiones a tierra de la red de distribución, así como las masas de la instalación receptora.

A continuación se muestran los distintos esquemas de distribución así como las características que deben reunir los sistemas de protección en función de estos.

Existen 3 tipos de esquemas de distribución: TT, IT y TN.

Esquema TT

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



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

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

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

En este esquema se utilizarán las siguientes protecciones:

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

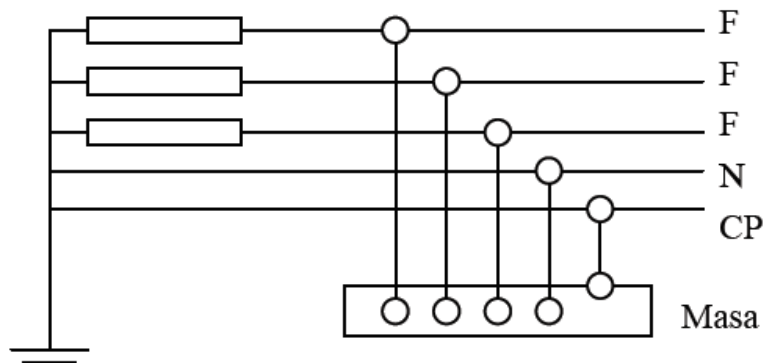
Esquema TN

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

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

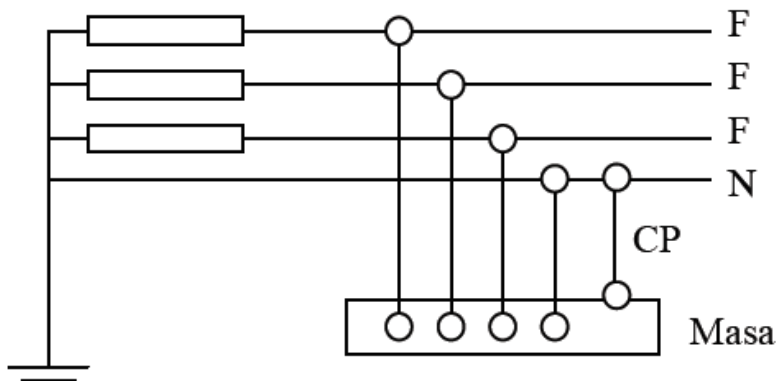
TN-S

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



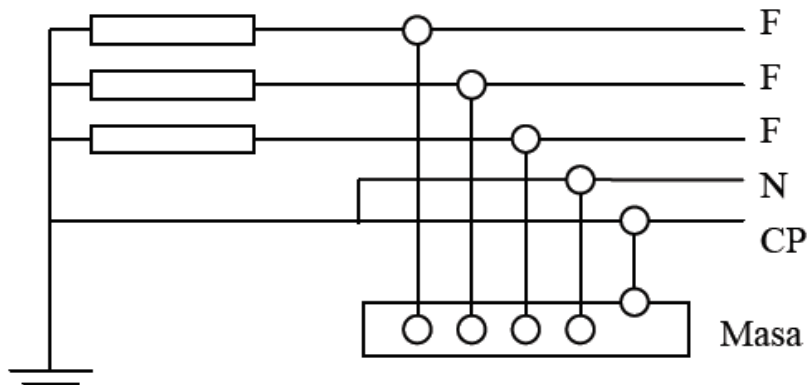
TN-C

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



TN-C-S

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

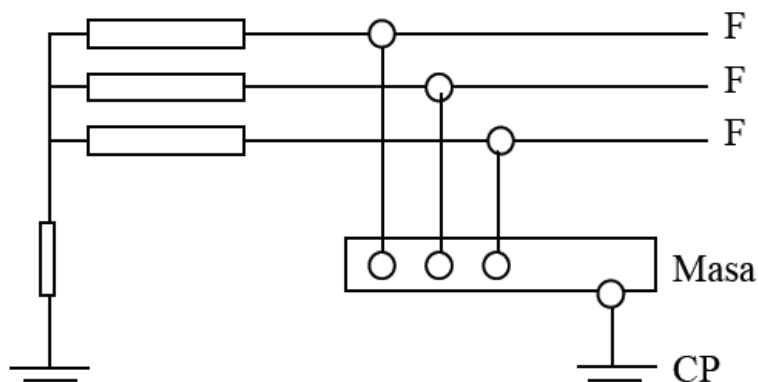


Una puesta a tierra múltiple, en puntos repartidos con regularidad, puede ser necesaria para asegurarse de que el potencial del conductor de protección se mantiene, en caso de fallo, lo más próximo posible al de tierra. Por la misma razón, se recomienda conectar el conductor de protección a tierra en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

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

Esquema IT

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





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

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

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

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

ESQUEMA ELEGIDO PARA LA INSTALACIÓN

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

El esquema elegido es el TT debido a que es el más aconsejable para ampliaciones futuras y presenta ventajas en su mantenimiento. Además es el más adecuado en la seguridad contra incendios.

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

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

1.3 ILUMINACIÓN

En una nave industrial es esencial una buena iluminación ya que esta asegura una buena realización de nuestras actividades. En lo que se refiere a la iluminación hay que tener varios factores en cuenta, y no es únicamente importante la cantidad de luz si no también su calidad. Una iluminación es adecuada si una tarea visual puede realizarse

sin esfuerzo y con la mayor comodidad posible, además de con la máxima seguridad. En este apartado va a ser clave el confort y el bienestar ambiental general.

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

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

1.3.1 Conceptos luminotécnicos

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



- Temperatura de color: Temperatura de color: La temperatura de color de una fuente de luz es la correspondiente a la temperatura del “cuerpo negro” que presenta el mismo color de la fuente. Su unidad de medida es el grado Kelvin (°K). Se puede decir que la temperatura es un elemento de elección cualitativa de una lámpara, así como el flujo es un elemento cuantitativo.
- Sólido fotométrico: Nos da la intensidad luminosa de una determinada lámpara.

TIPOS DE ESPECTRO:

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

FACTOR DE ILUMINACIÓN:

- Temperatura de color:

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

- Apariencia cálida: Colores amarillos. Tª color < 3300K
- Apariencia intermedia: 3300 k – 5000 K
- Apariencia fría (blanco): 5000K

LEYES FUNDAMENTALES DE LA FOTOMETRÍA:

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

TIPOS DE TRANSMISIÓN (Depende de la superficie)



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

TIPOS DE REFLEXIONES

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

RENDIMIENTO DE COLOR

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

El índice para clasificarlo está entre 0 y 100

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

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

1.3.2 Tipos de lámparas y conceptos técnicos.

- Lámparas de incandescencia:
 - Estándar: Se hace pasar corriente eléctrica por un filamento (Wolframio). Este se calienta y emite luz. Parte fundamental de este tipo de lámparas es el casquillo y la ampolla de vidrio. Dentro de la ampolla se introduce un 90% de Argón y un 10% de nitrógeno para evitar el desprendimiento de los átomos del Wolframio y así aumentar la vida de la lámpara. Eficacia entre 8-20 lm/W. Duración: 1000 h.



- Halógenas: La diferencia respecto a las estándar es que se introduce dentro de la ampolla halógenos (Yodo o Bromo) además de los gases anteriormente citados. La temperatura aumenta respecto a las estándar y por ello la ampolla es de cuarzo en vez de vidrio. Se aumenta la vida útil de la bombilla y el rendimiento de la luz. 2000 h de duración. 25-30 lm/W
 - Especiales: Su única diferencia es la forma y que la ampolla puede ser de color. Más pequeñas y distintos casquillos.
- Lámparas de descarga: Carecen de filamento. Se libera energía electromagnética, debido al choque de electrones en los átomos del gas introducido dentro del tubo de descarga y al cambio de nivel de energía de estos (estabilidad).
- Lámpara fluorescente: La radiación es ultravioleta y se hace visible gracias al polvo fluorescente que hay en su interior. Eficacia 40-1000 lm/W. Duración en torno a 6000-9000 h. Sus elementos fundamentales son:
 - Tubo de descarga: Pantalla del tubo fluorescente y contiene el gas de relleno.
 - Electrodos: Son metálicos, de Wolframio. De doble o triple espiral para aumentar la superficie. Van conectados directamente a la clavija de conexión.
 - Casquillo de conexión: Las lámparas fluorescentes siempre tienen dos y están aislados mediante plástico.
 - Gas de relleno: Argón o Neón. En ocasiones se añaden unas gotas de mercurio para producir una luz de tonalidad más blanca.
 - Equipo auxiliar: Sirve para encender la lámpara. El más usual es que se consiga mediante reactancia y cebador, pero también existen autotransformadores que se encargan de elevar la tensión.
 - Lámparas de descarga de vapor de mercurio: Emite radiación utilizando átomos de Mercurio. (Luz blanca). Las partes fundamentales son las mismas que las fluorescentes. Se le incluyen Halógenos que mejoran la eficiencia luminosa. Se utilizan para alumbrado interior. Eficacia: 30-95 lm/W. Duración entre 6000-9000 h.
 - Lámparas de descarga de vapor de sodio: Color amarillento y anaranjado. Se fabrican con dos tipos de casquillo, se bayoneta o de rosca. Este tipo de lámparas pueden trabajar a baja o alta presión y su diferencia es la



eficacia luminosa y su duración. También para su encendido se necesita un equipo auxiliar (reactancia + cebador). BP: 180 lm/W y duración de 6000h. AP: 50 lm/W y duración 9000 h.

- Lámparas especiales: Solares, ozono, luz negra, luz ultravioleta...

VIDA DE LAS LÁMPARAS

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

SISTEMAS DE ALUMBRADO

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

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

PROCESO DE CÁLCULO

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

Para este método se siguen los siguientes puntos:

- Determinación del nivel de iluminación.
- Ámbito de uso (Doméstico, oficinas, Comercial, Industrial, Deportivos...).
- Cálculo de los coeficientes de utilización y conservación.
- Cálculo del flujo luminoso total necesario.
- Determinación del N° total de lámparas
- Determinación del N° de luminarias.
- Emplazamiento de luminarias.

TIPOS DE ALUMBRADO

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

INDICE DE DESLUMBRAMIENTO U.G.R

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

ACCIONAMIENTO DEL ALUMBRADO

- Manual: Mediante un interruptor, conmutador, cruzamiento, pulsador programado o temporizado, telerruptor, potenciómetro o telegando.
- Control automático: Mediante detector de presencia, fotocélula o luminarias inteligentes

- Control remoto inteligente (centralizado): Mediante un sistema informático centralizado controlamos y programamos el encendido y apagado de las luminarias.

SOLUCIÓN ADOPTADA.

1.3.3 Iluminación interior

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

Zona	Luminaria	Cantidad	Potencia por luminaria (W)	Potencia tot. (W)
Producción	INDAL L400Bxr3_400HbM1 ISR-BM1	42	400	16800
Almacenamiento	INDAL L400Bxr3_400HbM1 ISR-BM1	15	400	6000
Zona escalera	INDAL L400Bxr3_400HbM1 ISR-BM1	2	400	800
Calidad	INDAL ZES6129 61290	1	35	35
	INDAL Z6082803sA 96126EL+V-90003M	11	26	286
Vestuarios H	INDAL L_p_IES__36Fa1M2 401-IES-D-1-EL	12	36	432
Aseos H	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL	7	24	168
Botiquín	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL	3	24	72
Aseos M	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL	7	24	168
Vestuarios M	INDAL L_p_IES__36Fa1M2 401-IES-D-1-EL	12	36	432
Comedor	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL	8	24	192
Sala calderas	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL	4	24	96
Sala seguridad calderas	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL	3	24	72
Sala compresores	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL	6	24	144
Zona de paso 1	INDAL Z7080801sM3 492-IEV-M-EL	10	49	490



Zona de paso 2	INDAL Z7080801sM3 492-IEV-M-EL	2	49	98
Zona de paso 3	INDAL Z7080701sM2 492-IEV-M-EL	12	49	588
Aseos H	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL	7	24	168
Aseos M	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL	7	24	168
Sala de reuniones	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL	9	24	216
Aseos dirección	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL	4	24	96
Documentos	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL	4	24	96
Oficina 1	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL	8	24	192
Oficina 2	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL	9	24	216
Cuarto de limpieza	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL	3	24	72
Sala de espera	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL	6	24	144
Dirección	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL	6	24	144
Centro transf.	INDAL Z7102202sM2 400139EL	1	39	39
Total				28424

1.3.4 Iluminación exterior

Luminaria	Número	Potencia (W)	Potencia total (W)
INDAL P400IZC__250Ht IZC-D	6	250	1500

1.3.5 Alumbrado de señalización y emergencia

Destinado a iluminar zonas de locales interiores:

- **Evacuación:** Ayuda a las personas que se encuentran en el edificio a para que salgan del local en caso de peligro.



- Evitar riesgo de pánico por ausencia de luz.
- Ejecución de un trabajo que se está realizando.

TIPOS DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA:

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

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

- En todos los recintos cuya ocupación sea mayor a 100 personas.
- Recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a uso residencia u hospitalario y los de zonas destinadas a cualquier otro uso que estén previstos para la evacuación de más de 100 personas.
- En los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
- En los estacionamientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta zonas generales del edificio.
- En los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- En las salidas de emergencia y en las señales de seguridad reglamentarias.
- En todo cambio de dirección de la ruta de evacuación.
- En toda intersección de pasillos con las rutas de evacuación.
- En el exterior del edificio, en la vecindad inmediata a la salida.
- A una distancia inferior a 2 metros (medida horizontalmente) de las escaleras, de manera que cada tramo de escaleras reciba una iluminación directa.
- A una distancia inferior a 2 metros (medida horizontalmente) de cada cambio de nivel.
- A una distancia inferior a 2 metros (medida horizontalmente) de cada equipo manual destinado a la prevención y extinción de incendios.



- En los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas indicadas anteriormente.

CRITERIO DE UBICACIÓN DE LAS LUMINARIAS DE EMERGENCIA:

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

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

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

TIPO DE LUMINARIA UTILIZADA

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

de manera que parte d las lámparas permanecen encendidas en todo momento mientras hay suministro de energía eléctrica al alumbrado normal, y la otra parte solo se encienden cuando falla dicho suministro eléctrico del alumbrado normal.

1.3.6 Solución adoptada

La solución adoptada para el alumbrado de emergencia será la de luminarias autónomas y no permanentes incluyendo la señalización en la misma luminaria. La marca escogida va a ser Iverlux.

Zona	Superf (m ²)	Ilumin. (lm/ m ²)	Flujo nec. (lm)	Luminaria	Cantidad	Flujo (lm)	Flujo total (lm)
Producción	1155.5	5	5777.5	Iverlux Alpha A4800010 1 x 11W	13	480	6240
Almacenamiento	481.2	5	2406	Iverlux Alpha A4800010 1 X 11W	6	480	2880
Zona escalera	41.82	5	209.1	Iverlux Alpha A1350110 2 X 8W	2	135	270
Calidad	23.8	5	119	Iverlux Alpha A1350010 1 X 8W	1	135	135
Vestuarios H	42.7	5	213.5	Iverlux Alpha A1350110 2 X 8W	2	135	270
Aseos H	23.8	5	119	Iverlux Alpha A0600130 2 X 8W	2	60	120
Botiquín	11.1	5	55.5	Iverlux Alpha A0600130 2 X 8W	1	60	60
Aseos M	23.8	5	119	Iverlux Alpha A0600130 2 X 8W	2	60	120
Vestuarios M	42.7	5	213.5	Iverlux Alpha A1350110 2 X 8W	2	135	270
Comedor	36	5	180	Iverlux Alpha A0600130 2 X 8W	3	60	180
Sala calderas	17.19	5	85.95	Iverlux Alpha A0800010 1 X 8W	1	96	96
Cuarto seguridad calderas	12.28	5	61.4	Iverlux Alpha A0800010 1 X 8W	1	96	96
Sala de compresores	24.4	5	122	Iverlux Alpha A0800010 1 X 8W	2	96	192
Zona de paso 1	86.87	5	434.4	Iverlux Alpha A1350110 2X 8W	4	135	540
Zona de paso 2	17.1	5	85.5	Iverlux Alpha A1350110 2X 8W	1	135	135



Zona de paso 3	104.18	5	520. 9	Iverlux Alpha A0600130 2 X 8W	4	135	540
Aseos H	23.8	5	119	Iverlux Alpha A0600130 2 X 8W	2	60	120
Aseos M	23.8	5	119	Iverlux Alpha A0600130 2 X 8W	2	60	120
Sala de espera	23.8	5	119	Iverlux Alpha A1350110 2 X 8W	2	60	120
Sala de Reuniones	42.7	5	213. 5	Iverlux Alpha A1350110 2 X 8W	2	135	270
Oficinas 1	36	5	180	Iverlux Alpha A0800010 1 X 8W	2	96	192
Oficinas 2	42.7	5	213. 5	Iverlux Alpha A1350110 2 X 8W	2	135	270
Dirección	24.34	5	121. 7	Iverlux Alpha A1350110 2 X 8W	1	135	135
Aseos Dirección	12.28	5	61.4	Iverlux Alpha A0800010 1 X 8W	1	96	96
Documentos	17.19	5	86	Iverlux Alpha A0800010 1 X 8W	1	96	96
Cuarto de limpieza	11.1	5	55.5	Iverlux Alpha A0600130 2 X 8W	1	60	60
Centro transfor.	10.6	5	53	Iverlux Alpha A0600130 2 X 8W	1	60	60
TOTAL							13683

Potencia total alumbrado de emergencia: 857 W

1.4 DISTRIBUCIÓN INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.

1.4.1 Introducción

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



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

Las características mecánicas se centrarán en la resistencia mecánica, y las eléctricas en evitar un calentamiento excesivo de los conductores y una elevada caída de tensión. Esta caída de tensión se limitará segundo el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

1.4.2 Cables

1.4.2.1 Factores que determinan la elección de un cable

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

1.4.2.2 Partes de un cable

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

- Cobre (20°C):
 - Resistividad: $0.018\Omega\text{mm}^2/\text{m}$
 - Conductividad: $56\text{m}/\Omega\text{mm}^2$
 - Carga de rotura: $20\text{Kp}/\text{mm}^2$
 - Kp: Kilopondio.



- Aluminio(20°C): Resistividad: $0.028\Omega\text{mm}^2/\text{m}$
 Conductividad: $35\text{m}/\Omega\text{mm}^2$
 Carga de rotura: $15\text{Kp}/\text{mm}^2$

- Almelec(20°C): Resistividad: $0.032\Omega\text{mm}^2/\text{m}$
 Conductividad: $30,7\text{m}/\Omega\text{mm}^2$
 Carga de rotura: $30\text{Kp}/\text{mm}^2$

- Aislamiento: Materiales plásticos que evitan las fugas de corriente por el cable. El RBT no nos determina el tipo de aislamiento que debemos utilizar, pero Iberdrola nos obliga a trabajar con Polietileno reticulado.
 - Termoplásticos: Se reblandecen con el calor. Como aislante se utiliza el PVC y el Polietileno. La temperatura que puede soportar es menor a los termoestables.
 - Termoestables: No funden al aumentar la temperatura. Son más caros que los termoplásticos. Los más utilizados son el E.P.R (etileno-propileno), el X.L.P.E (Polietileno reticulado) y la goma butílica.

- Pantalla: Esta parte no influye en los cálculos eléctricos. La pantalla se utiliza para evitar la influencia de campos eléctricos por si existe una red de comunicación cercana. Se suelen utilizar pantallas de hilos o mallas de cobre, de hoja de aluminio o de plomo.

- Armadura: Suele ser de flejes de acero y le confiere al cable resistencia mecánica.

- Cubierta: La cubierta se encarga de proteger el aislante. Se fabrica de policloruro de Vinilo (PVC). Si no existe pantalla ni armadura, entre el aislante y la cubierta suele haber una capa de talco para que no se fundan entre si por el calor.

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

- No propagadores de la llama: Este tipo de cables mientras existe la llama se quema, pero en el momento que desaparece deja de arder.
- No propagador del incendio: Si el cable está en posición vertical, aunque exista la llama, no propaga el fuego.
- De alta seguridad (AS): No propaga la llama ni el incendio. Los humos que emite son transparentes y sin alógenos. PVC o polietileno especial.



- Alta seguridad aumentada (AST): Además de todo lo anterior son resistentes al fuego, es decir, aunque estén expuestos a una llama aguantan 90 o 120 minutos sin destruirse.

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

- Verde-amarillo: Conductor de protección. Conexión a la puesta a tierra de la nave. Solo circulará corriente por el si hay una derivación a tierra.
- Azul: Cable neutro.
- Negro, marrón, gris: Fases.

1.4.2.4 Siglas convencionales de los cables

Según la tensión de aislamiento: $U_{0/U}$

- U_0 : Valor eficaz de tensión entre cualquier conductor del cable y tierra.
- U : Valor eficaz de tensiones entre los conductores de fase.

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

Para cables menores o iguales a una tensión de aislamiento de 750 V: Las siglas tienen 3 partes:

Primera parte:

- H: Normas armonizadas. Son cables que se pueden utilizar en toda la comunidad europea. (Son el 99% de los cables).
- A: Cable tipo CENELEC. Otro tipo de normativa vigente.
- ES: Cable nacional
- Tensión de aislamiento:
 - 01: 100/100
 - 03: 300/300
 - 05: 300/500
 - 07: 400/750

Segunda parte:

- Aislamiento:
 - V: PVC.
 - R: XLPE.
 - R: EPR.
 - Z: No propagadores de la llama.
 - Z1: Alta seguridad.



- Cubierta:
 - V: PVC.
 - Z: No propagadores de la llama.
 - Z1: Alta seguridad.
- Construcción
 - H: Cuando se pueden separar los alambres del conductor.
 - H₂: Cuando no se pueden separar los alambres del conductor.
- Forma: (UNE 21022)
 - F: Conductor flexible.
 - H: Conductor extraflexible.
 - K: Flexible para instalaciones fijas.
 - U: Rígido de conductor unifilar.

Tercera parte: Número total de conductores.

- G: Conductor de protección.
- X: Sion conductor de protección.

Cuarta parte: Sección en mm²

EJEMPLO: H 07 ZI K

Un cable no tiene por qué tener todas las partes. En este caso:

H: Norma normalizada

07: Tensión de aislamiento

Z1: Aislamiento de alta seguridad

K: Forma (flexible)

Para cables de una tensión de aislamiento mayor a 750V:

Primera parte:

- Aislamiento
 - V: PVC
 - R: XLPE
 - D: EPR



- Cubierta de separación:
 - Z1: Alta seguridad
 - V: PVC
- Protección metálica:
 - F: Flejes de hierro
 - M: Alambres de acero
 - MA: Alambres de aluminio
- Cubierta:
 - V: PVC
 - Z1: Termoplástico alta seguridad
 - N: Cubiertas de neopreno

Segunda parte:

- Forma del conductor:
 - K: Flexible
 - R: Rígido

Tercera parte: Tensión de aislamiento: $U_{0/U}$. En este caso no hay simplificaciones con números.

Cuarta parte: N° de conductores.

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

Quinta parte: Sección en mm^2 .

Sexta parte: Naturaleza del conductor

- CU: Cobre.
- Al: Aluminio.

1.4.2.5 Cálculo eléctrico de las líneas

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

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

Criterio térmico

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

El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión nos obliga a no superar una intensidad máxima admisible dependiendo de la sección del conductor en mm² y de las propiedades del material por el cual esté formado. (ITC BT 07-ITC BT 19).

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

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

Instalaciones monofásicas

$$I_{CAL} = \frac{P}{V \cdot \cos \alpha}$$

$$I'_{CAL} = \frac{I_{cal}}{F_c}$$

Instalaciones trifásicas

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

$$I'_{CAL} = \frac{I_{cal}}{F_c}$$

Siendo:

V: Tensión nominal de la instalación.

P: Potencia del receptor al cual alimenta el cable.

I'cal: Intensidad calculada con el factor de corrección.



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

Criterio de caída de tensión (C.d.t.)

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

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

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

Instalaciones monofásicas:

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

Instalaciones trifásicas:

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

Siendo:

U: caída de tensión en voltios.

L: longitud de la línea en metros.

I: corriente nominal de la línea en Amperios.

Cos α : factor de potencia.

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

V: Tensión nominal.

S: sección del cable en mm².

Con el resultado de este segundo criterio, directamente calculamos la sección en mm². Hay que tener en cuenta que esta sección no está normalizada y se normalizará según las secciones inmediatamente superiores encontradas en las tablas del Reglamento de Baja Tensión.

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

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

1.4.2.6 Conductores activos

Son los destinados a la transmisión de la energía eléctrica. Esta consideración se aplica a los conductores de fase y al conductor neutro en corriente alterna.

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio, y serán siempre aislados, exceptuando cuando vayan montados sobre aisladores, tal y como establece el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, en la ITC-BT 19.

1.4.2.7 Conductores de protección

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

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

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

(*) Con un mínimo de:

2.5 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica;

4 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización y no tienen una protección mecánica.



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

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

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

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

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

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

1.4.3 Sistemas de canalización.

1.4.3.1 Canalizaciones

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

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

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

1.4.3.2 Tubos protectores

Tubos protectores (ITC-BT-21)

Los tubos protectores pueden ser:

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

Los tubos se clasifican en:

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

Para evitar el deterioro de los cables o posibles accidentes a los operarios la superficie interior de los tubos no debe tener partes cortantes.

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

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

Tanto el diámetro de los tubos como el número de conductores que deben pasar por cada uno están especificados en las tablas de la ITC mencionada anteriormente del RBT. Este diámetro deberá ser tal que permita un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados.

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

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

Prescripciones generales:

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

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN 50.086 -2-2.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros.
- Los registros podrán estar destinadas únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En ningún caso se permitirá la unión de conductores como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión.
- Durante la instalación de los conductores para que su aislamiento no pueda ser dañado por su roce con los bordes libres de los tubos, los extremos de éstos, cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán

provistos de boquillas con bordes redondeados o dispositivos equivalentes, o bien los bordes estarán convenientemente redondeados.

- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta las posibilidades de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.
- Para la colocación de los conductores se seguirá lo señalado en la ITC-BT-20.
- A fin de evitar los efectos del calor emitido por fuentes externas (distribuciones de agua caliente, aparatos y luminarias, procesos de fabricación, absorción del calor del medio circundante, etc.) las canalizaciones se protegerán utilizando los siguientes métodos eficaces:
 - Pantallas de protección calorífuga.
 - Alejamiento suficiente de las fuentes de calor.
 - Elección de la canalización adecuada que soporte los efectos nocivos que se puedan producir.
 - Modificación del material aislante a emplear.

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

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5

centímetros aproximadamente, y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 centímetros.

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

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.

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

1.4.4 Receptores

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

Los circuitos que formen parte de los receptores, salvo las excepciones que para cada caso puedan señalar las prescripciones de carácter particular, deberán estar protegidos contra sobrecargas, siendo de aplicación, para ello, lo dispuesto en la Instrucción ITC-BT-22. Se adoptarán las características intensidad-tiempo de los



dispositivos, de acuerdo con las características y condiciones de utilización de los receptores a proteger.

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

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

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

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por intermedio de un cable apto para usos móviles, que podrá incorporar una clavija de toma de corriente. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento, proceder a su mantenimiento y controlar esta conexión. Si la conexión se efectúa por intermedio de un cable móvil, éste incluirá el número de conductores necesarios y, si procede, el conductor de protección.

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

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

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

En los motores que accionan máquinas de par resistente muy variable y en otros receptores como hornos, aparatos de soldadura y similares, que puedan producir fuertes



oscilaciones por la potencia por ellos absorbida, se tomarán medidas oportunas para que la misma no pueda ser mayor del 200 % de la potencia asignada del receptor.

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

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

1.4.4.1 Receptores de alumbrado

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no debe exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión. La sección nominal total de los conductores de los que la luminaria está suspendida será tal que la tracción máxima a la que estén sometidos los conductores sea inferior a 15 N/mm².

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

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

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

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

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

Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

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

1.4.4.2 Receptores tipo motor

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

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

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

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

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

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

➤ Un solo motor

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % (130% sin son para elevadores) de la intensidad a plena carga del motor. En los motores de rotor devanado, los conductores

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

➤ Varios motores

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

➤ Carga combinada

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

Tomas de corriente:

Introducción

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

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

1.4.5 Tomas de corriente

1.4.5.1 Tipos de tomas de corriente

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

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



1.4.5.2 Situación de las tomas de corriente.

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

➤ Zona de producción:

11 tomas de corriente trifásicas de 32 A y 400 V. (4P+T)

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

➤ Zona de Almacenamiento:

5 tomas de corriente trifásicas de 32 A y 400 V. (4P+T)

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

➤ Zona escalera

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

➤ Calidad

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

1 Toma de corriente monofásica para equipos informáticos de 16 A y 230 V (2P+T)

➤ Vestuarios H

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

➤ Aseos H

1 Toma de corriente monofásica de 16 A y 230 V (2P+T)

➤ Botiquín

1 Toma de corriente monofásica de 16 A y 230 V (2P+T)

➤ Aseos M

1 Toma de corriente monofásica de 16 A y 230 V (2P+T)

➤ Vestuarios M

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



➤ Sala de compresores

2 tomas de corriente trifásicas de 32 A y 400 V. (4P+T)

1 Toma de corriente monofásica de 16 A y 230 V (2P+T)

➤ Sala de calderas

2 tomas de corriente trifásicas de 32 A y 400 V. (4P+T)

1 Toma de corriente monofásica de 16 A y 230 V (2P+T)

➤ Sala de seguridad calderas

1 Toma de corriente monofásica de 16 A y 230 V (2P+T)

➤ Comedor

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

➤ Zona de paso 1

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

➤ Zona de paso 2

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

➤ Zona de paso 3

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

➤ Aseos H

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

➤ Aseos M

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



➤ Sala de espera

- 2 Tomas de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T)
- 1 Tomas de corriente monofásicas para equipos informáticos de 16 A y 230 V (2P+T)

➤ Sala de reuniones

- 2 Tomas de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T)
- 2 Tomas de corriente monofásicas para equipos informáticos de 16 A y 230 V (2P+T)

➤ Cuarto de limpieza

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

➤ Oficinas 1

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

➤ Oficinas 2

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

➤ Dirección

- 1 Toma de corriente monofásica para equipos informáticos de 16 A y 230 V (2P+T)
- 2 Tomas de corriente monofásicas de 16 A y 230 V (2P+T)

➤ Aseos de dirección

- 1 Toma de corriente monofásica de 16 A y 230 V (2P+T)

➤ Documentos

1 Toma de corriente monofásica para equipos informáticos de 16 A y 230 V (2P+T)

1 Toma de corriente monofásica de 16 A y 230 V (2P+T)

➤ Centro de transformación

1 Toma de corriente monofásica de 16 A y 230 V (2P+T)

1.4.6 Cálculo de las intensidades de línea.

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

1. Se necesitan los siguientes datos de partida:

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

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

Receptor monofásico

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

Receptor trifásico

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

Donde:

I: Intensidad en A

P: Previsión de potencia del receptor en W.



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

Cos ϕ : Factor de potencia del receptor.

Cuando los receptores sean motores la potencia se multiplicará por 1.25. Y en el caso de que una línea alimente a varios motores, la línea se dimensionará para una intensidad no inferior a la suma del 125% de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

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

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

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

1.4.7. Cálculo de los conductores de baja tensión

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

Hay que seleccionar la línea que va a alimentar a cada receptor, de modo que la potencia suministrada por cada uno quede más o menos repartida por igual en todas las líneas, los receptores alimentados por la misma línea estén cercanos y el tipo de receptores a los que va a alimentar. Ya que no es conveniente alimentar por ejemplo la iluminación de la zona de oficinas con la misma línea que alimenta algún tipo de maquinaria, ya que esto puede provocar picos de corriente que harían altibajos en la intensidad de dicha iluminación. La configuración final de las líneas aparece en los planos.

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

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



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

- Criterio térmico:

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

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

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

- Criterio de caída de tensión:

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

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

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

- Monofásica:

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

- Trifásica:



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

Siendo:

U: caída de tensión en voltios

L: longitud de la línea en metros

I_n: intensidad nominal de la línea en amperios

Cos φ: factor de potencia

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

S: sección del cable en mm^2

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

5. Para terminar obtenemos la sección del neutro y del cable de protección siguiendo las tablas de la ITC-BT-07 u otras ITC correspondientes. El tipo de instalación y los conductores se detallan, así como la tabla completa de cómo quedan los cables, en el documento cálculos.

1.4.8 Soluciones adoptadas

CONDUCTORES

El tipo de conductor utilizado en la nave va a ser de la marca Energy RV-K FOC.

- Denominación Técnica: RV-K
- Norma constructiva y de ensayos: UNE 21123-2
- Conductor: Cu Clase 5 Aislamiento: Polietileno reticulado (XLPE) Cubierta: PVC
- Temperatura máxima del conductor: 90 °C en servicio permanente y 250°C en cortocircuito.
- No propagador de la llama UNE-EN 60332-1-2
- Baja emisión de CLH inferior al 14 %
- Aplicación: Distribución de energía B.T. interior y exterior, en instalaciones fijas.

Descripción	Cantidad (metros)
Energy RV-k 0,6/1 KV flexible 150 mm ² Cu	264
Energy RV-k 0,6/1 KV flexible 120 mm ² Cu	210
Energy RV-k 0,6/1 KV flexible 75 mm ² Cu	88
Energy RV-k 0,6/1 KV flexible 70 mm ² Cu	36
Energy RV-k 0,6/1 KV flexible 60 mm ² Cu	70
Energy RV-k 0,6/1 KV flexible 35 mm ² Cu	69
Energy RV-k 0,6/1 KV flexible 25 mm ² Cu	90
Energy RV-k 0,6/1 KV flexible 16 mm ² Cu	434
Energy RV-k 0,6/1 KV flexible 10 mm ² Cu	510
Energy RV-k 0,6/1 KV flexible 6 mm ² Cu	430
Energy RV-k 0,6/1 KV flexible 4 mm ² Cu	1993.6
Energy RV-k 0,6/1 KV flexible 2,5 mm ² Cu	886
Energy RV-k 0,6/1 KV flexible 1,5 mm ² Cu	1707

CANALIZACIONES

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

➤ Línea general de alimentación:

La línea general de alimentación partirá desde el centro de transformación (cuadro de baja tensión) hasta el cuadro general de distribución en el interior de la nave, situado a 30 metros. Irá enterrado a 0.7 m de profundidad. Se realizará una zanja de 40x70cm. Con arena lavada debajo del tubo y relleno de tierra excavada. Se llevarán tres fases y neutro, constituida cada una de las fases por tres conductores unipolares de 150 mm² y el neutro por tres cables unipolares de 70mm². Los cables de cada fase irán dispuestos en trébol y separada cada terna de cables 2 veces el diámetro del conductor unipolar como mínimo. El diámetro del tubo de la acometida será de 225 mm, de 2,2 mm de espesor, liso por el interior y corrugado por el exterior, color rojo FU 15 R, de resistencia de aplastamiento 450 N.

➤ Canalización general:

La canalización general de la nave se realizará a través tubos en montaje superficial colocados en la pared o en su defecto en el techo. Se llevará canalizado desde el CGD a los diferentes cuadros auxiliares de la empresa. Cuando las líneas

lleguen a donde están situados los cuadros auxiliares, se bajarán mediante tubos metálicos.

➤ Derivaciones:

En la zona de producción, la derivación de esta canalización a las diferentes máquinas se realizará de la misma forma a través de tubos en montaje superficial. Todo el alumbrado, tanto interior, exterior, como el de emergencia y las tomas de corriente irán en tubo grapado al techo.

La canalización se realizará a través de tubos de PVC con distinto diámetro según la sección de los cables que contenta. A continuación incluyo una tabla de los tubos utilizados:

Nº Orden	Descripción	Cantidad (metros)
5.3.2.1	Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20°C, Φ 16 mm	928.6
5.3.2.2	Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20°C, Φ 20 mm	419
5.3.2.4	Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20°C, Φ 32 mm	161
5.3.2.5	Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20°C, Φ 40 mm	15
5.3.2.6	Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20°C, Φ 50 mm	12
5.3.2.7	Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20°C, Φ 63 mm	70
5.3.2.8	Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20°C, Φ 75 mm	88

1.5. PROTECCIONES

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

1.5.1 Clasificación de las protecciones

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

1.5.2 Protección de la instalación

Introducción

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

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

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

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

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



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

Se diferencia de la sobrecarga en que el incremento de la intensidad en un cortocircuito es muchísimo mayor y en un menor espacio de tiempo. Normalmente las corrientes de cortocircuito son muy elevadas, entre 5 y 20 veces al valor máximo de la corriente de carga en el punto de falta.

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

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

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

1.5.3 Características generales de los dispositivos de protección

1.5.3.1 Introducción

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

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

La selectividad es la coordinación de los dispositivos de protección para que un defecto ocurrido en un punto cualquiera de la red, sea eliminado por el dispositivo inmediatamente aguas arriba de este. Un dispositivo de protección se considera selectivo cuando solamente dispara el interruptor inmediatamente anterior al punto defectuoso, tomando como base el sentido de flujo de la energía.

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

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

1.5.3.2 Características comunes en los dispositivos de protección contra sobrecargas

- Calibre: Intensidad de referencia o nominal

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

$I_n < I_{cal}$: Si no fuese así la protección saltaría constantemente de forma inadecuada.

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

- Curvas de funcionamiento: Mediante las curvas de funcionamiento determinaremos el tiempo que necesita la protección para saltar, dependiendo si es sobrecarga puntual (bimetal) y baja o si es un cortocircuito o sobrecarga elevada (circuito magnético). Estas curvas serán proporcionadas por el fabricante
- Poder de corte: Máxima corriente que puede soportar la protección. Cuando se abre la protección se crea un arco en el que la intensidad es mucho mayor a la intensidad nominal de la protección. Si esta intensidad es muy elevada puede destruir las patillas de la protección o fundirlas. Si se funden la protección no abrirá con el peligro que conlleva al no cumplir su función. Cada circuito en su posición puede tener un distinto poder de corte. Este poder depende de todos los elementos que se encuentren aguas arriba de la protección.

Poder de corte normalizados:

- Magnetotérmicos (KA): 3,4,5,6,10,22,25,35,50,70,100
 - Fusibles (KA): 50 ó 100.
-
- Coordinación entre protecciones: Selectividad y filiación. Explicadas anteriormente.

1.5.4 Conceptos básicos

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

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

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

El interruptor automático consta de:

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

Disparadores primarios:

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

Disparador secundario:

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

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

Es un dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones eléctricas con el fin de proteger frente a las intensidades excesivas, producidas como consecuencia de cortocircuitos o por el excesivo número de elementos de consumo

conectados a ellas. Para su funcionamiento, los interruptores magnetotérmicos aprovechan dos de los efectos producidos por la circulación de corriente eléctrica por un circuito, el magnético y el térmico. El dispositivo consta, por tanto, de dos partes, un electroimán y una lámina bimetálica, conectadas en serie por las que circula la corriente que va a hacia la carga.

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

1.5.5 Protección contra sobrecargas

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

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

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

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

1.5.6 Protección contra cortocircuitos

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

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

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

consecuencia de los efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones.

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

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

1.5.6.1 Tipos de cortocircuitos

- Cortocircuito tripolar: Simétrico entre tres líneas. Se cortocircuitan las tres fases.

$$I_{pcc\text{tri}} = \frac{U}{\sqrt{3} Z_t}$$

Siendo:

$I_{pcc\text{tri}}$: Intensidad de cortocircuito tripolar.

U: Tensión compuesta o de línea.

Z_t : Impedancia total de la instalación

- Cortocircuito asimétrico FASE-TIERRA

$$I_{pcc\text{fase-tierra}} = \frac{3 \cdot U_f}{Z_i + Z_d + Z_h}$$

Siendo:

$I_{pcc\text{fase-tierra}}$: Intensidad de cortocircuito asimétrico fase-tierra.

Z_i : Impedancia inversa

Z_d : Impedancia directa

Z_h : Impedancia homopolar

U_f : Tensión de fase

Debido a que la instalación de la nave industrial va a ser de tipo TT el valor de las tres impedancias va a ser el mismo.

El cortocircuito tripolar y el asimétrico entre fase y tierra tienen el mismo valor.

- Cortocircuito asimétrico entre dos fases:

$$I_{pcc} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_f}{2 \cdot Z_t}$$
 Siendo I_{pcc} la intensidad de cortocircuito asimétrico entre dos fases.

El valor del cortocircuito asimétrico entre dos fases es menor a los dos anteriores.

$$I_{pcc} = 0,86 \cdot I_{pcc\text{tri}}$$

$$I_{pcc} = 0,86 \cdot I_{pcc\text{fase-tierra}}$$

Debido a que es menos no lo tendremos en cuenta.

- Circuito asimétrico FASE-NEUTRO

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

El cortocircuito fase-neutro es aun menos que los anteriores:

$$I_{pcc} = 0,5 \cdot I_{pcc\text{tri}}$$

$$I_{pcc} = 0,5 \cdot I_{pcc\text{fase-tierra}}$$

1.5.6.2 Corrientes de cortocircuito

Defecto franco \longrightarrow Impedancia nula

Cuando se dimensiona una instalación tenemos que tener en cuenta que nunca será capaz de soportar un cortocircuito mayor a 5 segundos. Las protecciones tendrán que suprimirlo antes de pasar este tiempo si no la instalación se quemará.

1- Origen de circuito o línea: Intensidad de cortocircuito máxima. Nos determina el poder de corte de la protección. Para el cálculo de la corriente de cortocircuito máxima tendremos en cuenta todo lo que hay aguas arriba del interruptor automático a calcular.

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

$$I_{ccp} = I_{ccm\acute{a}x} = \frac{U \cdot C_T}{\sqrt{3} \cdot Z_d} \qquad I_{ccp} = I_{ccm\acute{a}x} = \frac{U \cdot C_T}{2 \cdot Z_d}$$

Siendo:

I_{ccp} : Corriente de cortocircuito en el origen de la línea.

U: Tensión trifásica 400V.

C_T : Coeficiente de tensión = 1.

Z_d : Impedancia de la instalación aguas arriba

El poder de corte de la protección tiene que ser mayor a la I_{ccp}

2-Final de cortocircuito o línea: Intensidad de cortocircuito mínima. En este caso tendremos en cuenta un cortocircuito asimétrico no tripolar. Nos determina el tiempo de desconexión. Curva de funcionamiento. $I_{ccf} > I_{adm}$

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

I_{ccf} : Corriente de cortocircuito al final de la línea.

C: coeficiente de tensión= 0,95

U_n : Tensión de fase magnética.

Z_d : impedancia directa en Ω (Temperatura de cortocircuito 250°)

Z_o : impedancia homopolar en Ω .

1.5.6.3 Cálculo de los tiempos de desconexión

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

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

Siendo:

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

S : Sección del cable. Cuanto mayor es esta absorbe más calor. (mm^2)

L : Longitud del cable. (m)

R : Resistencia. (Ω)

K : Conductividad del material.

t : Tiempo. (Seg)

T_{CC} : Temperatura de cortocircuito. ($^{\circ}\text{C}$)

T_{rp} : Temperatura en régimen permanente. ($^{\circ}\text{C}$)

Por lo tanto el balance de energías nos da:

$$\frac{L}{K * S} * I^2 * t = C_e * S * L * (T_{CC} - T_{RP})$$

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

Nos queda:

$$I^2 * T = C_e * K * S^2 * \Delta t$$

Siendo:

$C_c = C_e * K$ = Corriente que nos engloba el calor específico y la conductividad.
 Solo depende del material de conductor.

$$C_u = 135$$

$$Al: 57$$

La expresión final nos da el tiempo máximo que el conductor es capaz de soportar la intensidad de cortocircuito final:

$$t = \frac{C_c * S^2 * \Delta t}{I^2}$$

$$T_{ccmin} = \frac{C_c * S^2 * \Delta t}{I_{ccf}^2}$$

Como tercer criterio es importante señalar en las protecciones que:

$$T_{ccmin} > T_{Desconexión}$$

1.5.7 Cálculo de las impedancias

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

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

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

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

Siendo:

Z_t : Impedancia directa o total del circuito.

X_{aBT} : Impedancia de la línea referida a baja tensión.

X_{tBT} : Impedancia interna del transformador referido a baja tensión.

ΣR_L : Suma de las impedancias de las líneas.

X_{Aut} : Impedancias de los automatismos.

➤ Impedancia de la línea (Z_a):

$$Z_a = \frac{U^2}{S_{CC}}$$

Siendo S_{CC} la potencia de cortocircuito y nos la proporciona la distribuidora. Para una red de media tensión Iberdrola nos da una potencia de cortocircuito de 500Mva.

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

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

$$X_a = \sqrt{Z_a^2 - R_a^2}$$

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

$$R_a = 0,98 * Z_a$$

Siendo:

Z_a : Impedancia de la línea.

R_a : Componente resistiva de la línea.

X_a : componente inductiva de la línea.

Como se ha demostrado podemos hacer la siguiente simplificación:

$$Z_a \approx X_a$$

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

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

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

Siendo:

Z_{BT} : Impedancia en baja tensión.

Z_{AT} : Impedancia en alta tensión.

U_{BT} : Lado de baja tensión del transformador.

U_{AT} : Lado de alta tensión del transformador.

➤ Impedancia interna del transformador:

$$Z_t = U_{cc} * U * \frac{U}{S_n} = U_{cc} * \frac{U^2}{S_n}$$

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

S_n es la potencia aparente del transformador:

- $S_n \leq 630$ Kvas $U_{cc} = 4$ %
- $S_n = 800$ Kvas $U_{cc} = 4,5$ %
- $S_n = 1000$ Kvas $U_{cc} = 5$ %

Para el caso de la impedancia interna del transformador realizamos la siguiente simplificación:

$$Z_t = X_t$$

$$X_t = \frac{U_{cc} * U^2}{S_n} * J$$



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

- Impedancia de los conductores:

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

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

$$\rho_{\text{Cu}} (20^\circ\text{C}): 0.01724 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$$
$$\rho_{\text{Al}} (20^\circ\text{C}): 0.028264 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$$

- Impedancia de los automatismos: Protecciones, relés...

La impedancia de los automatismos va a tener parte inductiva. X_a
Valor medio de la impedancia de los automatismos: 0,15 mΩ j

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

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

Siendo

Δt : PVC: (160°C-20°C).

XLPE, EPR: (250-20°C).

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



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

➤ Impedancia directa nueva (Z_{dnueva})

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

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

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

Siendo:

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

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

Por tanto:

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

➤ Impedancia homopolar

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

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

Siendo:

$$Z_{a0} = 0$$

$$Z_{T0} = Z_T$$

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

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

1.5.8 Proceso de cálculo de las protecciones

- Interruptores automáticos:

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

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

Los calibres normalizados (en amperios) son los siguientes:

6, 10, 16, 20, 25, 30, 32, 40, 50, 63, 70, 80, 100, 125, 160, 250 y 400

Poder de corte (Pdc): Como norma: $P_{dc} < I_{ccp}$

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

3, 5, 6, 10, 22, 25, 35, 50, 70, 100

Curvas de disparo: Representada por la intensidad de magnetización

Tipo B → $I_{mag} = 5 I_n$

Tipo C → $I_{mag} = 10 I_n$

Tipo D → $I_{mag} = 20 I_n$

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

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

$$T_{ccmin} = \frac{C_c \cdot s^2 \cdot \Delta t}{I_{ccf}^2} > 0,1 \text{ Seg}$$

$$T_{desconexión} = 0,1 \text{ seg.}$$



En caso de no cumplirse será necesario aumentar la sección.

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

$$I_{mag} < I_{ccf}$$

Las curvas de tipo B se suelen elegir para circuitos de gran longitud.

Las curvas de tipo C se suelen elegir para receptores de tomas de corriente, alumbrado y pequeños electrodomésticos (en viviendas).

Las curvas de tipo D se suelen elegir para motores.

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

Hay dos tipos de selectividad:

- Selectividad amperimétrica: Se realiza mediante las curvas térmicas y magnéticas de las protecciones.
- Selectividad cronométrica: Se realiza con regulación automática de las protecciones haciéndolas saltar una respecto a la otra de forma temporal.
- Fusibles: Al igual que los interruptores automáticos, protegen a la instalación contra las sobrintensidades (sobrecarga o cortocircuito). La diferencia radica en que no se pueden rearmar, si actúa se queman y hay que cambiar el cartucho. Además en los fusibles los tiempos de desconexión son mucho más altos que en los interruptores automáticos.

Existen dos tipos de fusibles:

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

Dependiendo de su utilización existen dos tipos de letra

Primera letra (Minúscula)

- g: De uso general: Corta a In hasta Pdc.
- a: De acompañamiento: Corta a 364 In hasta Pdc.

Segunda letra (Mayúscula)

- G o L: Para cables.
- M: Para maniobra o mando de motores.



- R: Para semiconductores.
 - B: Para minería.
 - Tr: Para transformadores.
- Tipo D ó DO: Utilizados para menores intensidades
- D: 2 a 100A. V=500V
 - DO: 100 A. V=400V

Curva de un fusible:

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

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

Siendo I_f la intensidad de fusión.

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

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

Calibre:

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

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

$$C_{FF} * I_N < I_{adm}$$

$$C_{FF} * I_N = I_F$$

Siendo:

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

I_N : Intensidad nominal del fusible.

I_F : Intensidad de fusión

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

Su abreviatura es I_{F5}



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

<u>I_n</u>	<u>I_{F5}</u>	<u>I_n</u>	<u>I_{F5}</u>
2	12	32	180
4	22	40	220
6	28	50	280
8	36	63	350
10	50	80	460
12	70	100	600
16	90	125	800
20	110	160	1000
25	140	200	1300
		250	1700

Poder de corte (Pdc):

$$Pdc > I_{ccp}$$

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

El poder de corte en los fusibles está normalizado con dos valores en K_A , 50 y 100.

Comprobaciones de los fusibles:

1) $I_{cc5} > I_{F5}$

Siendo I_{cc5} la corriente de a los 5 segundos.

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

$$I_{cc5} = \sqrt{\frac{C_e \cdot s^2 \cdot \Delta t}{5}}$$

- 2) Tiempo máximo que el fusible es capaz de soportar la intensidad de cortocircuito final (T_{ficcf})

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

$$T_{ccmin} < T_{ficcf}$$

$$T_{ficcf} = \frac{5 \cdot I_{f5}^2}{I_{ccf}^2}$$

Siendo:

T_{ccmin} = Tiempo máximo que el conductor es capaz de soportar la intensidad de cortocircuito final.

I_{ccf} = Intensidad de cortocircuito final.

Recordamos que $T_{ccmin} = \frac{C_c \cdot s^2 \cdot \Delta t}{I_{ccf}^2}$ y que $I_{ccmin} = \frac{\sqrt{3} \cdot C \cdot U_n}{|2Z_d + Z_o|}$

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

$$L_{\text{máx}} = \frac{0,8 \cdot U_f}{2 \cdot I_f \cdot 5 \cdot \sqrt{\left(\frac{1,5}{K \cdot S \cdot n}\right)^2 + \left(\frac{X_u}{n \cdot 1000}\right)^2}}$$

Siendo:

S= Sección en mm²

K= conductividad

n= Número de conductores por fase

Xu= Reactancia por unidad de longitud $\frac{\Omega \cdot m}{m}$

1.5.9 Protección de las personas

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

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

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



El RBT fija según la ITC-24 estos valores:

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

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

1.5.9.1 Protecciones contra contactos directos

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

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

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

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

1.5.9.2 Protecciones contra contactos indirectos

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

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

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



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

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a * I_a < U$$

Siendo:

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

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

U = tensión de contacto limite convencional.

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

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

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

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

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

Siendo I_s la sensibilidad en mA



1.5.10 Cuadros eléctricos

Introducción

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

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

En los circuitos interiores se deberá:

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

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



imprevisto (contacto indirecto), no nos quedemos sin suministro en toda la nave. A parte de esto, también se han de colocar seis interruptores automáticos al principio de cada una de las cinco líneas, para la protección de éstas.

En los cuadros auxiliares se ha de colocar un interruptor automático por cada línea a proteger y otro diferencial pudiendo en este caso agruparse líneas dependiendo el caso. Para la protección de las tomas de corriente se ha de colocar un interruptor automático y otro diferencial en la línea trifásica de las cuales se derivaran las tomas, ya que todas las líneas que salen de los cuadros van a ser solo trifásicas. En el caso de los aparatos de alumbrado irán protegidos con un interruptor automático cada una de las distintas agrupaciones de aparatos existentes, además de un diferencial para cubrir posibles desperfectos en las líneas y quedando un sistema trifásico totalmente equilibrado.

La distribución de las distintas protecciones estará representada en los planos de los cuadros auxiliares.

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

La protección diferencial debe ser selectiva para lo cual se debe dotar a los diferenciales situados en cabecera de línea del retraso correspondiente en función de los diferenciales colocados en dichas líneas aguas abajo. Partiendo de un retardo de 0 ms en los diferenciales situados más abajo en las líneas, se dotarán a los situados aguas arriba por encima de estos de un retraso de 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.

Cuadro general de distribución

Línea	Descripción
Acometida	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 22KA calibre 1250 A curva B, III+N
L.1	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 22KA calibre 300 A curva C, III+N
L.1	Relé diferencial Toroide 600 mA 300 A 4P
L.2	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 22KA calibre 300 A curva C, III+N
L.2	Relé diferencial Toroide 600 mA 300 A 4P
L.3	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 22KA calibre 250 A curva C, III+N
L.3	Relé diferencial Toroide 600 mA 250 A 4P
L.4	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 22KA calibre 80 A curva C, III+N
L.4	Relé diferencial Toroide 600 mA 80 A 4P



L.5	Relé diferencial Toroide 300 mA 100 A 4P
L.5-L.6	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 22KA calibre 63 A curva C, III+N
L.6	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 22KA calibre 20 A curva C, III+N
L.7	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 22KA calibre 300 A curva C, III+N
L.7	Relé diferencial Toroide 300 mA 300 A 4P

Cuadro secundario I

Línea	Descripción
L1	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 22KA calibre 300 A curva C, III+N
L1.C1	Relé diferencial Toroide 300 mA 80 A 4P
L1.C1.A	Interruptor magnetotérmico Pdc 22KA calibre 25 A curva D, III+N
L1.C1.B	Interruptor magnetotérmico Pdc 22KA calibre 25 A curva D, III+N
L1.C1.C	Interruptor magnetotérmico Pdc 22KA calibre 32 A curva D, III+N
L1.C2	Relé diferencial Toroide 300 mA 125 A 4P
L1.C2.A	Interruptor magnetotérmico Pdc 22KA calibre 10 A curva D, III+N
L1.C2.B	Interruptor magnetotérmico Pdc 22KA calibre 100 A curva D, III+N
L1.C3	Relé diferencial Toroide 300 mA 63 A 4P
L1.C3.A	Interruptor magnetotérmico Pdc 22KA calibre 25 A curva D, III+N
L1.C3.B	Interruptor magnetotérmico Pdc 22KA calibre 16 A curva D, III+N
L1.C3.C	Interruptor magnetotérmico Pdc 22KA calibre 16 A curva D, III+N
L1.C4	Interruptor magnetotérmico Pdc 22KA calibre 16 A curva D, III+N
L1.C4	Relé diferencial Toroide 30 mA 16 A 4P

Cuadro secundario II

Línea	Descripción
L2	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 22KA calibre 300 A curva C, III+N
L2.C1	Relé diferencial Toroide 300 mA 100 A 4P
L2.C1.A	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 22KA calibre 63 A curva D, III+N
L2.C1.B	Interruptor magnetotérmico Pdc 22KA calibre 25 A curva D, III+N
L2.C1.C	Interruptor magnetotérmico Pdc 22KA calibre 10 A curva D, III+N
L2.C2	Relé diferencial Toroide 300 mA 200 A 4P
L2.C2.A	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 22KA calibre 160 A curva D, III+N
L2.C2.B	Interruptor magnetotérmico Pdc 22KA calibre 32 A curva D, III+N
L2.C3	Interruptor magnetotérmico Pdc 22KA calibre 16 A curva D, III+N
L2.C3	Relé diferencial Toroide 30 mA 16 A 4P

Cuadro secundario III

Línea	Descripción
L3	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 10KA calibre 250 A curva C, III+N
L3.C1	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 10KA calibre 80 A curva D, III+N
L3.C1.A	Relé diferencial Toroide 300 mA 80 A 4P
L3.C2	Relé diferencial Toroide 300 mA 100 A 4P
L3.C2.A	Interruptor magnetotérmico Pdc 22KA calibre 50 A curva D, III+ N
L3.C2.B	Interruptor magnetotérmico Pdc 22KA calibre 50 A curva D, III+N
L3.C3	Relé diferencial Toroide 300 mA 20 A 4P
L3.C3.A	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 10KA calibre 10 A curva D, III+N
L3.C3.B	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 10KA calibre 10 A curva D, III+N
L3.C4	Interruptor magnetotérmico Pdc 10KA calibre 16 A curva D, III+N
L3.C4	Relé diferencial Toroide 30 mA 16 A 4P



Cuadro secundario IV (Caldera)

Línea	Descripción
L4	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 3KA calibre 80 A curva C, III+N
L4.C1	Interruptor magnetotérmico Pdc 3KA calibre 25 A curva D, III+N
L4.C1	Relé diferencial Toroide 300 mA 25 A 4P
L4.C2	Interruptor magnetotérmico Pdc 3KA calibre 25 A curva D, III+N
L4.C2	Relé diferencial Toroide 300 mA 25 A 4P
L4.C3	Interruptor magnetotérmico Pdc 3KA calibre 16 A curva D, III+N
L4.C3	Relé diferencial Toroide 300 mA 16 A 4P

Cuadro secundario Planta Baja

Línea	Descripción
L5	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 10KA calibre 63 A curva C, III+N
L5.C1	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 10KA calibre 30 A curva D, III+N
L5.C1	Relé diferencial Toroide 30 mA 30 A 4P
L5.C2	Interruptor magnetotérmico Pdc 10KA calibre 10 A curva D, III+ N
L5.C2	Relé diferencial Toroide 30 mA 20 A 4P
L5.C3	Interruptor magnetotérmico Pdc 10KA calibre 6 A curva D, III+ N
L5.C3	Relé diferencial Toroide 30 mA 10 A 4P
L5.C4	Interruptor magnetotérmico Pdc 10KA calibre 3 A curva D, III+ N
L5.C4	Relé diferencial Toroide 30 mA 3 A 4P
L5.C5	Interruptor magnetotérmico Pdc 10KA calibre 3 A curva D, III+ N
L5.C5	Relé diferencial Toroide 30 mA 3 A 4P
L5.C6	Interruptor magnetotérmico Pdc 10KA calibre 16 A curva D, III+ N
L5.C6	Relé diferencial Toroide 30 mA 20 A 4P

Cuadro secundario Planta Baja

línea	Descripción
L5	Interruptor magnetotérmico Pdc 10KA calibre 20A curva C, III+N
L5.C1	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 10KA calibre 6 A curva D, III+N
L5.C1	Relé diferencial Toroide 30 mA 6 A 4P
L5.C2	Interruptor magnetotérmico Pdc 10KA calibre 16 A curva D, III+N
L5.C2	Relé diferencial Toroide 30 mA 16 A 4P

1.6 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.

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

1.6.1 Objeto de las puestas a tierra.

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

Cuando otras instrucciones técnicas prescriban como obligatoria la puesta a tierra de algún elemento o parte de la instalación, dichas puestas a tierra se registrarán por el contenido de la presente instrucción.

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

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

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

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

1.6.2 Definición

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

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

1.6.3 Conceptos generales

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

- Conductor de puesta a tierra:

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



➤ Puente de unión:

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

➤ Red de tierra:

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

➤ Resistencia de tierra:

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

➤ Toma de tierra:

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

➤ Resistividad del terreno:

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

➤ Sistema de tierra:

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

➤ Diferencia entre el neutro y tierra:

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



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

1.6.4 Tomas de tierra

➤ 1.6.4.1 Electrodo

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

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

Tipos de electrodos

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

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

➤ Línea de enlace con tierra:

La línea de enlace con la tierra está formada por los conductores que unen el electrodo, conjunto de electrodos o anillo, con el punto de puesta a tierra. Los conductores de enlace con tierra desnudos en el suelo, se consideran que forman parte del electrodo y deberán ser de cobre u otro metal de alto punto de fusión con un mínimo de 35 mm^2 de sección en caso de ser de cobre o su equivalente de otros metales.

➤ Punto de puesta a tierra:

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

1.6.4.2 Resistencia de las tomas de tierra

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella, en cada caso.

Este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor
- 50 V en los demás casos.

1.6.5 Terreno

El terreno, desde el punto de vista eléctrico, se considera como el elemento encargado de disipar corrientes de defecto o descargas de origen atmosférico.

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

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

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

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

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

1.6.6 Tomas de tierra independientes.

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

1.6.7 Línea principal de tierra

Las líneas principales de tierra estarán formadas, por conductores que partirán del punto de puesta a tierra y a las cuales estarán conectadas las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de las masas generalmente a través de los conductores de protección.

Serán de cobre y se dimensionarán con la máxima corriente de falta que se prevé, siendo como mínimo de 16 mm² de sección.

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

1.6.8 Derivaciones de las líneas principales de tierra.

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

1.6.9 Conductores de protección.

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

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

1.6.10 Elementos a conectar a tierra.

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

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

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

1.6.11 Tipos de tierra

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

- Tierra de protección
- Tierra de servicio

1.6.12 Tierra de protección

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

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

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



La configuración de la tierra de protección suele ser:

Geometría / profundidad / nº de picas x longitud de picas

1.6.13 Tierra de Servicio

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

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

La configuración de la tierra de servicio suele ser:

Profundidad / nº de picas x longitud de picas

1.6.14 Cálculo de las puestas a tierra

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

- 1) Resistencia de la puesta a tierra R_t :

$$R_t = K_r * \rho < 37 \Omega.$$

Siendo

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

ρ : Resistencia en ohmios del terreno.

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

- 2) Tensión de defecto U_d :

$$U_d = R_t * I_d \leq 10.000 \text{ V}$$

Siendo:

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

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

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



soldadura aluminotérmica. En cada pica se pondrá una arqueta de registro para poder comprobar el buen estado de las picas y de las conexiones al anillo de cobre desnudo.

El anillo de puesta a tierra se conectará al borne principal de tierra del cuadro general 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 distinguen fácilmente de los conductores activos por el color amarillo-verde.

1.7 POTENCIA A COMPENSAR

La potencia total activa es de:

$$P = 539806,95 \text{ W}$$

La potencia total aparente es de:

$$S = 654036,27 \text{ VA}$$

Por lo tanto, la potencia total reactiva consumida será:

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = 369285,65 \text{ Var}$$

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

$$Q' = P \cdot \operatorname{tg} \alpha' = 177425,97$$

Por lo que la potencia a compensar sería de:

$$Q - Q' = 191859,68 \text{ Var}$$

Esta potencia será la que tenga que suministrar la batería de condensadores, puesto que se ha elegido compensación automática. Se elegirá una batería de condensadores que pueda llegar a suministrar una energía reactiva mayor de 191859,68 Var. El equipo seleccionado para la corrección automática del factor de potencia son dos baterías de



condensadores. Una de 17,5 KVAR con escalones de 2,5+5+10 y otra de 175 KVAR con escalones de 25+3x50 Cisar, que se colocará en el lado del cuadro general de baja tensión.

Las baterías automáticas elegidas tienen una serie de características:

- Tensión asignada: 400 V, trifásicos 50 Hz.
- Grado de protección IP31-IK05
- Auto transformador 400/230 V, integrado.
- Protección contra contactos directos IP2X(puerta abierta)
- Normas: IEC 60439-1 y 2, EN 60439-1

1.8 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

1.8.1 Parámetros

➤ Emplazamiento:

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

➤ Disposición constructiva:

- Abiertos: No hay separación entre elementos y son totalmente accesibles. Obsoletos. Iberdrola no permite su instalación.
- Celdas metálicas prefabricadas: Los elementos van en una caja metálica. Elementos independientes. Se utiliza en el 90% de los casos.



- Compacta: Todos los elementos están colocados dentro de una misma celda. Se utiliza en zonas privadas donde hay escasez de espacio.

- Conexión del CT con la línea de media tensión:
 - En simple derivación o en antena. (línea ramificada)
 - En anillo.
 - En doble derivación.

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

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

1.8.2 Componentes del CT

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



➤ No básicos:

- Ventilación:
 - Natural
 - Forzada
- Alumbrado
- Tomas de corriente en baja tensión
- Elementos de seguridad
 - Banquetas aislantes
 - Pértigas
 - Normas de utilización

1.8.3 Aparamenta en media tensión.

➤ Celdas metálicas:

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

➤ Interruptor para seccionar la línea de MT

➤ Celda de protección:

- Interruptor seccionador + fusible: (Ruptofusible)
- Interruptor seccionador + magneto-Disyuntor

➤ Celda de seccionamiento: Compuesta por un interruptor seccionado o de corte.

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

➤ Celda de medida: Necesaria para el CT de abonado.

1.8.4 Transformador



➤ Potencia nominal de los transformadores (Kvas):

25, 50, 100, 160, 250, 400, 630, 800, 1000, 1250.

▪ Factores para determinar la potencia del transformador:

- Potencia instalada
- Coeficiente de utilización K_u
- Coeficiente de simultaneidad K_s

$$P_{total} = P_{instalada} * K_u * K_s$$

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

$$S = \frac{1,3 * P}{0,9}$$

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

➤ Relación de transformación:

La relación de transformación habitual de los transformadores es:

MT / BT

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

➤ Tensión de cortocircuito (Vcc) :

- 4%
- 2%

➤ Frecuencia: 50 Hz.

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



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

- $S > 160 \text{ Kvas} \rightarrow \Delta yn_{11}$:
 - Triángulo
 - Estrella
 - Neutro accesible

➤ Construcción interna del transformador:

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

- Protecciones del transformador:
 - Relé Bucholz: Controla las descargas eléctricas de la cuba de aceite. Estas descargas hacen que el aceite hierva. Si la temperatura es muy elevada el relé desconecta el transformador.

 - Termómetro: Adosado a la cuba, mide la temperatura del aceite

 - Termoresistencias: Para transformadores secos.

 - Bloque de protección: Flotador que determina la cantidad de aceite en la cuba. El aceite se reduce con el uso del transformador. Si baja de un mínimo permitido el transformador se desconecta.

1.8.5 Cálculo del centro de transformación

- Intensidad en media tensión:

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

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

- Intensidad en baja tensión:

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

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

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

Siendo:

P_p : Pérdidas del transformador.

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

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

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

Siendo:

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

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



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

1.8.6 Solución adoptada CT

1.8.6.1 Situación y emplazamiento

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

1.8.6.2 Características generales del CT

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

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

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

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

1.8.6.3 Descripción de la Instalación

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

1.8.6.4 Características de los Materiales

Edificio de transformación: **PFU-4/20**

➤ Descripción

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

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

➤ Envolvente

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

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm².

Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre si y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 k Ω respecto de la tierra de la envolvente.

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

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

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

➤ Placa piso

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



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

➤ Accesos

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del Transformador (ambas con apertura de 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.

➤ Acabado

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

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

➤ Calidad

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

➤ Alumbrado

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

➤ Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

➤ Cimentación



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

1.8.6.5 Características detalladas

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

Dimensiones exteriores

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

Dimensiones interiores

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

Dimensiones de la excavación

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

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

1.8.6.6 Instalación eléctrica

Introducción

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

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



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

Características de la red de alimentación

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

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

Características de la aparamenta en MT

Celdas: CGMcosmos

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

Las partes que componen estas celdas son:

Base y frente

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

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



Cuba

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

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

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

Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra

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

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

Mando

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

Conexión de cables

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

Enclavamientos

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

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



Características eléctricas

Las características generales de las celdas CGMcosmos son las siguientes:

Tensión nominal 24 kv

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min):

- A tierra y entre fases 50 Kv
- A la distancia de seccionamiento 60 kv

Impulso tipo rayo

- A tierra y entre fases 125 kv
- A la distancia de seccionamiento 145 kv

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

1.8.6.7 Características descriptivas de las celdas y transformadores en MT

Interruptor-seccionador

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

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

Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kv
- Intensidad asignada: 400 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
- Nivel de aislamiento:



Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 28 kv
Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 75 kv

Capacidad de cierre (cresta): 40 kA

Capacidad de corte:

Corriente principalmente activa: 400 A

Características físicas:

Ancho: 365 mm

Fondo: 735 mm

Alto: 1740 mm

Peso: 95 kg

Otras características constructivas:

Mando interruptor: manual tipo B

Protección fusibles

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

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

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

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

Características eléctricas:

Tensión asignada: 24 kV

Intensidad asignada en el embarrado: 400 A

Intensidad asignada en la derivación: 200 A

Intensidad fusibles: 3x63 A



Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)

A tierra y entre fases: 50 kV

Impulso tipo rayo

A tierra y entre fases (cresta): 125 kV

Capacidad de cierre (cresta): 40 kA

Capacidad de corte

Corriente principalmente activa: 400 A

Características físicas:

Ancho: 470 mm

Fondo: 735 mm

Alto: 1740 mm

Peso: 140 kg

Otras características constructivas:

Mando posición con fusibles: manual tipo BR

Combinación interruptor-fusibles: combinados

Relé de protección: ekorRPT-201^a

1.8.6.8 Medida

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

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

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

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

Características eléctricas:

Tensión asignada: 24 kv



Características físicas:

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

Otras características constructivas:

Transformadores de medida: 3 TT y 3 TI

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

- Transformadores de tensión

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

Sobretensión admisible:

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

Medida

Potencia: 15 VA
Clase de precisión: 0,2

- Transformadores de intensidad

Relación de transformación: 15 - 30/5 A

Intensidad térmica: 200 In

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



Medida

Potencia: 15 VA

Clase de precisión: 0,2 s

1.8.6.9 Transformador aceite 24 kv

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

Otras características constructivas:

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

Tensión de cortocircuito (Ecc): 4%

Grupo de conexión: Dyn11

Protección incorporada al transformador: Sin protección propia

1.8.6.10 Instalación de puesta a tierra

Tierra de protección

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

Tierra de servicio

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

1.8.6.11 Instancias

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



1.8.6.12 Aparatos de MT

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

1.8.6.13 Aislamiento

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

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

1.8.6.14 Instalaciones secundarias del CT

Alumbrado:

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

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

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

Tomas de corriente:

Se colocara una toma de corriente monofásica.

Ventilación:

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

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



Elementos y medidas de seguridad:

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

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

1.9 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

El total del presente proyecto asciende a la cantidad de “CUATROCIENTOS DIECISIETE MIL DOSCIENTOS UN EUROS CON DIECINUEVE CENTIMOS”

Pamplona, Abril 2014

Carlos Moreno Chivite



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

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

CÁLCULOS

Carlos Moreno Chivite
José Javier Crespo Ganuza
Pamplona, Abril 2014



2.1 CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS:	1
2.1.1 Cálculo iluminación interior	1
2.1.2 Cálculo iluminación exterior:	3
2.1.3 Cálculo de la iluminación de emergencia.	3
2.2 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE LÍNEA	5
2.2.1 Método de cálculo	5
2.2.1 Tabla resumen de las intensidades de los cuadros.....	5
2.2.2.1 Cuadro secundario I	5
2.2.2.2 Cuadro secundario II.....	6
2.2.2.3 Cuadro secundario III	6
2.2.2.4 Cuadro secundario IV (Caldera)	7
2.2.2.5 Cuadro secundario planta baja e iluminación	7
2.2.2.6 Cuadro secundario primera planta	8
2.2.2.7 Cuadro general de distribución	8
2.2.3 Cálculo de la potencia del transformador	9
2.3 CÁLCULOS DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN	9
2.3.1 Introducción.....	9
2.3.2 Acometida BT. Transformador – C.G.D	10
2.3.3 Cuadro general de distribución y cuadros auxiliares.....	11
2.3.3.1 Cuadro general de distribución	11
2.3.3.2 Cuadro secundario I.....	12
2.3.3.3 Cuadro secundario II.....	12
2.3.3.4 Cuadro secundario III	13
2.3.3.5 Cuadro secundario IV (Caldera)	14
2.3.3.6 Cuadro secundario planta baja e iluminación	14
2.3.3.7 Cuadro secundario primera planta	15
2.3.4 Interpretación de las tablas:	16
2.4 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO	16
2.4.1 Introducción.....	16
2.4.2 Cálculo de la Icc (intensidad de cortocircuito) en el secundario del transformador:	
.....	17
2.4.3. Cálculo de la intensidad de cortocircuito en el cuadro general de distribución	18
2.4.4. Cálculo de la intensidad de cortocircuito en los cuadros auxiliares	19
2.4.4.1. Interpretación de las tablas	19
2.4.4.2 Cuadro general de distribución	19
2.4.4.2 Cuadro secundario I.....	19
2.4.4.3 Cuadro secundario II.....	20
2.4.4.4 Cuadro secundario III	20
2.4.4.5 Cuadro secundario IV (Caldera)	20
2.4.4.6 Cuadro secundario planta baja e iluminación	20
2.4.4.7 Cuadro secundario primera planta	21
2.5 CÁLCULO DE CONDENSADORES PARA LA CORRECCIÓN DEL FP.....	21
2.5.1. Batería de condensadores para la instalación:	21
2.5.1.1 Cuadro secundario I.....	21
2.5.1.2 Cuadro secundario II.....	21
2.5.1.3 Cuadro secundario III	22
2.5.1.4 Cuadro secundario IV (Caldera)	22
2.5.1.5 Cuadro secundario planta baja e iluminación	22



2.5.1.6 Cuadro secundario primera planta	23
2.5.2 Cálculo del conductor de unión de la batería	24
2.5.3. Cálculo de la protección de la batería.....	24
2.6. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA	25
2.6.1 Investigación del terreno	25
2.6.2 Resistencia de las picas	25
2.6.3 Resistencia de tierra del conductor de cobre enterrado	25
2.6.4 Resistencia a tierra total de la instalación.....	26
2.6.5 Sección del cable de tierra y conductor de protección	26
2.6.6 Punto de puesta a tierra.....	26
2.7. CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	26
2.7.1. Intensidad en alta tensión	26
2.7.2. Intensidad en baja tensión	27
2.7.3. Cortocircuitos	27
2.7.3.1. Introducción.....	27
2.7.3.2. Corrientes de cortocircuito	27
2.7.3.3. Conexión celdas- transformador.....	28
2.7.3.4. Conexión del secundario del transformador al cuadro BT.....	29
2.7.4 Iluminación CT.....	29
2.7.4.1. Luminarias de emergencia y señalización CT.....	29
2.7.5. Dimensionamiento de la ventilación del Centro de Transformación.....	29
2.7.6 Dimensiones del pozo apagafuegos.....	31
2.7.7 Cálculo de la instalación de puesta a tierra	31
2.7.7.1 Introducción.....	31
2.7.7.2 Tierra de protección.....	32
2.7.7.3 Tierra de servicio.....	33
2.7.7.4 Resistencia de la tierra de protección	34
2.7.7.5 Resistencia de tierra de servicio	34
2.7.7.6 Tensiones en el exterior de la instalación.....	34
2.7.7.7 Tensiones en el interior de la instalación	35
2.7.7.8 Tensiones aplicadas	35
2.7.7.9 Tensiones transferidas al exterior.....	36
2.7.7.10 Separación entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas del centro de transformación	36
2.7.7.11 Corrección y ajuste si procede.....	36

2.1 CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS:

2.1.1 Cálculo iluminación interior

El cálculo de la iluminación interior se ha realizado con el programa Dialux. Este potente programa se encarga de distribuir las luminarias necesarias según las dimensiones de la zona iluminar y del nivel de iluminancia exigido.

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

Tabla alumbrado interior de la nave:

Zona	Luminaria	Cantidad	Potencia por luminaria (W)	Potencia tot. (W)
Producción	INDAL L400Bxr3_400HbM1 ISR-BM1	42	400	16800
Almacenamiento	INDAL L400Bxr3_400HbM1 ISR-BM1	15	400	6000
Zona escalera	INDAL L400Bxr3_400HbM1 ISR-BM1	2	400	800
Calidad	INDAL ZES6129 61290	1	35	35
	INDAL Z6082803sA 96126EL+V-90003M	11	26	286
Vestuarios H	INDAL L_p_IES__36Fa1M2 401-IES-D-1-EL	12	36	432
Aseos H	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL	7	24	168
Botiquín	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL	3	24	72
Aseos M	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL	7	24	168
Vestuarios M	INDAL L_p_IES__36Fa1M2 401-IES-D-1-EL	12	36	432
Comedor	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL	8	24	192
Sala calderas	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL	4	24	96
Sala seguridad calderas	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL	3	24	72



Instalación eléctrica en BT de una nave industrial con CT
Carlos Moreno Chivite
Cálculos

Sala compresores	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL	6	24	144
Zona de paso 1	INDAL Z7080801sM3 492-IEV-M-EL	10	49	490
Zona de paso 2	INDAL Z7080801sM3 492-IEV-M-EL	2	49	98
Zona de paso 3	INDAL Z7080701sM2 492-IEV-M-EL	12	49	588
Aseos H	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL	7	24	168
Aseos M	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL	7	24	168
Sala de reuniones	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL	9	24	216
Aseos dirección	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL	4	24	96
Documentos	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL	4	24	96
Oficina 1	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL	8	24	192
Oficina 2	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL	9	24	216
Cuarto de limpieza	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL	3	24	72
Sala de espera	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL	6	24	144
Dirección	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL	6	24	144
Centro transf.	INDAL Z7102202sM2 400139EL	1	39	39
Total				28424

Las luminarias se han obtenido del catálogo de Indal. La potencia total para el alumbrado interior es de 28424 W.

2.1.2 Cálculo iluminación exterior:

Para la iluminación exterior se han utilizado 6 luminarias especiales para este caso, distribuidas alrededor de la parte frontal y zona exterior de muelles de carga del almacén, de 250 W cada una, siendo una potencia total de 1500 W

Luminaria	Número	Potencia (W)	Potencia total (W)
INDAL P400IZC__250Ht IZC-D	6	250	1500

2.1.3 Cálculo de la iluminación de emergencia.

Para calcular el alumbrado de emergencia se ha tenido en cuenta que es necesaria una iluminación media de 5 lm/m² en toda la nave cuando el alumbrado general falle, para de esta manera poder evacuar a los trabajadores en caso de que sea necesario.

El alumbrado de emergencia estará situado encima de los marcos de las puertas a una altura respecto al suelo de 2.5m en la zona de vestuarios y oficinas en planta baja y primera planta respectivamente, y de 3.5m en la zona de producción y almacenamiento.

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

Zona	Superf (m ²)	Ilumin. (lm/m ²)	Flujo nec. (lm)	Luminaria	Cantidad	Flujo (lm)	Flujo total (lm)
Producción	1155.5	5	5777.5	Iverlux Alpha A4800010 1 x 11W	13	480	6240
Almacenamiento	481.2	5	2406	Iverlux Alpha A4800010 1 X 11W	6	480	2880
Zona escalera	41.82	5	209.1	Iverlux Alpha A1350110 2 X 8W	2	135	270
Calidad	23.8	5	119	Iverlux Alpha A1350010 1 X 8W	1	135	135
Vestuarios H	42.7	5	213.5	Iverlux Alpha A1350110 2 X 8W	2	135	270
Aseos H	23.8	5	119	Iverlux Alpha A0600130 2 X 8W	2	60	120
Botiquín	11.1	5	55.5	Iverlux Alpha A0600130 2 X 8W	1	60	60



Instalación eléctrica en BT de una nave industrial con CT
Carlos Moreno Chivite
Cálculos

Aseos M	23.8	5	119	Iverlux Alpha A0600130 2 X 8W	2	60	120
Vestuarios M	42.7	5	213.5	Iverlux Alpha A1350110 2 X 8W	2	135	270
Comedor	36	5	180	Iverlux Alpha A0600130 2 X 8W	3	60	180
Sala calderas	17.19	5	85.95	Iverlux Alpha A0800010 1 X 8W	1	96	96
Cuarto seguridad calderas	12.28	5	61.4	Iverlux Alpha A0800010 1 X 8W	1	96	96
Sala de compresores	24.4	5	122	Iverlux Alpha A0800010 1 X 8W	2	96	192
Zona de paso 1	86.87	5	434.4	Iverlux Alpha A1350110 2X 8W	4	135	540
Zona de paso 2	17.1	5	85.5	Iverlux Alpha A1350110 2X 8W	1	135	135
Zona de paso 3	104.18	5	520.9	Iverlux Alpha A0600130 2 X 8W	4	135	540
Aseos H	23.8	5	119	Iverlux Alpha A0600130 2 X 8W	2	60	120
Aseos M	23.8	5	119	Iverlux Alpha A0600130 2 X 8W	2	60	120
Sala de espera	23.8	5	119	Iverlux Alpha A1350110 2 X 8W	2	60	120
Sala de Reuniones	42.7	5	213.5	Iverlux Alpha A1350110 2 X 8W	2	135	270
Oficinas 1	36	5	180	Iverlux Alpha A0800010 1 X 8W	2	96	192
Oficinas 2	42.7	5	213.5	Iverlux Alpha A1350110 2 X 8W	2	135	270
Dirección	24.34	5	121.7	Iverlux Alpha A1350110 2 X 8W	1	135	135
Aseos Dirección	12.28	5	61.4	Iverlux Alpha A0800010 1 X 8W	1	96	96
Documentos	17.19	5	86	Iverlux Alpha A0800010 1 X 8W	1	96	96
Cuarto de limpieza	11.1	5	55.5	Iverlux Alpha A0600130 2 X 8W	1	60	60
Centro transfor.	10.6	5	53	Iverlux Alpha A0600130 2 X 8W	1	60	60
TOTAL							13683

Potencia total alumbrado de emergencia: 857 W

Para realizar el cálculo de las luminarias necesarias, se multiplican los 5 lm/m² por los metros cuadrados de la zona a iluminar. Sabiendo los lm totales para la superficie en concreto y teniendo en cuenta los lm por luminaria se colocarán las que sean oportunas.

2.2 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE LÍNEA

2.2.1 Método de cálculo

Como ya está indicado en la memoria se utilizarán el criterio térmico y el criterio de caída de tensión.

2.2.2 Tabla resumen de las intensidades de los cuadros

2.2.2.1 Cuadro secundario I

Cuadro Sec. 1

Línea	Descripción	Potencia (W)	Tensión (V)	Cos α	In (A)	Fc	Ical (A)	Fase
L1C1A	DECORADORA	15000	380	0,95	23,99	1,25	29,99	Trifásica
L1C1B	LACADO EXTERIOR	15000	380	0,95	23,99	1,25	29,99	Trifásica
L1C1C	LAVADORA	20000	380	0,95	31,99	1,25	39,98	Trifásica
L1C2A	CINTA TRANSPORTADORA 3	5000	380	0,95	8,00	1,25	10,00	Trifásica
L1C2B	HORNO DE AIRE	60000	380	0,95	95,96	1,25	119,95	Trifásica
L1C3A	TROQUELADORA	15000	380	0,95	23,99	1,25	29,99	Trifásica
L1C3B	ESTAMPADORA	10000	380	0,95	15,99	1,25	19,99	Trifásica
L1C3C	REMACHADORA	10000	380	0,95	15,99	1,25	19,99	Trifásica
L1C4A	TC Generales 2x		220	0,95	16,00	1	16,00	R-N
L1C4B	TC Generales 2x		220	0,95	16,00	1	16,00	S-N
L1C4C	TC Generales 2x		220	0,95	16,00	1	16,00	T-N
L1C4D	T C Trifásicas 3x		380	0,95	16,00	1	16,00	Trifásica
L1C4	Total C4	10004,33			16,00	1	16,00	
Total		160004,33			255,90		315,87	



2.2.2.2 Cuadro secundario II

Cuadro Sec. 2								
Línea	Descripción	Potencia (W)	Tensión (V)	Cos α	In (A)	Fc	Ical (A)	Fase
L2C1A	ENTALLADORA	35000	380	0,95	55,98	1,25	69,97	Trifásica
L2C1B	LACADO INTERNO	15000	380	0,95	23,99	1,25	29,99	Trifásica
L2C1C	CINTA TRANSPORTADORA 4	5000	380	0,95	8,00	1,25	10,00	Trifásica
L2C2A	HORNO DE COCCIÓN	80000	380	0,95	127,94	1,25	159,93	Trifásica
L2C2B	EMPAQUETADO AUTOMÁTICO	19000	380	0,95	30,39	1,25	37,98	Trifásica
L2C3A	TC Generales 3x		220	0,95	16,00	1	16,00	R-N
L2C3B	TC Generales 3x		220	0,95	16,00	1	16,00	S-N
L2C3C	TC Generales 3x		220	0,95	16,00	1	16,00	T-N
L2C3D	T C Trifásicas 7x		380	0,95	16,00	1	16,00	Trifásica
L2C3	Total C3	10004,33			16,00	1	16,00	
Total		164004,33			262,29		323,87	

2.2.2.3 Cuadro secundario III

Cuadro Sec. 3								
Línea	Descripción	Potencia (W)	Tensión (V)	Cos α	In (A)	Fc	Ical (A)	Fase
L3C1	FORMADORA	45000	380	0,95	71,97	1,25	89,96	Trifásica
L3C2A	PRENSA	30000	380	0,95	47,98	1,25	59,97	Trifásica
L3C2B	RECORTADORA	30000	380	0,95	47,98	1,25	59,97	Trifásica
L3C3A	CINTA TRANSPORTADORA 1	5000	380	0,95	8,00	1,25	10,00	Trifásica
L3C3B	CINTA TRANSPORTADORA 2	5000	380	0,95	8,00	1,25	10,00	Trifásica
L3C4A	TC Generales 3x		220	0,95	16,00	1	16,00	R-N
L3C4B	TC Generales 3x		220	0,95	16,00	1	16,00	S-N
L3C4C	TC Generales 3x		220	0,95	16,00	1	16,00	T-N
L3C4D	T C Trifásicas 4x		380	0,95	16,00	1	16,00	Trifásica
L3C4	Total C4	10004,33			16,00	1	16,00	
Total		125004,3			199,92		245,90	

2.2.2.4 Cuadro secundario IV (Caldera)

Cuadro Sec. IV (Caldera)								
Línea	Descripción	Potencia (W)	Tensión (V)	Cos α	In (A)	Fc	Ical (A)	Fase
L4C1	CALDERA	15000	380	0,95	23,99	1,25	29,99	Trifásica
L4C2	COMPRESORES	15000	380	0,95	23,99	1,25	29,99	Trifásica
L4C3A	TC Generales 2x		220	0,95	16,00	1	16,00	R-N
L4C3B	TC Generales 2x		220	0,95	16,00	1	16,00	S-N
L4C3C	TC Generales 2x		220	0,95	16,00	1	16,00	T-N
L4C3D	TC Trifásicas 6x		380	0,95	16,00	1	16,00	Trifásica
L4C3	Total C3	10004,33			16,00		16,00	
Total		40004,33			63,98		75,97	

2.2.2.5 Cuadro secundario planta baja e iluminación

Cuadro Sec. Planta baja e Iluminación								
Línea	Descripción	Potencia (W)	Tensión (V)	Cos α	In (A)	Fc	Ical (A)	Fase
L5C1A	ALUMBRADO PRODUCCIÓN Zona 1	5600	220	0,95	26,79	1,8	48,23	R-N
L5C1B	ALUMBRADO PRODUCCIÓN Zona 2	5600	220	0,95	26,79	1,8	48,23	S-N
L5C1C	ALUMBRADO PRODUCCIÓN Zona 3	5600	220	0,95	26,79	1,8	48,23	T-N
L5C1	TOTAL ALUMBRADO ZONA PRODUCCIÓN	16800			26,79		48,23	
L5C2A	ALUMBRADO ZONA DE ALMACÉN Zona 1	2000	220	0,95	9,57	1,8	17,22	R-N
L5C2B	ALUMBRADO ZONA DE ALMACÉN Zona 2	2000	220	0,95	9,57	1,8	17,22	S-N
L5C2C	ALUMBRADO ZONA DE ALMACÉN Zona 3	2000	220	0,95	9,57	1,8	17,22	T-N
L5C2	TOTAL ALUMBRADO ZONA DE ALMACÉN	6000			9,57		17,22	
L5C3A	Al.Zona1	1092	220	0,95	5,22	1,8	9,40	R-N
L5C3B	Al.Zona2	1272	220	0,95	6,09	1,8	10,96	S-N
L5C3C	Al.Zona3	1160	220	0,95	5,55	1,8	9,99	T-N
L5C3	Total zona 1,2,3	3524			5,62		10,12	
L5C4A	Al.Exterior	500	220	0,95	2,39	1,8	4,31	R-N
L5C4B	Al.Exterior	500	220	0,95	2,39	1,8	4,31	S-N
L5C4C	Al.Exterior	500	220	0,95	2,39	1,8	4,31	T-N
L5C4	Total Alumb Ext	1500			2,39		4,31	

L5C5A	Al. Emergencia	289	220	0,95	1,38	1,8	2,49	R-N
L5C5B	Al. Emergencia	280	220	0,95	1,34	1,8	2,41	S-N
L5C5C	Al. Emergencia	288	220	0,95	1,38	1,8	2,48	T-N
L5C5	Total alum Emerg	857			1,37		2,46	
L5C6A	TC Generales 8x		220	0,95	16,00	1	16,00	R-N
L5C6B	TC Generales 8x		220	0,95	16,00	1	16,00	S-N
L5C6C	TC Generales 8x		220	0,95	16,00	1	16,00	T-N
L5C6	Total C5	10004,33			16,00		16,00	
Total		38685,33			61,74		98,34	

2.2.2.6 Cuadro primera planta

Cuadro primera planta								
Línea	Descripción	Potencia (W)	Tensión (V)	Cos α	In (A)	Fc	Ical (A)	Fase
L6C1A	Al.Zona 4	744	220	0,95	3,56	1,8	6,41	R-N
L6C1B	Al.Zona 5	624	220	0,95	2,99	1,8	5,37	S-N
L6C1C	Al.Zona 6	732	220	0,95	3,50	1,8	6,30	T-N
L6C1	Total zona 4,5,6	2100			3,35		6,03	
L6C2A	TC Generales 11x		220	0,95	16,00	1	16,00	R-N
L6C2B	TC Generales 11x		220	0,95	16,00	1	16,00	S-N
L6C2C	TC Generales 11x		220	0,95	16,00	1	16,00	T-N
L6C2	Total C2	10004,33			16,00		16,00	
Total		12104,33			19,35		22,03	

2.2.2.7 Cuadro general de distribución

Cuadro general distribución						
Línea	Descripción	Potencia (W)	Tensión (V)	In (A)	Ical (A)	Fase
L1	Cuadro secundario 1	160004,33	380	255,90	315,87	Trifásica
L2	Cuadro secundario 2	164004,33	380	262,29	323,87	Trifásica
L3	Cuadro secundario 3	125004,33	380	199,92	245,90	Trifásica
L4	Cuadro secundario 4 (Caldera)	40004,33	380	63,98	75,97	Trifásica
L5	Cuadro secundario planta baja e iluminación	38685,33	380	61,74	98,34	Trifásica
L6	Cuadro secundario primera planta	12104,33	380	19,35	22,03	Trifásica
Total		539806,95		863,18	1081,98	



POTENCIA PREVISTA PARA LAS TOMAS DE CORRIENTE:

Para tomas de corriente, se limita la potencia que consuman mediante el magnetotérmico. Así, podemos colocar tomas de corriente por toda la nave, limitando su consumo de corriente a lo que nosotros deseemos. En este proyecto se han limitado 16 A, ya que es un consumo más que suficiente para este tipo de nave industrial. El número de tomas de corriente se colocan para comodidad de las personas que vayan a realizar la actividad, y no definen el calibre de la protección.

2.2.3 Cálculo de la potencia del transformador

Calculada la previsión de carga, y las intensidades que demandará la empresa, se prevé necesario la utilización de un transformador de 630 KVA que proporciona una intensidad de $I = S_n / \sqrt{3} \cdot V = 630\text{KVA} / \sqrt{3} \cdot 400 = 909,33 \text{ A}$

2.3 Cálculos de los conductores de baja tensión

2.3.1 INTRODUCCIÓN

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

- F_c : factor de corrección, que depende de la temperatura del tipo de canalización y del número de conductores que se alojan en la misma.
- I_{adm} : es la intensidad resultante del cociente de I_{cal} entre F_c .

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

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

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

- Monofásica:

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



➤ Trifásica:

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

Siendo:

- U: Caída de tensión en voltios.
- L: Longitud de la línea en metros.
- In: Intensidad nominal de la línea en amperios.
- Cos α : Factor de potencia.
- C: Conductividad del material conductor (Cobre)
- S: Sección del cable mm².

2.3.2 Acometida BT. Transformador – C.G.D

Es la línea que une el CT con el cuadro general de distribución. Transporta toda la corriente de la instalación y está diseñada para ampliar en un 30 % la carga de la misma, o para poder aprovechar el transformador al 100%.

Como se ha calculado anteriormente, esta línea se dimensionará para una corriente de 909,32 amperios. La longitud desde el centro de transformación hasta el cuadro general es de 30 metros.

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

La línea será subterránea a una profundidad de 0.7 metros. Así mismo, también se debe aplicar un factor de corrección de 0.8 ya que se instalarán tres ternas de conductores unipolares dispuestos en trébol.

- In = 909,33 A
- I = 909,33 / 3 = 303,11 A
- I' = 303,11 / 0,8 = 378,89 A

Atendiendo a lo establecido en la tabla 5 de la ITC -07, en la columna de cable tripolar con aislamiento de XLPE, la intensidad admisible es 400 A y la sección 150 mm². Además esta sección está normalizada según Iberdrola.

La caída de tensión será, con esa sección:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I_n \cdot \cos\alpha}{U \cdot C} \implies V = \frac{\sqrt{3} \cdot 30 \cdot 909,33 \cdot 0,9}{150 \cdot 3 \cdot 56} = 1,69 \text{ V}$$

L = 30 m

In = 909, 33 A

S = 150 x 3 mm² (fase)

C = 56 (Cu)



$\text{Cos } \alpha = 0,9$ (Según Iberdrola)

La distribución de la corriente del centro de transformación al cuadro general de distribución se hará mediante nueve conductores unipolares de cobre de 150 mm^2 sección. Siendo para cada una de las fases tres de ellos. Para el neutro se utilizarán tres conductores de 70 mm^2 de sección cada uno, con aislamiento de Polietileno Reticulado (XLPE), según dicta la tabla 7.1 de la ITC-BT-07. El diámetro del tubo de la acometida será de 225 mm, de 2,2 mm de espesor, liso por el interior y corrugado por el exterior, color rojo FU 15 R de resistencia al aplastamiento 450 N.

2.3.3 Cuadro general de distribución y cuadros auxiliares

2.3.3.1 Cuadro general de distribución

Cuadro general de distribución									
Línea	Inom(A)	Ical(A)	L(m)	Cos α	Canalización	C.térmico	Cdt	S(mm ²)	ϕ Tubo (mm)
L1	255,90	315,87	33	0,95	Montaje Superficial	150	24,07	R 3x150/70	75
L2	262,29	323,87	55	0,95	Montaje Superficial	150	41,11	R 3x150/70	75
L3	199,92	245,90	70	0,95	Montaje Superficial	120	39,88	R 3x120/70	63
L4	63,98	75,97	39	0,95	Montaje Superficial	16	7,11	R 3x16/16	32
L5	61,74	98,34	20	0,95	Montaje Superficial	25	3,52	R 3x25/16	32
L6	19,35	22,03	12	0,95	Montaje Superficial	2,5	0,66	R 3x10/10	32

2.3.3.2 Cuadro secundario I

Cuadro Sec I									
Línea	Inom(A)	Ical(A)	L(m)	Cos α	Canalización	C.térmico	Cdt	S(mm ²)	ϕ Tubo (mm)
L1C1A	23,99	29,99	30	0,95	Montaje Superficial	4	2,64	R 3x4/4 + 4 TT	20
L1C1B	23,99	29,99	25	0,95	Montaje Superficial	4	2,20	R 3x4/4 + 4 TT	20
L1C1C	31,99	39,98	16	0,95	Montaje Superficial	6	1,88	R 3x6/6 + 6 TT	20
L1C2A	8,00	10,00	15	0,95	Montaje Superficial	1,5	0,44	R 3x1,5/1,5+4 TT	16
L1C2B	95,96	119,95	15	0,95	Montaje Superficial	35	5,29	R 3x35/16 + 16 TT	40
L1C3A	23,99	29,99	14	0,95	Montaje Superficial	4	1,23	R 3x4/4 + 4 TT	20
L1C3B	15,99	19,99	13	0,95	Montaje Superficial	2,5	0,76	R 3x2,5/2,5 + 4 TT	16
L1C3C	15,99	19,99	13	0,95	Montaje Superficial	2,5	0,76	R 3x2,5/2,5 + 4 TT	16
L1C4A	16,00	16,00	0,3	0,95	Montaje Superficial	1,5	0,08	R 2x1,5+4 TT	16
L1C4B	16,00	16,00	0,3	0,95	Montaje Superficial	1,5	0,08	R 2x1,5+4 TT	16
L1C4C	16,00	16,00	0,3	0,95	Montaje Superficial	1,5	0,08	R 2x1,5+4 TT	16
L1C4D	16,00	16,00	0,3	0,95	Montaje Superficial	1,5	0,02	R 3x1,5/1,5+4 TT	16
L1C4	16,00	16,00	31	0,95	Montaje Superficial	1,5	2,43	R 3x2,5/2,5 + 4 TT	16

2.3.3.3 Cuadro sec II

Cuadro Sec 2									
Línea	Inom(A)	Ical(A)	L(m)	Cos α	Canalización	C.térmico	Cdt	S(mm ²)	ϕ Tubo (mm)
L2C1A	55,98	69,97	12	0,95	Montaje Superficial	16	2,47	R 3x16/16 + 10 TT	32
L2C1B	23,99	29,99	16	0,95	Montaje Superficial	4	1,41	R 3x4/4 + 4 TT	20
L2C1C	8,00	10,00	16	0,95	Montaje Superficial	1,5	0,47	R 3x1,5/1,5+4 TT	16



Instalación eléctrica en BT de una nave industrial con CT
Carlos Moreno Chivite
Cálculos

L2C2A	127,94	159,93	12	0,95	Montaje Superficial	70	5,64	R 3x70/35 + 35 TT	50
L2C2B	30,39	37,98	20	0,95	Montaje Superficial	6	2,23	R 3x6/6 + 6 TT	20
L2C3A	16,00	16,00	0,3	0,95	Montaje Superficial	1,5	0,08	R 2x1,5+4 TT	16
L2C3B	16,00	16,00	0,3	0,95	Montaje Superficial	1,5	0,08	R 2x1,5+4 TT	16
L2C3C	16,00	16,00	0,3	0,95	Montaje Superficial	1,5	0,08	R 2x1,5+4 TT	16
L2C3D	16,00	16,00	0,3	0,95	Montaje Superficial	1,5	0,02	R 3x1,5/1,5+4 TT	16
L2C3	16,00	16,00	27	0,95	Montaje Superficial	1,5	2,12	R 3x2,5/2,5 + 4 TT	16

2.3.3.4 Cuadro sec III

Cuadro Sec 3									
Linea	Inom(A)	Ical(A)	L(m)	Cos α	Canalización	C.térmico	Cdt	S(mm ²)	Φ Tubo (mm)
L3C1	71,97	89,96	10	0,95	Montaje Superficial	25	2,64	R 3x25/16 + 16 TT	32
L3C2A	47,98	59,97	14	0,95	Montaje Superficial	10	2,47	R 3x10/10 + 10 TT	32
L3C2B	47,98	59,97	14	0,95	Montaje Superficial	10	2,47	R 3x10/10 + 10 TT	32
L3C3A	8,00	10,00	13	0,95	Montaje Superficial	1,5	0,38	R 3x1,5/1,5+4 TT	16
L3C3B	8,00	10,00	13	0,95	Montaje Superficial	1,5	0,38	R 3x1,5/1,5+4 TT	16
L3C4A	16,00	16,00	0,3	0,95	Montaje Superficial	1,5	0,08	R 2x1,5+4 TT	16
L3C4B	16,00	16,00	0,3	0,95	Montaje Superficial	1,5	0,08	R 2x1,5+4 TT	16
L3C4C	16,00	16,00	0,3	0,95	Montaje Superficial	1,5	0,08	R 2x1,5+4 TT	16
L3C4D	16,00	16,00	0,3	0,95	Montaje Superficial	1,5	0,02	R 3x1,5/1,5+4 TT	16
L3C4	16,00	16,00	43	0,95	Montaje Superficial	1,5	3,37	R 3x4/4 + 4 TT	20

2.3.3.5 Cuadro sec IV (Caldera)

Cuadro Sec 4 (Caldera)									
Línea	Inom(A)	Ical(A)	L(m)	Cos α	Canalización	C.térmico	Cdt	S(mm ²)	ϕ Tubo (mm)
L4C1	23,99	29,99	4	0,95	Montaje Superficial	4	0,35	R 3x4/4 + 4 TT	20
L4C2	23,99	29,99	7	0,95	Montaje Superficial	4	0,62	R 3x4/4 + 4 TT	20
L4C3A	16,00	16,00	1	0,95	Montaje Superficial	1,5	0,27	R 2x1,5+4 TT	16
L4C3B	16,00	16,00	1	0,95	Montaje Superficial	1,5	0,27	R 2x1,5+4 TT	16
L4C3C	16,00	16,00	1	0,95	Montaje Superficial	1,5	0,27	R 2x1,5+4 TT	16
L4C3D	16,00	16,00	1	0,95	Montaje Superficial	1,5	0,06	R 3x1,5/1,5+4 TT	16
L4C3	16,00	16,00	25	0,95	Montaje Superficial	1,5	1,96	R 3x2,5/2,5 + 4 TT	16

2.3.3.6 Cuadro planta baja

Cuadro sec. planta baja e iluminación									
Línea	Inom(A)	Ical(A)	L(m)	Cos α	Canalización	C.térmico	Cdt	S(mm ²)	ϕ Tubo (mm)
L5C1A	26,79	48,23	30	0,95	Montaje Superficial	10	5,45	R 2x10 + 10 TT	20
L5C1B	26,79	48,23	30	0,95	Montaje Superficial	10	5,45	R 2x10 + 10 TT	20
L5C1C	26,79	48,23	30	0,95	Montaje Superficial	10	5,45	R 2x10 + 10 TT	20
L5C1	26,79	48,23	40	0,95	Montaje Superficial	10	10,50	R 3x16/16 + 10 TT	32
L5C2A	9,57	17,22	15	0,95	Montaje Superficial	1,5	0,97	R 2x1,5+4 TT	16
L5C2B	9,57	17,22	15	0,95	Montaje Superficial	1,5	0,97	R 2x1,5+4 TT	16
L5C2C	9,57	17,22	15	0,95	Montaje Superficial	1,5	0,97	R 2x1,5+4 TT	16
L5C2	9,57	17,22	50	0,95	Montaje Superficial	1,5	4,69	R 3x6/6 + 6 TT	20



Instalación eléctrica en BT de una nave industrial con CT
Carlos Moreno Chivite
Cálculos

L5C3A	5,22	9,40	50	0,95	Montaje Superficial	1,5	1,77	R 2x2,5 + 2,5 TT	16
L5C3B	6,09	10,96	50	0,95	Montaje Superficial	1,5	2,06	R 2x2,5 + 2,5 TT	16
L5C3C	5,55	9,99	50	0,95	Montaje Superficial	1,5	1,88	R 2x2,5 + 2,5 TT	16
L5C3	5,62	10,12	20	0,95	Montaje Superficial	1,5	1,10	R 3x1,5/1,5 + 4 TT	16
L5C4A	2,39	4,31	40	0,95	Montaje Superficial	1,5	0,65	R 2x1,5+4 TT	16
L5C4B	2,39	4,31	40	0,95	Montaje Superficial	1,5	0,65	R 2x1,5+4 TT	16
L5C4C	2,39	4,31	40	0,95	Montaje Superficial	1,5	0,65	R 2x1,5+4 TT	16
L5C4	2,39	4,31	35	0,95	Montaje Superficial	1,5	0,82	R 3x1,5/1,5 + 4 TT	16
L5C5A	1,38	2,49	50	0,95	Montaje Superficial	1,5	0,47	R 2x1,5+4 TT	16
L5C5B	1,34	2,41	50	0,95	Montaje Superficial	1,5	0,45	R 2x1,5+4 TT	16
L5C5C	1,38	2,48	50	0,95	Montaje Superficial	1,5	0,47	R 2x1,5+4 TT	16
L5C5	1,37	2,46	40	0,95	Montaje Superficial	1,5	0,54	R 3x1,5/1,5 + 4 TT	16
L5C6A	16,00	16,00	3	0,95	Montaje Superficial	1,5	0,81	R 2x1,5+4 TT	16
L5C6B	16,00	16,00	3	0,95	Montaje Superficial	1,5	0,81	R 2x1,5+4 TT	16
L5C6C	16,00	16,00	3	0,95	Montaje Superficial	1,5	0,81	R 2x1,5+4 TT	16
L5C6	16,00	16,00	48	0,95	Montaje Superficial	1,5	3,76	R 3x4/4 + 4 TT	20

2.3.3.7 Cuadro primera planta

Cuadro Sec Primera planta									
Linea	Inom(A)	Ical(A)	L(m)	Cos α	Canalización	C.térmico	Cdt	S(mm ²)	ϕ Tubo (mm)
L6C1A	3,56	6,41	50	0,95	Montaje Superficial	1,5	1,21	R 2x1,5+4 TT	16
L6C1B	2,99	5,37	50	0,95	Montaje Superficial	1,5	1,01	R 2x1,5+4 TT	16
L6C1C	3,50	6,30	50	0,95	Montaje Superficial	1,5	1,19	R 2x1,5+4 TT	16

L6C1	3,35	6,03	30	0,95	Montaje Superficial	1,5	0,98	R 3x1,5/1,5 + 4 TT	16
L6C2A	16,00	16,00	2	0,95	Montaje Superficial	1,5	0,54	R 2x1,5+4 TT	16
L6C2B	16,00	16,00	2	0,95	Montaje Superficial	1,5	0,54	R 2x1,5+4 TT	16
L6C2C	16,00	16,00	2	0,95	Montaje Superficial	1,5	0,54	R 2x1,5+4 TT	16
L6C2	16,00	16,00	50	0,95	Montaje Superficial	1,5	3,92	R 3x4/4 + 4 TT	20

2.3.4 Interpretación de las tablas:

Línea= designación de la línea eléctrica a la que hace referencia

Inom= intensidad nominal de la línea en amperios

Ical= intensidad resultante de multiplicar Inom por un factor de corrección que depende del tipo de receptor.

Fc= factor de corrección, que depende de la temperatura, del tipo de canalización y del número de conductores que se alojan en la misma

Iadm= es la intensidad resultante del cociente de Ical entre Fc

L= longitud de la línea en metros

Canalización= Tipo de canalización por la que se distribuye la línea

S= sección del cable en mm²

Φ Tubo = Diámetro exterior mínimo del tubo que aloja los cables y se calcula según el número y sección de los cables a conducir.

2.4 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

2.4.1 Introducción

El cálculo de la corriente de cortocircuito en diferentes puntos de una instalación tiene por objeto determinar el poder de corte de los dispositivos de protección considerados. Estos puntos serán las entradas a los cuadros de distribución, ya que es aquí donde se colocarán las protecciones. El poder de corte y el calibre calculado para las protecciones magnetotérmicas, serán los que se utilizarán para las protecciones diferenciales. El poder de corte de las protecciones deberá ser igual o superior a la corriente de cortocircuito Icc calculada para su valor máximo en ausencia del dispositivo de protección.

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

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

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

2.4.2 Cálculo de la I_{cc} (intensidad de cortocircuito) en el secundario del transformador:

En primer lugar se calcula la impedancia aguas arriba del transformador. La potencia de cortocircuito que proporciona la red es $S_{cc} = 500$ MVA. (Dato obtenido de la compañía suministradora, en nuestro caso IBERDROLA S.A.).

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

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

Donde:

U : tensión en vacío del secundario en voltios

S_{cc} : potencia de cortocircuito en KVA

Z, X : impedancia o reactancia aguas arriba en $m\Omega$

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

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

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

$$Z = U_{cc} \times \frac{U^2}{S_n}$$

$$Z_t = \left(\frac{4}{100} \right) \times \frac{400^2}{630 \times 10^3} = 0,010 \Omega j$$

Donde:



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

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

$$Z_d = 0.32 + 10,16 = 10,48 \text{ m}\Omega_j$$

$$I_{cc} = \frac{U_s}{\sqrt{3} \cdot Z_d} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 10,32} = 22,37 \text{ KA}$$

Donde:

I_{cc}: corriente de cortocircuito eficaz en KA
U_s: tensión entre fases en vacío del secundario del transformador
Z_T: impedancia total por fase de la red aguas arriba del defecto en mΩj

2.4.3. Cálculo de la intensidad de cortocircuito en el cuadro general de distribución

Se parte de los datos obtenidos en el secundario del transformador en los que tenemos una impedancia Z_d= 10.48 mΩj inductiva.

Una vez hecho esto se calculan los valores de la resistencia, la reactancia y la impedancia, desde la acometida hasta el Cuadro General de Distribución de la empresa: 30 metros de acometida, formada por 3 fases de 3x150 mm²

$$R_L = \rho \frac{L}{S} = 0,01785 \frac{30}{450} \text{ m}\Omega = 1,19 \text{ m}\Omega$$

X_{a'} = 10,16 mΩj
X_T = 0.32 mΩj
X_{aut} = (0.15 mΩj x 3) = 0.45 mΩj
Z_d = R_L + (X_{a'} + X_T + X_{aut}) j
|Z_d| = 11,2 mΩj

$$I_{cc} = \frac{U_s}{\sqrt{3} \cdot Z_d} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 11,2} = 20.681 \text{ KA}$$

2.4.4. Cálculo de la intensidad de cortocircuito en los cuadros auxiliares

2.4.4.1. Interpretación de las tablas

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

Línea: designación de la línea eléctrica a la que hace referencia

L (m): longitud en metros desde el cuadro hasta el circuito que se alimenta

S (mm^2): sección en milímetros del cable por el que pasa la corriente, desde el cuadro hasta alcanzar el circuito.

Tensión (V): tensión nominal de la línea en voltios

Zd: impedancia directa.

Zo: impedancia homopolar en $m\Omega$.

Iccmax: es la corriente de cortocircuito máxima en A.

Iccmin: es la corriente de cortocircuito mínima en A.

Tccmin: tiempo de desconexión para cada Iccmin (seg)

Curva: es el tiempo de disparo del interruptor.

2.4.4.2 Cuadro general de distribución.

Línea	L(m)	S(mm ²)	Tensión (V)	Zd	I2 Zd + Z0I	Iccmáx(A)	Pdc (KA)	Iccmín (A)	Tmicc (s)	Inom (A)	Ireg (A)	Curva
L1	33	150	400	0,01	0,05	20681,39	22	12263,62	3,23	400	256	C
L2	55	150	400	0,01	0,07	20681,39	22	9657,85	5,21	400	262	C
L3	70	120	400	0,01	0,09	20681,39	22	7310,93	5,82	250	200	C
L4	39	16	400	0,01	0,28	20681,39	22	2349,61	1,00	80	64	C
L5	20	25	400	0,01	0,11	20681,39	22	5871,10	0,39	63	61	C
L6	12	10	400	0,01	0,15	20681,39	22	4300,42	0,12	20	-	C

2.4.4.3 Cuadro sec I

Línea	L(m)	S(mm ²)	Tensión (V)	Zd	I2 Zd + Z0I	Iccmáx(A)	Pdc (KA)	Iccmín (A)	Tmicc (s)	Inom (A)	Ireg (A)	Curva
L1C1A	30	4	400	0,01	0,82	16460,21	22	800,51	0,54	25	-	D
L1C1B	25	4	400	0,01	0,69	16460,21	22	948,87	0,38	25	-	D
L1C1C	16	6	400	0,01	0,33	16460,21	22	2023,94	0,19	32	-	D
L1C2A	15	1,5	400	0,01	1,08	16460,21	22	609,81	0,13	10	-	D
L1C2B	15	35	400	0,01	0,10	16460,21	22	6873,50	0,56	100	-	D
L1C3A	14	4	400	0,01	0,41	16460,21	22	1601,95	0,13	25	-	D
L1C3B	13	2,5	400	0,01	0,59	16460,21	22	1123,82	0,11	16	-	D
L1C3C	13	2,5	400	0,01	0,59	16460,21	22	1123,82	0,11	16	-	D
L1C4	31	2,5	400	0,01	1,33	16460,21	22	496,30	0,55	16	-	D

2.4.4.4 Cuadro secundario II

Linea	L(m)	S(mm ²)	Tensión (V)	Zd	l2 Zd + Z0l	Iccmáx(A)	Pdc (KA)	Iccmín (A)	Tmicc (s)	Inom (A)	Ireg (A)	Curva
L2C1A	12	16	400	0,02	0,15	13378,17	22	4389,11	0,29	63	56	D
L2C1B	16	4	400	0,02	0,48	13378,17	22	1360,39	0,11	25	-	D
L2C1C	16	1,5	400	0,02	1,17	13378,17	22	562,82	0,15	10	-	D
L2C2A	12	70	400	0,02	0,09	13378,17	22	7228,31	2,03	160	128	D
L2C2B	20	6	400	0,02	0,42	13378,17	22	1584,94	0,31	32	-	D
L2C3	27	2,5	400	0,02	1,18	13378,17	22	556,29	0,44	16	-	D

2.4.4.5 Cuadro secundario III

Linea	L(m)	S(mm ²)	Tensión (V)	Zd	l2 Zd + Z0l	Iccmáx(A)	Pdc (KA)	Iccmín (A)	Tmicc (s)	Inom (A)	Ireg (A)	Curva
L3C1	10	25	400	0,02	0,15	9938,52	10	4439,08	0,69	80	72	D
L3C2A	14	10	400	0,02	0,25	9938,52	10	2624,34	0,31	50	-	D
L3C2B	14	10	400	0,02	0,25	9938,52	10	2624,34	0,31	50	-	D
L3C3A	13	1,5	400	0,02	1,00	9938,52	10	659,52	0,11	10	8	D
L3C3B	13	1,5	400	0,02	1,00	9938,52	10	659,52	0,11	10	8	D
L3C4	43	4	400	0,02	1,21	9938,52	10	542,94	1,17	16	-	D

2.4.4.6 Cuadro secundario IV (Caldera)

Linea	L(m)	S(mm ²)	Tensión (V)	Zd	l2 Zd + Z0l	Iccmáx(A)	Pdc (KA)	Iccmín (A)	Tmicc (s)	Inom (A)	Ireg (A)	Curva
L4C1	7	4	400	0,08	0,60	2736,11	3	1097,56	0,29	25	-	D
L4C2	10	4	400	0,08	0,68	2736,11	3	972,49	0,37	25	-	D
L4C3	25	2,5	400	0,08	1,45	2736,11	3	454,50	0,65	16	-	D

2.4.4.7 Cuadro secundario planta baja e iluminación

Linea	L(m)	S(mm ²)	Tensión (V)	Zd	l2 Zd + Z0l	Iccmáx(A)	Pdc (KA)	Iccmín (A)	Tmicc (s)	Inom (A)	Ireg (A)	Curva
L5C1	40	16	400	0,03	0,40	7731,24	10	1648,06	2,04	30	27	D
L5C2	50	6	400	0,03	1,00	7731,24	10	658,68	1,79	10	-	D
L5C3	20	1,5	400	0,03	1,51	7731,24	10	434,87	0,26	6	-	D
L5C4	35	1,5	400	0,03	2,54	7731,24	10	258,92	0,72	3	-	D
L5C5	40	1,5	400	0,03	2,88	7731,24	10	228,15	0,93	3	-	D
L5C6	48	4	400	0,03	1,38	7731,24	10	478,20	1,51	16	-	D

2.4.4.8 Cuadro secundario primera planta

Línea	L(m)	S(mm ²)	Tensión (V)	Zd	l2 Zd + Z0l	Iccmáx(A)	Pdc (KA)	Iccmín (A)	Tmicc (s)	Inom (A)	Ireg (A)	Curva
L6C1	30	1,5	400	0,04	2,27	5424,95	10	290,49	0,58	6	4	D
L6C2	50	4	400	0,04	1,49	5424,95	10	440,45	1,78	16	-	D

2.5 CÁLCULO DE LOS CONDENSADORES PARA LA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA.

2.5.1. Batería de condensadores para la instalación:

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

2.5.1.1 Cuadro secundario I

Línea	Descripción	Potencia (W)	Cos α	S (VA)
L1C1A	DECORADORA	15000	0,80	18750,00
L1C1B	LACADO EXTERIOR	15000	0,80	18750,00
L1C1C	LAVADORA	20000	0,80	25000,00
L1C2A	CINTA TRANSPORTADORA 3	5000	0,80	6250,00
L1C2B	HORNO DE AIRE	60000	0,80	75000,00
L1C3A	TROQUELADORA	15000	0,80	18750,00
L1C3B	ESTAMPADORA	10000	0,80	12500,00
L1C3C	REMACHADORA	10000	0,80	12500,00
L1C4	T.C. 9x	10004,33	0,95	10530,87
Total		160004,33		198030,87

2.5.1.2 Cuadro secundario II

Línea	Descripción	Potencia (W)	Cos α	S (VA)
L2C1A	ENTALLADORA	35000	0,80	43750,00
L2C1B	LACADO INTERNO	15000	0,80	18750,00
L2C1C	CINTA TRANSPORTADORA 4	5000	0,80	6250,00
L2C2A	HORNO DE COCCIÓN	80000	0,80	100000,00
L2C2B	EMPAQUETADO AUTOMÁTICO	19000	0,80	23750,00
L2C3	T.C. 16x	10004,33	0,95	10530,87
Total		164004,33		203030,87

2.5.1.3 Cuadro secundario III

Línea	Descripción	Potencia (W)	Cos α	S (VA)
L3C1	FORMADORA	45000	0,80	54250,00
L3C2A	PRENSA	30000	0,80	37100,00
L3C2B	RECORTADORA	30000	0,80	37100,00
L3C3A	CINTA TRANSPORTADORA 1	5000	0,80	6250,00
L3C3B	CINTA TRANSPORTADORA 2	5000	0,80	6250,00
L3C4	T.C. 13x	10004,33	0,95	10530,87
Total		125004,3		151480,87

2.5.1.4 Cuadro secundario IV (Caldera)

Línea	Descripción	Potencia (W)	Cos α	S (VA)
L4C1	CALDERA	15000	0,80	18750,00
L4C2	COMPRESORES	15000	0,80	18750,00
L4C3	T.C. 12x	10004,33	0,95	10530,87
Total		40004,33		48030,87

2.5.1.5 Cuadro planta baja e iluminación

Línea	Descripción	Potencia (W)	Cos α	S (VA)
L5C1A	ALUMBRADO PRODUCCIÓN Zona 1	5600	0,95	5894,74
L5C1B	ALUMBRADO PRODUCCIÓN Zona 2	5600	0,95	5894,74
L5C1C	ALUMBRADO PRODUCCIÓN Zona 3	5600	0,95	5894,74
L5C2A	ALUMBRADO ZONA DE ALMACÉN Zona 1	2000	0,95	2105,26
L5C2B	ALUMBRADO ZONA DE ALMACÉN Zona 2	2000	0,95	2105,26
L5C2C	ALUMBRADO ZONA DE ALMACÉN Zona 3	2000	0,95	2105,26
L5C3A	Al.Zona1	1092	0,95	1149,47
L5C3B	Al.Zona2	1272	0,95	1338,95
L5C3C	Al.Zona3	1160	0,95	1221,05
L5C4A	Al.Exterior	500	0,95	526,32
L5C4B	Al.Exterior	500	0,95	526,32
L5C4C	Al.Exterior	500	0,95	526,32
L5C5A	Al. Emergencia	289	0,95	304,21
L5C5B	Al. Emergencia	280	0,95	294,74
L5C5C	Al. Emergencia	288	0,95	303,16
L5C6	T.C. 24x	10004,33	0,95	10530,87
Total		38685,33		40721,40

2.5.1.6 Cuadro primera planta

Línea	Descripción	Potencia (W)	Cos α	S (VA)
L6C1A	Al.Zona 4	744	0,95	783,16
L6C1B	Al.Zona 5	624	0,95	656,84
L6C1C	Al.Zona 6	732	0,95	770,53
L6C2	T.C. 33x	10004,33	0,95	10530,87
Total		12104,33		12741,40

P TOTAL (W)	S TOTAL (VA)	Q TOTAL (Var)	Q'	POT A COMPENSAR (Var)
539806,95	654036,27	369285,65	177425,97	191859,68

La potencia total activa es de:

$$P = 539806,95 \text{ W}$$

La potencia total aparente es de:

$$S = 654036,27 \text{ VA}$$

Por lo tanto, la potencia total reactiva consumida será:

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = 369285,65 \text{ Var}$$

Se quiere conseguir un cos α cercano a 1, con cos α' = 0,98.

$$Q' = P \cdot \text{tg } \alpha' = 177425,97$$

Por lo que la potencia a compensar sería de:

$$Q - Q' = 191859,68 \text{ Var}$$

Esta potencia será la que tenga que suministrar la batería de condensadores, puesto que se ha elegido compensación automática. Se elegirá una batería de condensadores que pueda llegar a suministrar una energía reactiva mayor de 191859,68 Var. El equipo seleccionado para la corrección automática del factor de potencia son dos baterías de condensadores. Una de 17,5 KVAR con escalones de 2,5+5+10 y otra de 175 KVAR con escalones de 25+3x50 Cisar, que se colocará en el lado del cuadro general de baja tensión.

Las baterías automáticas elegidas tienen una serie de características:

- Tensión asignada: 400 V, trifásicos 50 Hz.
- Grado de protección IP31-IK05
- Auto transformador 400/230 V, integrado.
- Protección contra contactos directos IP2X(puerta abierta)
- Normas: IEC 60439-1 y 2, EN 60439-1

2.5.2 Cálculo del conductor de unión de la batería

Aplicando la fórmula de la potencia se halla la intensidad:

$$Q = 3^{1/2} \cdot V \cdot I_n \cdot \text{sen}\varphi$$

Siendo:

Sen = 1, el de la batería de condensadores

V = 400 V

Q = potencia de la batería de condensadores (192,5 KVAr).

Sustituyendo y despejando $I_n = 277,84$ A

El cable de la conexión de la batería con el C.G.D. tendrá una sección de 120 mm^2 ,

RV-K 0.6/ 1 kV PRYSMIAN

2.5.3. Cálculo de la protección de la batería

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

$I_n = 277,84$ A

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

$I_{cc} = 20,7$ KA

Se elige un interruptor magnetotérmico con poder de corte 22 KA, $I_n = 400$ A e $I_{reg} = 278$ A

2.6 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

2.6.1 Investigación del terreno

Según se explica en la memoria, la diferencia de tensión entre masa y tierra no debe ser nunca superior a 24 voltios en lugares húmedos o de 50 voltios en lugares secos.

De los dos valores se cogerá el de 50 Voltios, ya que se trata de una nave con ambiente seco y será por esto por lo que se toman las siguientes medidas para dicho fin:

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

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

2.6.2 Resistencia de las picas

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

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

L= longitud de la pica = 2m

D= diámetro de la pica = 14 mm

ρ = Resistividad del terreno

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

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

N = número de picas

Es nuestro caso se colocarán 3 picas situadas conforme la ITC-BT-18 en los vértices del perímetro formado por el conductor enterrado en los cimientos del edificio, como puede observarse en los planos adjuntos al proyecto.

$$R_{\text{equivalente}} = R_{\text{pica}} / N = 75/3 = 25$$

2.6.3 Resistencia de tierra del conductor de cobre enterrado

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

$$R_{\text{conductor}} = 2 \cdot \frac{\rho}{L} = 2 \cdot \frac{150}{190,08} = 1,578 \Omega$$

L= longitud del conductor en metros 190,08 m.

2.6.4 Resistencia a tierra total de la instalación

$$R_{total} = \frac{R_{equivalente} \cdot R_{conductor}}{R_{equivalente} + R_{conductor}} = \frac{25 \cdot 1,578}{25 + 1,578} = 1,485 \Omega$$

Se comprueba, sabiendo que la intensidad de defecto máxima sería 1000 mA, si la tensión es menor que la máxima permitida:

$$V = I \times R_{total} = 1 \times 1,485 = 1,485 \text{ V} < 50 \text{ V}$$

Por tanto, se toma la instalación por buena.

2.6.5 Sección del cable de tierra y conductor de protección

El conductor de tierra será de cobre de 50 mm² de sección, mientras que el conductor de protección tendrá una sección como máximo de 50 mm².

2.6.6 Punto de puesta a tierra

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

2.7. CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

2.7.1. Intensidad en alta tensión

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

Siendo:

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

S= Potencia del transformador en KVA. 630 KVA)

U_p = Tensión compuesta primaria en KV (13,2 KV)

I_p = Intensidad primaria en amperios.

Sustituyendo valores, obtendremos:

$$I_p = \frac{630 \times 10^3}{\sqrt{3} \cdot 13200} = 27,56 \text{ A}$$

2.7.2. Intensidad en baja tensión

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

Siendo:

$$I_s = \frac{S - W_{Cu} - W_{Fe}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

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

W_{Cu} = Pérdidas en el cobre (arrollamientos) del transformador.

W_{Fe} = Pérdidas en el hierro del transformador.

U = Tensión compuesta en carga del secundario en KV (0,42 KV)

I_s = Intensidad secundaria en Amperios.

Despreciamos las pérdidas del hierro y el cobre y sustituimos:

$$I_s = \frac{630 \times 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} = 909,33A$$

2.7.3. Cortocircuitos

2.7.3.1. Introducción

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

2.7.3.2. Corrientes de cortocircuito

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

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

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

Siendo:

S_{cc} = potencia de cortocircuito de la red en MVA (500 MVA)

U = tensión primaria el KV (13,2 KV)

I_{ccp} = intensidad de cortocircuito primaria en KA

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

$$I_{ccp} = \frac{500 \times 10^6}{\sqrt{3} \cdot 13200} = 21,87 \text{ KA}$$

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

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot \frac{U_{cc}}{100} \cdot U_s}$$

Siendo:

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

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

U_s = tensión secundaria en carga en voltios.

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

Sustituyendo valores, se tendrá:

$$I_{ccs} = \frac{630 \times 10^3}{\sqrt{3} \cdot \frac{4}{100} \cdot 400} = 21,65 \text{ KA}$$

2.7.3.3. Conexión celdas- transformador

La intensidad nominal que ha de soportar el cable es:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 13,2} = 22,73 \text{ A}$$

Se ha decidido colocar conductores unipolares de aluminio de 50 mm² de sección con aislamiento HEPRZ1 como viene indicado en la norma NI 50.40.06 de Iberdrola.

2.7.3.4. Conexión del secundario del transformador al cuadro BT

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

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 0,40} = 909,33A$$

Se ha decidido poner tres conductores por fase de cobre de 150 mm^2 de sección. El aislamiento del conductor será de XLPE (Polietileno Reticulado).

2.7.4 Iluminación CT

Se ha decidido colocar una lámparas fluorescente de la marca Indal, modelo INDAL Z7102202sM2 400139EL

- Tipo de local: Centro de transformación
- Área del local: 10.6 m^2
- Solución: 1 lámpara INDAL Z7102202sM2 400139EL
- Potencia: 39W

2.7.4.1 Luminarias de emergencia y señalización CT

- Tipo de local: Centro de Transformación
- Área del local : 10.6 m^2
- Proporción 5 lm/m^2
- Solución: Iverlux Alpha A0600130
- Potencia: 2 X 8W

2.7.5. Dimensionamiento de la ventilación del Centro de Transformación

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



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

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

$$h = 2 \text{ m}$$

$$K = 0,5$$

$$W_{Fe} = 8,6 \text{ KW}$$

$$\Delta T = 15 \text{ °C}$$

Formula:

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

Siendo:

S= Superficie en m² de la rejilla.

W_{cu}= Perdidas de Cobre.

W_{fe}= Perdidas de hierro.

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

K= coeficiente en función del tipo de rejilla

Δ T = Diferencia de temperatura entre el aire de entrada y el de salida.

Cálculos:

$$1,1 \text{ m}^2$$

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

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

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

$$S_{entrada} = 0,92 \cdot S_{salida}$$

Por tanto, la superficie mínima de la rejilla de salida es:

$$S_{salida} = 1.68 \text{ m}^2$$

El edificio dispondrá de una rejilla de ventilación para la entrada de aire situada en la parte lateral izquierda inferior, detrás del transformador, que es igual a la necesaria. Para la salida de aire se dispone de una rejilla en la parte superior lateral derecha, 2 m por encima de la anterior de dimensiones 2200/780 mm, con superficie de 1.71 m², que es ligeramente superior a la necesaria. Las rejillas de entrada y salida de aire irán situadas en las paredes a diferente altura, siendo la distancia media vertical de separación entre los puntos medios de dichas rejillas de 2 m.

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

2.7.6 Dimensiones del pozo apagafuegos

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

2.7.7 Cálculo de la instalación de puesta a tierra

2.7.7.1 Introducción

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

Datos de partida:

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

Características del Centro de Transformación:

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



El neutro de la red de distribución en media tensión esta conectado rígidamente a tierra.

Por ellos, la intensidad máxima de defecto dependerá de la resistencia de puesta a tierra de protección del centro, así como de las características de la red de media tensión.

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

2.7.7.2 Tierra de protección

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

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

Para la tierra de protección se ha adoptado la configuración 50-40/8/84 cuyos datos son los siguientes:

$$K_r = 0,058 \Omega / \Omega m$$

$$K_p = 0,0089 V / \Omega mA$$

$$K_c = 0,0219 V / \Omega mA$$

Siendo:

K_r : Resistencia

K_p : tensión de paso

K_c : Tensión de contacto exterior.

Descripción:

Estará constituida por 8 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 4 metros. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,8 metros. Estas picas formarán un rectángulo de dimensiones 5x4 metros.

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



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

2.7.7.3 Tierra de servicio

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

Para la tierra de servicio se ha adoptado la configuración 50-30/5/42 cuyos datos son los siguientes:

$$K_r = 0,093 \Omega / \Omega m$$

Descripción:

Estará constituida por 4 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 2 metros. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,5 metros. Estas picas formarán un rectángulo de dimensiones 5x3 metros.

NOTA: Se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando se cumplan las Comprobaciones.

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

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 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 300 mA no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 V (=37 Ω x 300).

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

2.7.7.4. Resistencia de la tierra de Protección

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

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

- Resistencia del sistema de puesta a tierra:

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0,058 \cdot 150 = 8,7 \Omega$$

- Intensidad de defecto:

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \times \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}} = \frac{13200}{\sqrt{3} \times \sqrt{(0 + 8,7)^2 + 25^2}} = 287,9 \text{ A}$$

- Tensión de defecto:

$$U_d = R_t \cdot I_d = 8,7 \cdot 287,9 = 2504,8 \text{ V}$$

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

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

2.7.7.5. Resistencia de la tierra de Servicio

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0,093 \cdot 150 = 13,95 \Omega < 37 \Omega$$

2.7.7.6. Tensiones en el exterior de la instalación

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

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

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

$$V_p = K_p \cdot I_d \cdot \rho = 0,0089 \cdot 400 \cdot 150 = 534V$$

2.7.7.7. Tensiones en el interior de la instalación

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

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

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

$$V_p(acc) = K_c \cdot I_d \cdot \rho = 0,0219 \cdot 400 \cdot 150 = 1314 V$$

2.7.7.8. Tensiones aplicadas:

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

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

$$V_p(acceso) = 10 \cdot \frac{K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot \rho + 3 \cdot \rho_H}{1000} \right)$$

Siendo:

Up: Tensiones de paso en voltios

K= 72

n = 1

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

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

ρ : Resistividad del terreno

ρ_H : Resistividad del hormigón (3000 Ωm)

Obteniendo los siguientes resultados:

$$V_p(\text{exterior}) = 3040 \text{ V}$$

$$V_p(\text{acceso}) = 16720 \text{ V}$$

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

➤ En el exterior:

$$U_p' = K_p \cdot \rho \cdot I_d = 0,0089 \cdot 150 \cdot 287,9 = 384,35 < 3040 \text{ V}$$

➤ En el acceso al centro de transformación:

$$U_p'(\text{acc}) = K_c \cdot \rho \cdot I_d = 0,0219 \cdot 150 \cdot 287,9 = 945,75 \text{ V} < 16720 \text{ V}$$

2.7.7.9. Tensiones transferidas al exterior

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

No obstante, con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas que puedan afectar a las instalaciones de los usuarios, cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima ($D_{\text{mín}}$), entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{\text{min}} \geq \frac{\rho \cdot I_d}{2 \cdot \pi \cdot 1000} = \frac{150 \cdot 287,9}{2 \cdot \pi \cdot 1000} = 6,87 \text{ m}$$

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

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



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

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

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

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

Siendo:

D: distancia entre electrodos, en metros

ρ : resistividad media del terreno en Ωm

Id: Intensidad de defecto a tierra en A.

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

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

$$D = \frac{\rho \cdot I_d}{2 \cdot \pi \cdot 1200} = \frac{150 \cdot 287,9}{2 \cdot \pi \cdot 1200} = 5,73\text{m}$$

2.7.7.11. Corrección y ajuste si procede

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

Pamplona, Abril 2014

Carlos Moreno Chivite



ANEXO DIALUX

Zona producción y almacén

Contacto:
N° de encargo:
Empresa:
N° de cliente:

Fecha: 30.03.2014
Proyecto elaborado por: Carlos Moreno Chivite

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

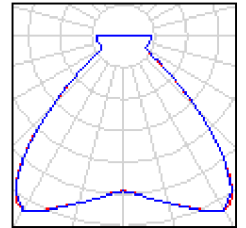
Índice

Zona producción y almacén	
Portada del proyecto	1
Índice	2
Lista de luminarias	3
INDAL L400Bxr3_400HbM1 ISR-BM1	
Hoja de datos de luminarias	4
zona de producción y escalera	
Resumen	5
Lista de luminarias	6
Resultados luminotécnicos	7
zona de almacén	
Resumen	8
Lista de luminarias	9
Resultados luminotécnicos	10

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona producción y almacén / Lista de luminarias

59 Pieza INDAL L400Bxr3_400HbM1 ISR-BM1
N° de artículo: L400Bxr3_400HbM1
Flujo luminoso (Luminaria): 23916 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 32500 lm
Potencia de las luminarias: 400.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 61 82 91 100 74
Lámpara: 1 x ME-400 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

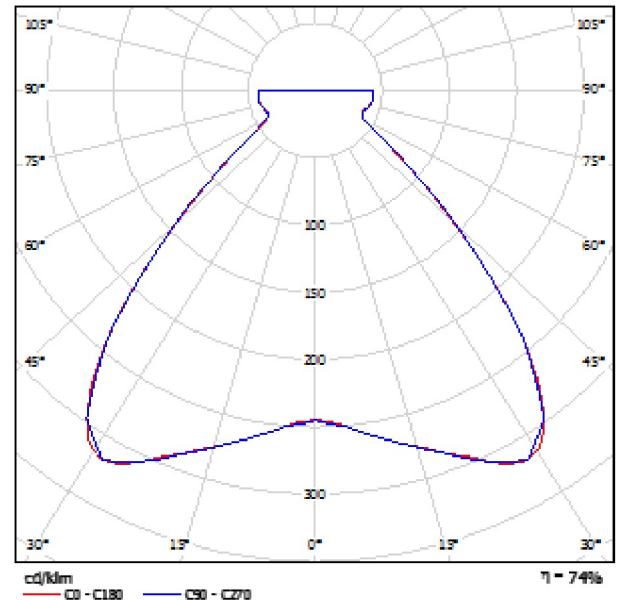
INDAL L400Bxr3_400HbM1 ISR-BM1 / Hoja de datos de luminarias



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 61 82 91 100 74

Luminarias con cuerpo de altura reducida para adosar o suspender con tres tipos de reflector simétrico en versión abierta o cerrada para adaptarse a las necesidades de cada instalación utilizando lámparas de vapor de mercurio (M) o sodio alta presión (S) o halogenuros metálicos (H) hasta 400 W (250w Reflector "M"). Formadas por un cuerpo en aleación ligera de aluminio inyectado pintado en colores negro texturado y naranja RAL 2009 brillo. Bandeja que incorpora el equipo eléctrico en acero galvanizado. Reflector en aluminio anodizado (modelos "C"; "D" y "M") o en metacrilato inyectado con prismas de reflexión total (modelo "B"). Sistema de cierre en vidrio sodo-cálcico templado de 4 mm. (modelos "CVT"; "DVT" y "MVT") o protector en metacrilato incoloro (modelo "BM1"). Modelos con reflector de aluminio: IP-21 (abierto). IP-65 (cerrado). IK 05. Clase I. Modelos con reflector de metacrilato: IP-20. IK 05. Clase I.

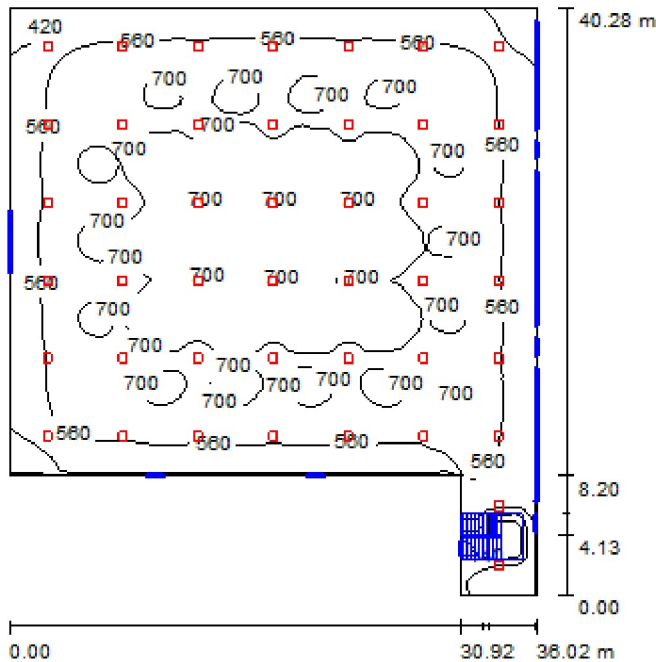
Emisión de luz 1:



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

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

zona de producción y escalera / Resumen



Altura del local: 8.000 m, Altura de montaje: 8.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:518

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	622	66	746	0.107
Suelo	20	609	64	722	0.106
Techo	70	135	109	188	0.809
Paredes (6)	50	331	81	548	/

Plano útil:

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

Lista de piezas - Luminarias

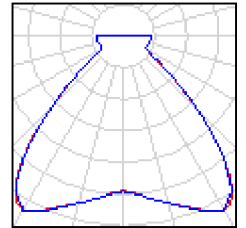
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	44	INDAL L400Bxr3_400HbM1 ISR-BM1 (1.000)	23916	32500	400.0
Total:			1052306	1430000	17600.0

Valor de eficiencia energética: $14.71 \text{ W/m}^2 = 2.37 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 1196.54 m^2)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

zona de producción y escalera / Lista de luminarias

44 Pieza INDAL L400Bxr3_400HbM1 ISR-BM1
N° de artículo: L400Bxr3_400HbM1
Flujo luminoso (Luminaria): 23916 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 32500 lm
Potencia de las luminarias: 400.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 61 82 91 100 74
Lámpara: 1 x ME-400 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

zona de producción y escalera / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 1052306 lm
Potencia total: 17600.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	506	115	622	/	/
Suelo	488	121	609	20	39
Techo	0.51	135	135	70	30
Pared 1	218	125	343	50	55
Pared 2	141	114	255	50	41
Pared 3	166	112	278	50	44
Pared 4	211	118	329	50	52
Pared 5	217	121	339	50	54
Pared 6	216	123	339	50	54

Simetrías en el plano útil

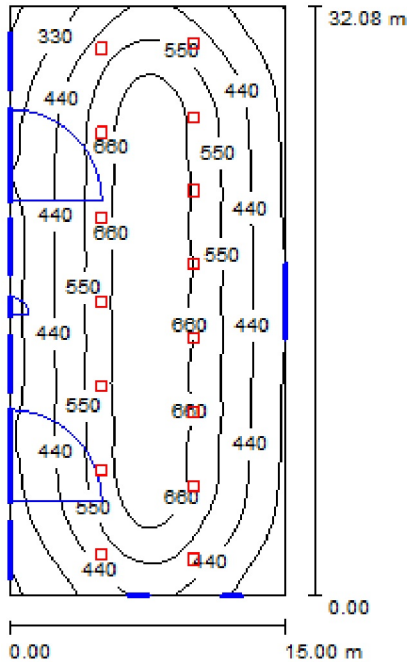
E_{\min} / E_{\max} : 0.107 (1:9)

E_{\min} / E_{\max} : 0.089 (1:11)

Valor de eficiencia energética: 14.71 W/m² = 2.37 W/m²/100 lx (Base: 1196.54 m²)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

zona de almacén / Resumen



Altura del local: 8.000 m, Altura de montaje: 8.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:412

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	508	203	750	0.400
Suelo	20	489	214	695	0.437
Techo	70	102	81	145	0.788
Paredes (4)	50	218	107	575	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 32 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

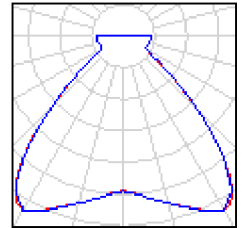
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	15	INDAL L400Bxr3_400HbM1 ISR-BM1 (1.000)	23916	32500	400.0
Total:			358741	487500	6000.0

Valor de eficiencia energética: $12.47 \text{ W/m}^2 = 2.46 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 481.08 m²)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

zona de almacén / Lista de luminarias

15 Pieza INDAL L400Bxr3_400HbM1 ISR-BM1
N° de artículo: L400Bxr3_400HbM1
Flujo luminoso (Luminaria): 23916 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 32500 lm
Potencia de las luminarias: 400.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 61 82 91 100 74
Lámpara: 1 x ME-400 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

zona de almacén / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 358741 lm
Potencia total: 6000.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	418	89	508	/	/
Superficie de cálculo 1	418	89	508	/	/
Suelo	396	94	489	20	31
Techo	0.13	102	102	70	23
Pared 1	164	86	250	50	40
Pared 2	117	92	209	50	33
Pared 3	163	87	250	50	40
Pared 4	107	90	197	50	31

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_m : 0.400 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.271 (1:4)

Valor de eficiencia energética: 12.47 W/m² = 2.46 W/m²/100 lx (Base: 481.08 m²)

Planta baja

Zona de paso 1, comedor, sala de calderas, sala de compresores, vestuario de mujeres, baño de mujeres, botiquín, baño de hombres, vestuario de hombres, calidad

Contacto:
N° de encargo:
Empresa:
N° de cliente:

Fecha: 19.03.2014
Proyecto elaborado por: Carlos Moreno Chivite

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Índice

Planta baja	
Portada del proyecto	1
Índice	2
Lista de luminarias	4
INDAL Z6082803sA 96126EL+V-90003M	
Hoja de datos de luminarias	5
INDAL ZES6129 61290	
Hoja de datos de luminarias	6
INDAL L_182IETd18Fd2M2 182-IET-D-EL	
Hoja de datos de luminarias	7
INDAL L_652IFTd58Fa2M2 652-IFT-D-EL	
Hoja de datos de luminarias	8
INDAL L_p_IES__36Fa1M2 401-IES-D-1-EL	
Hoja de datos de luminarias	9
INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL	
Hoja de datos de luminarias	10
INDAL Z7080801sM3 492-IEV-M-EL	
Hoja de datos de luminarias	11
Zona de paso 1	
Resumen	12
Lista de luminarias	13
Resultados luminotécnicos	14
Sala de compresores	
Resumen	15
Lista de luminarias	16
Resultados luminotécnicos	17
Sala calderas	
Resumen	18
Lista de luminarias	19
Resultados luminotécnicos	20
Comedor	
Resumen	21
Lista de luminarias	22
Resultados luminotécnicos	23
vestuario mujeres	
Resumen	24
Lista de luminarias	25
Resultados luminotécnicos	26
baño mujeres	
Resumen	27
Lista de luminarias	28
Resultados luminotécnicos	29
botiquin	
Resumen	30
Lista de luminarias	31
Resultados luminotécnicos	32
baño hombres	
Resumen	33
Lista de luminarias	34
Resultados luminotécnicos	35
vestuario hombres	
Resumen	36
Lista de luminarias	37
Resultados luminotécnicos	38

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

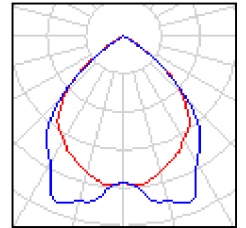
Índice

calidad	
Resumen	39
Lista de luminarias	40
Resultados luminotécnicos	41
Cuarto seguridad sala de calderas	
Resumen	42
Lista de luminarias	43
Resultados luminotécnicos	44
Zona de paso 2	
Resumen	45
Lista de luminarias	46
Resultados luminotécnicos	47

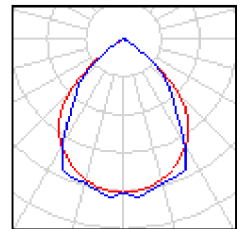
Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Planta baja / Lista de luminarias

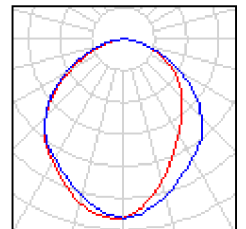
38 Pieza INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL
N° de artículo: 4102102sM1
Flujo luminoso (Luminaria): 3469 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5200 lm
Potencia de las luminarias: 24.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 100 100 100 67
Lámpara: 4 x FDH-24 (Factor de corrección 1.000).



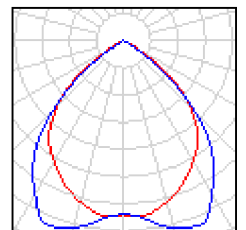
24 Pieza INDAL L_p_IES__36Fa1M2 401-IES-D-1-EL
N° de artículo: L_p_IES__36Fa1M2
Flujo luminoso (Luminaria): 2291 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 3350 lm
Potencia de las luminarias: 36.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 75 99 100 100 69
Lámpara: 1 x FD-36 (Factor de corrección 1.000).



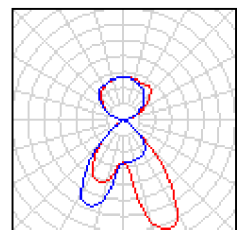
11 Pieza INDAL Z6082803sA 96126EL+V-90003M
N° de artículo: Z6082803sA
Flujo luminoso (Luminaria): 966 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1800 lm
Potencia de las luminarias: 26.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 51 83 97 100 54
Lámpara: 1 x FSQ-26 (Factor de corrección 1.000).



12 Pieza INDAL Z7080801sM3 492-IEV-M-EL
N° de artículo: Z7080801sM3
Flujo luminoso (Luminaria): 4714 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 7000 lm
Potencia de las luminarias: 49.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 99 100 100 68
Lámpara: 2 x FDH-49 (Factor de corrección 1.000).



1 Pieza INDAL ZES6129 61290
N° de artículo: ZES6129
Flujo luminoso (Luminaria): 2791 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 3300 lm
Potencia de las luminarias: 35.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 51
Código CIE Flux: 83 100 100 49 85
Lámpara: 1 x FDH-35 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

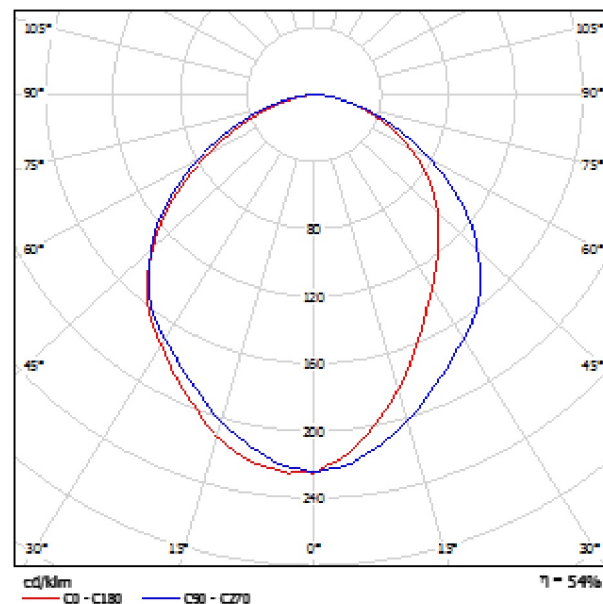
INDAL Z6082803sA 96126EL+V-90003M / Hoja de datos de luminarias



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 51 83 97 100 54

Una extensa familia de downlights compactos de alta calidad de materiales y diseño técnico avanzado, en los que se incorporan detalles de innovación destinados a conseguir una mayor eficacia en la instalación y una mejor eficiencia lumínica, optimizando los tiempos de montaje, los sistemas de cambio de lámparas y accesorios, optimizando al máximo las prestaciones luminotécnicas de cada óptica y fuente de luz, reduciendo al máximo las pérdidas de luz en la luminaria.

Emisión de luz 1:

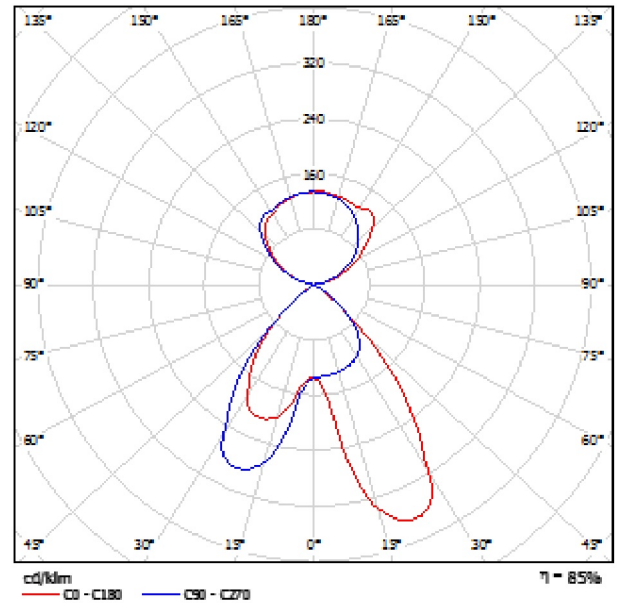


Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

INDAL ZES6129 61290 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 51
 Código CIE Flux: 83 100 100 49 85

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

Descripción no disponible

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

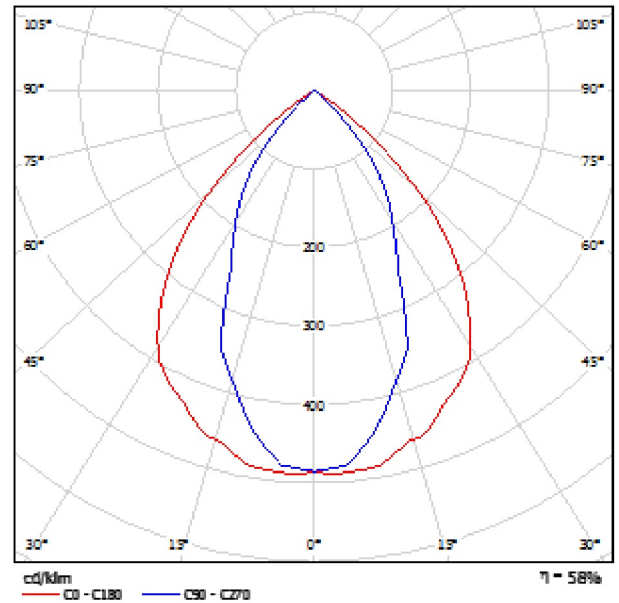
INDAL L_182IETd18Fd2M2 182-IET-D-EL / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 83 100 100 100 59

Luminarias polivalentes para empotrar en techos lisos o modulares de perfil visto u oculto.

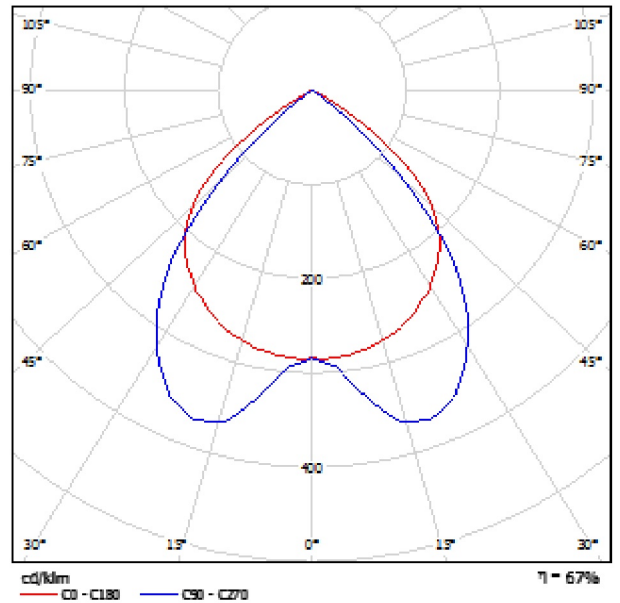


Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

INDAL L_652IFTd58Fa2M2 652-IFT-D-EL / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 71 99 100 100 67

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

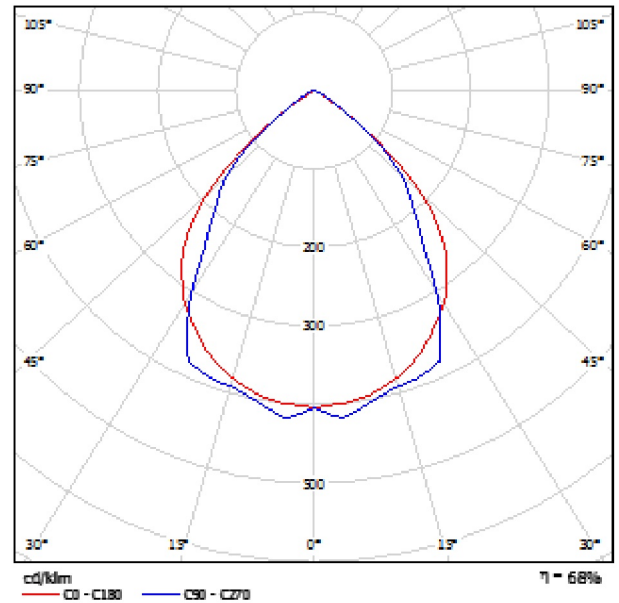
Descripción no disponible

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

INDAL L_p_IES_36Fa1M2 401-IES-D-1-EL / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 75 99 100 100 69

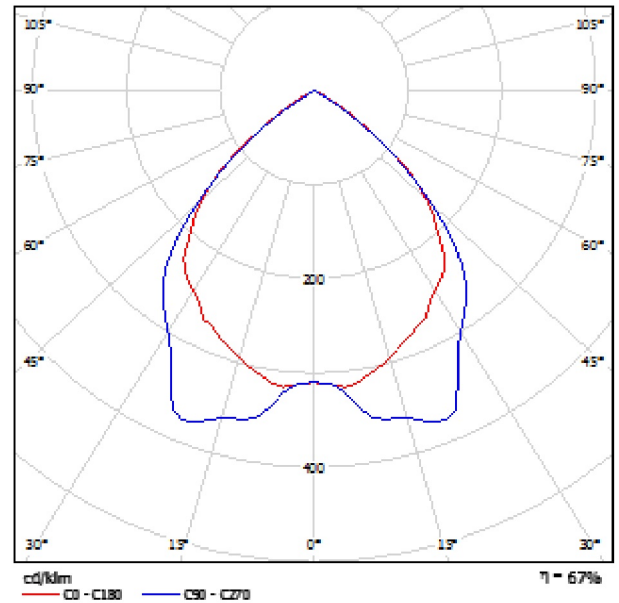
Luminarias de empotrar en falsos techos lisos y modulares de perfil visto u oculto, y versiones específicas para instalar en los techos integrados Indal. Diseñadas para su instalación en espacios con requisitos visuales y luminotécnicos muy elevados.

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

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 100 100 100 67

Luminarias individuales o en línea continua, polivalentes, para empotrar en falsos techos lisos o modulares de perfil visto u oculto.

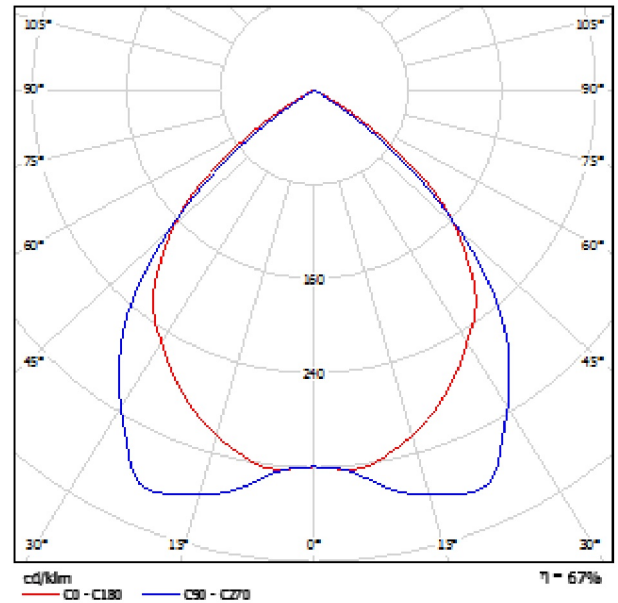
Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

INDAL Z7080801sM3 492-IEV-M-EL / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



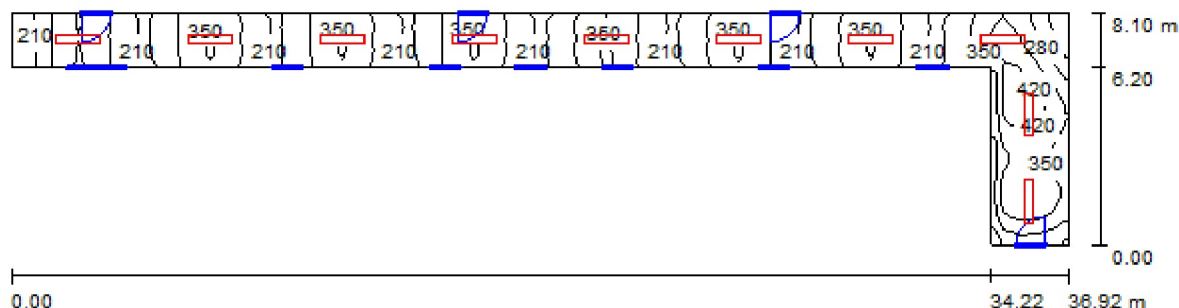
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 99 100 100 68

Luminarias individuales o en línea continua, polivalentes, para empotrar en falsos techos lisos o modulares de perfil visto u oculto.

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

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona de paso 1 / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:264

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	295	159	462	0.541
Suelo	20	259	148	396	0.572
Techo	70	52	43	75	0.821
Paredes (6)	50	134	40	415	/

Plano útil:

Altura: 0.500 m
Trama: 128 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

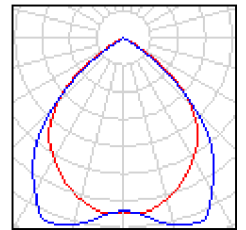
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	10	INDAL Z7080801sM3 492-IEV-M-EL (1.000)	4714	7000	49.0
			Total: 47137	Total: 70000	490.0

Valor de eficiencia energética: $5.64 \text{ W/m}^2 = 1.91 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 86.89 m^2)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona de paso 1 / Lista de luminarias

10 Pieza INDAL Z7080801sM3 492-IEV-M-EL
N° de artículo: Z7080801sM3
Flujo luminoso (Luminaria): 4714 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 7000 lm
Potencia de las luminarias: 49.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 99 100 100 68
Lámpara: 2 x FDH-49 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona de paso 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 47137 lm
Potencia total: 490.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	233	62	295	/	/
Zona pasillo 1	246	61	307	/	/
Zona pasillo 2	349	49	397	/	/
Suelo	195	64	259	20	16
Techo	0.00	52	52	70	12
Pared 1	74	61	135	50	21
Pared 2	82	56	138	50	22
Pared 3	55	52	107	50	17
Pared 4	65	56	121	50	19
Pared 5	80	60	140	50	22
Pared 6	33	58	91	50	14

Simetrías en el plano útil

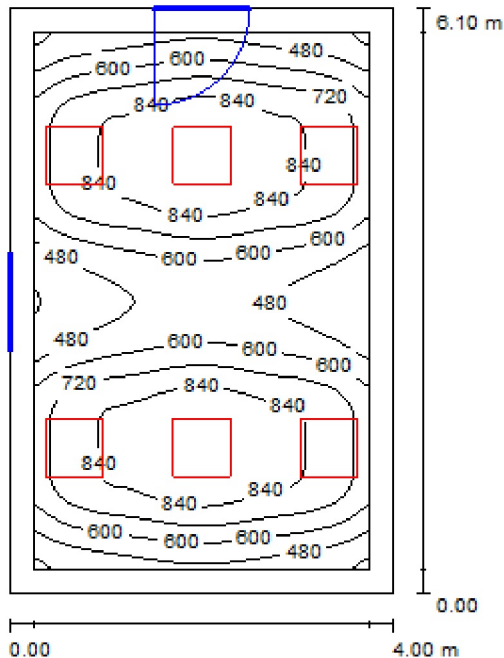
E_{\min} / E_{\max} : 0.541 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.345 (1:3)

Valor de eficiencia energética: $5.64 \text{ W/m}^2 = 1.91 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 86.89 m^2)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala de compresores / Resumen



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

Valores en Lux, Escala 1:79

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	683	342	939	0.501
Suelo	20	494	308	646	0.623
Techo	70	86	62	107	0.717
Paredes (4)	50	208	66	629	/

Plano útil:

Altura: 1.200 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.250 m

Lista de piezas - Luminarias

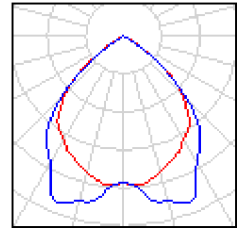
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL (1.000)	3469	5200	24.0
			Total: 20815	Total: 31200	144.0

Valor de eficiencia energética: $5.90 \text{ W/m}^2 = 0.86 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 24.40 m^2)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala de compresores / Lista de luminarias

6 Pieza INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL
N° de artículo: 4102102sM1
Flujo luminoso (Luminaria): 3469 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5200 lm
Potencia de las luminarias: 24.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 100 100 100 67
Lámpara: 4 x FDH-24 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Sala de compresores / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 20815 lm
 Potencia total: 144.0 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.250 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	609	74	683	/	/
Suelo	400	93	494	20	31
Techo	0.00	86	86	70	19
Pared 1	97	91	188	50	30
Pared 2	138	88	225	50	36
Pared 3	83	88	171	50	27
Pared 4	141	88	229	50	36

Simetrías en el plano útil

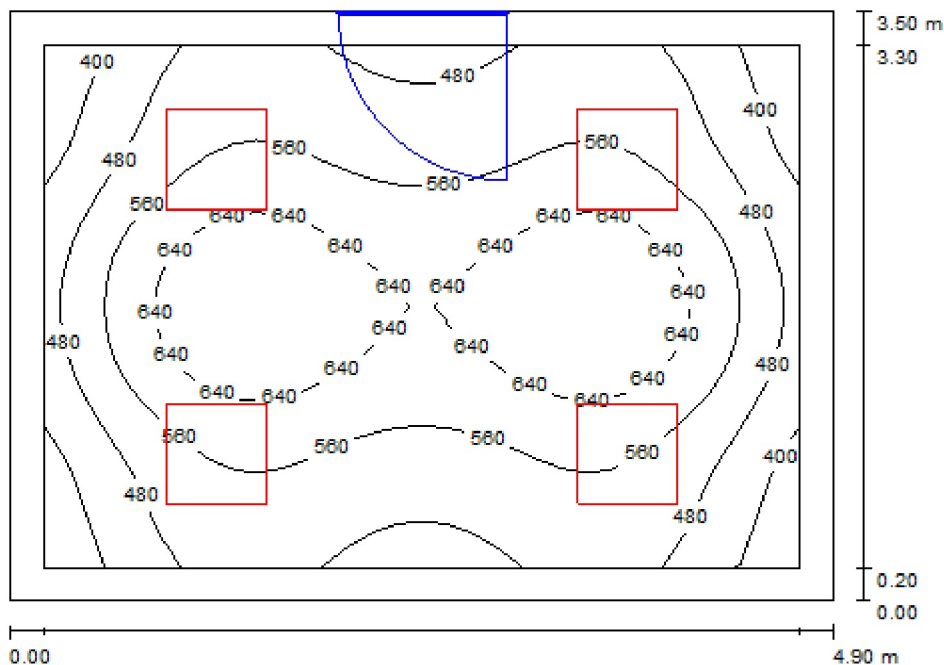
E_{\min} / E_{\max} : 0.501 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.365 (1:3)

Valor de eficiencia energética: $5.90 \text{ W/m}^2 = 0.86 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 24.40 m^2)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala calderas / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:45

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	548	334	719	0.609
Suelo	20	404	268	513	0.663
Techo	70	77	58	95	0.757
Paredes (4)	50	196	60	426	/

Plano útil:

Altura: 1.000 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.200 m

Lista de piezas - Luminarias

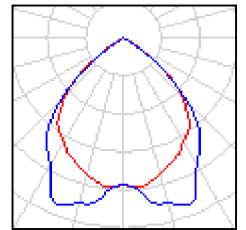
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL (1.000)	3469	5200	24.0
			Total: 13877	Total: 20800	96.0

Valor de eficiencia energética: $5.60 \text{ W/m}^2 = 1.02 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 17.15 m^2)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala calderas / Lista de luminarias

4 Pieza INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL
N° de artículo: 4102102sM1
Flujo luminoso (Luminaria): 3469 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5200 lm
Potencia de las luminarias: 24.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 100 100 100 67
Lámpara: 4 x FDH-24 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala calderas / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 13877 lm
Potencia total: 96.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.200 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	466	82	548	/	/
Superficie de cálculo 1	414	85	499	/	/
Suelo	314	91	404	20	26
Techo	0.00	77	77	70	17
Pared 1	123	83	206	50	33
Pared 2	101	84	185	50	29
Pared 3	120	82	202	50	32
Pared 4	101	84	185	50	29

Simetrías en el plano útil

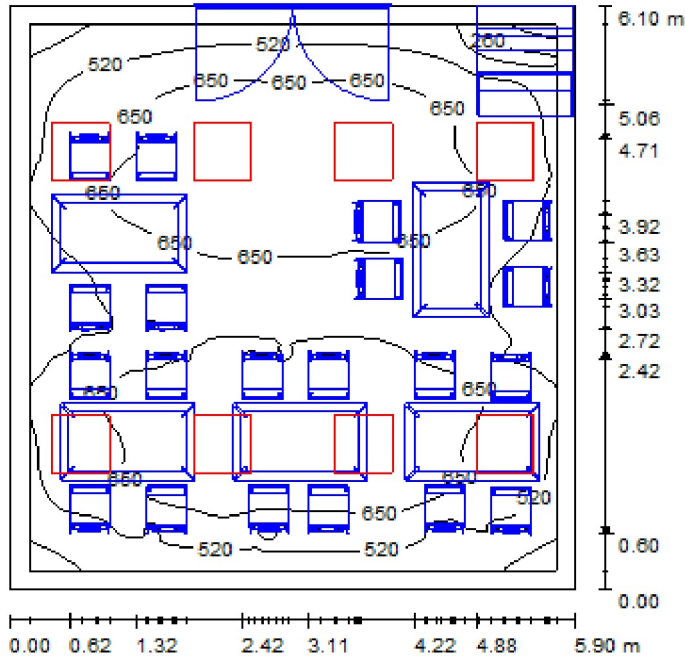
E_{\min} / E_{\max} : 0.609 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.465 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $5.60 \text{ W/m}^2 = 1.02 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 17.15 m^2)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Comedor / Resumen



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

Valores en Lux, Escala 1:79

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	605	102	748	0.169
Suelo	20	327	16	673	0.050
Techo	70	108	71	142	0.655
Paredes (4)	50	191	26	563	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.200 m

Lista de piezas - Luminarias

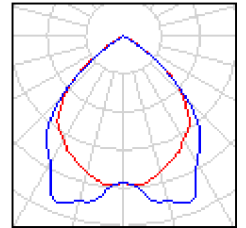
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL (1.000)	3469	5200	24.0
			Total: 27753	Total: 41600	192.0

Valor de eficiencia energética: $5.33 \text{ W/m}^2 = 0.88 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 35.99 m^2)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Comedor / Lista de luminarias

8 Pieza INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL
N° de artículo: 4102102sM1
Flujo luminoso (Luminaria): 3469 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5200 lm
Potencia de las luminarias: 24.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 100 100 100 67
Lámpara: 4 x FDH-24 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Comedor / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 27753 lm
Potencia total: 192.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.200 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	520	86	605	/	/
Superficie de cálculo 1	489	87	577	/	/
Suelo	251	76	327	20	21
Techo	0.00	108	108	70	24
Pared 1	96	96	191	50	30
Pared 2	114	90	204	50	33
Pared 3	69	85	154	50	25
Pared 4	122	92	213	50	34

Simetrías en el plano útil

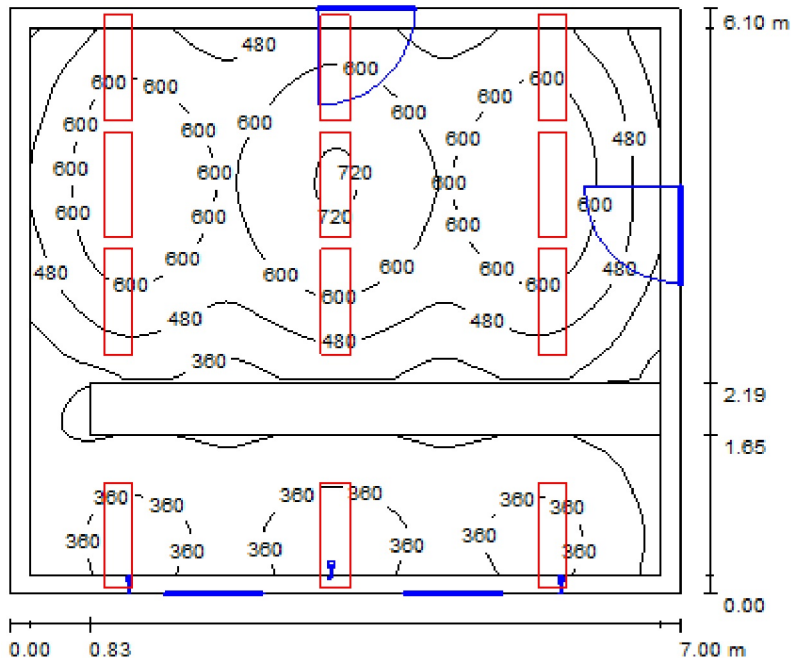
E_{\min} / E_m : 0.169 (1:6)

E_{\min} / E_{\max} : 0.137 (1:7)

Valor de eficiencia energética: $5.33 \text{ W/m}^2 = 0.88 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 35.99 m^2)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

vestuario mujeres / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:79

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	482	163	736	0.339
Suelo	20	359	21	597	0.059
Techo	70	60	36	88	0.592
Paredes (4)	50	141	33	900	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.200 m

Lista de piezas - Luminarias

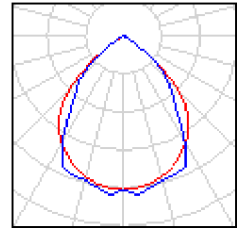
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	12	INDAL L_p_IES__36Fa1M2 401-IES-D-1-EL (1.000)	2291	3350	36.0
			Total: 27491	Total: 40200	432.0

Valor de eficiencia energética: $10.12 \text{ W/m}^2 = 2.10 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 42.70 m^2)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

vestuario mujeres / Lista de luminarias

12 Pieza INDAL L_p_IES__36Fa1M2 401-IES-D-1-EL
N° de artículo: L_p_IES__36Fa1M2
Flujo luminoso (Luminaria): 2291 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 3350 lm
Potencia de las luminarias: 36.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 75 99 100 100 69
Lámpara: 1 x FD-36 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

vestuario mujeres / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 27491 lm
 Potencia total: 432.0 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.200 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	422	59	482	/	/
zona taquillas	519	60	579	/	/
zona duchas	289	58	347	/	/
Suelo	295	64	359	20	23
Techo	0.00	60	60	70	13
Pared 1	85	53	139	50	22
Pared 2	48	58	106	50	17
Pared 3	111	68	179	50	28
Pared 4	74	63	136	50	22

Simetrías en el plano útil

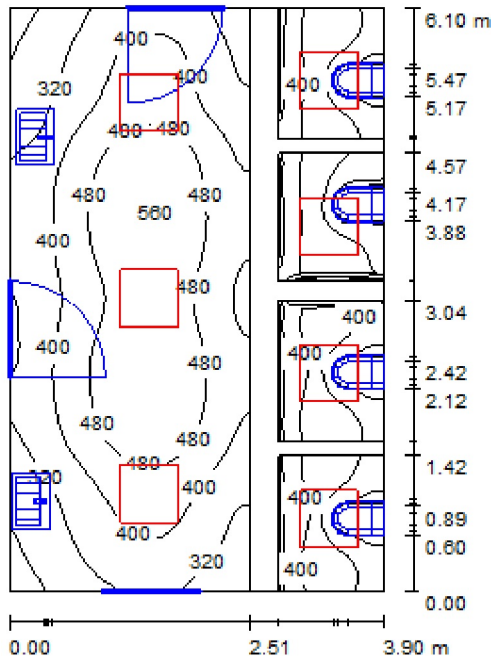
E_{\min} / E_{\max} : 0.339 (1:3)

E_{\min} / E_{\max} : 0.222 (1:5)

Valor de eficiencia energética: 10.12 W/m² = 2.10 W/m²/100 lx (Base: 42.70 m²)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

baño mujeres / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:79

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	405	211	564	0.521
Suelo	20	269	33	415	0.121
Techo	70	101	51	185	0.501
Paredes (4)	50	207	46	932	/

Plano útil:

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

Lista de piezas - Luminarias

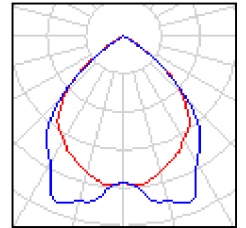
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	7	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL (1.000)	3469	5200	24.0
			Total: 24284	Total: 36400	168.0

Valor de eficiencia energética: $7.06 \text{ W/m}^2 = 1.74 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 23.79 m^2)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

baño mujeres / Lista de luminarias

7 Pieza INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL
N° de artículo: 4102102sM1
Flujo luminoso (Luminaria): 3469 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5200 lm
Potencia de las luminarias: 24.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 100 100 100 67
Lámpara: 4 x FDH-24 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

baño mujeres / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 24284 lm
Potencia total: 168.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	321	84	405	/	/
zona grifos	394	78	472	/	/
zona váter	289	130	419	/	/
Suelo	192	77	269	20	17
Techo	0.00	101	101	70	23
Pared 1	102	92	194	50	31
Pared 2	161	135	296	50	47
Pared 3	95	91	186	50	30
Pared 4	68	75	143	50	23

Simetrías en el plano útil

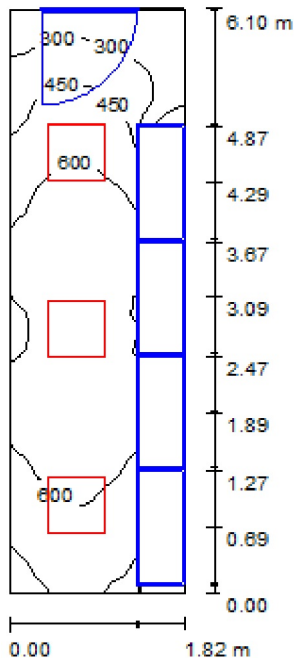
E_{\min} / E_{\max} : 0.521 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.374 (1:3)

Valor de eficiencia energética: $7.06 \text{ W/m}^2 = 1.74 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 23.79 m^2)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

botiquin / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:79

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	538	36	742	0.067
Suelo	20	307	5.34	526	0.017
Techo	70	90	47	131	0.524
Paredes (4)	50	152	0.11	639	/

Plano útil:

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

Lista de piezas - Luminarias

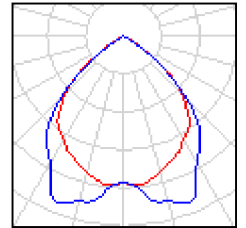
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL (1.000)	3469	5200	24.0
			Total: 10407	Total: 15600	72.0

Valor de eficiencia energética: $6.49 \text{ W/m}^2 = 1.21 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 11.10 m^2)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

botiquin / Lista de luminarias

3 Pieza INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL
N° de artículo: 4102102sM1
Flujo luminoso (Luminaria): 3469 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5200 lm
Potencia de las luminarias: 24.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 100 100 100 67
Lámpara: 4 x FDH-24 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

botiquin / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 10407 lm
Potencia total: 72.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	418	120	538	/	/
zona botiquin	494	132	627	/	/
Suelo	220	88	307	20	20
Techo	0.00	90	90	70	20
Pared 1	94	94	187	50	30
Pared 2	12	45	57	50	9.04
Pared 3	34	69	103	50	16
Pared 4	140	111	251	50	40

Simetrías en el plano útil

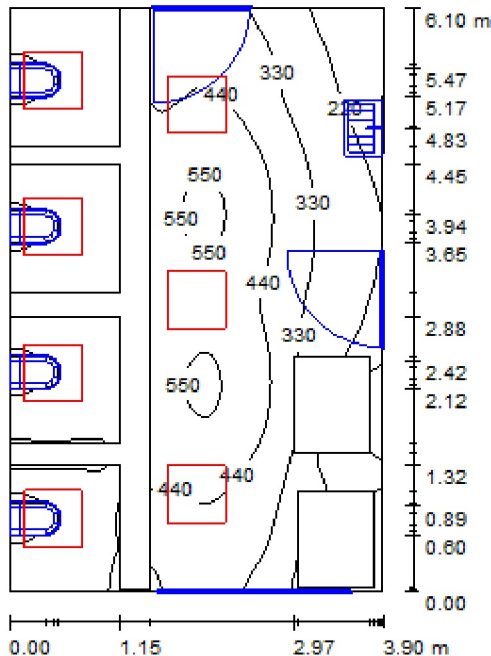
E_{\min} / E_{\max} : 0.067 (1:15)

E_{\min} / E_{\max} : 0.049 (1:21)

Valor de eficiencia energética: $6.49 \text{ W/m}^2 = 1.21 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 11.10 m^2)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

baño hombres / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:79

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	387	35	571	0.090
Suelo	20	246	36	407	0.148
Techo	70	97	47	174	0.490
Paredes (4)	50	201	27	1333	/

Plano útil:

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

Lista de piezas - Luminarias

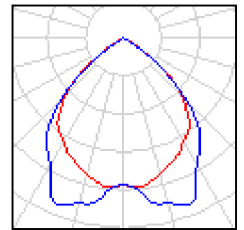
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	7	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL (1.000)	3469	5200	24.0
			Total: 24284	Total: 36400	168.0

Valor de eficiencia energética: $7.07 \text{ W/m}^2 = 1.83 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 23.76 m^2)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

baño hombres / Lista de luminarias

7 Pieza INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL
N° de artículo: 4102102sM1
Flujo luminoso (Luminaria): 3469 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5200 lm
Potencia de las luminarias: 24.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 100 100 100 67
Lámpara: 4 x FDH-24 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

baño hombres / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 24284 lm
 Potencia total: 168.0 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	301	86	387	/	/
zona váter	283	120	402	/	/
zona grifos	395	81	476	/	/
Suelo	173	73	246	20	16
Techo	0.00	97	97	70	22
Pared 1	91	88	179	50	28
Pared 2	32	76	108	50	17
Pared 3	90	97	188	50	30
Pared 4	189	136	325	50	52

Simetrías en el plano útil

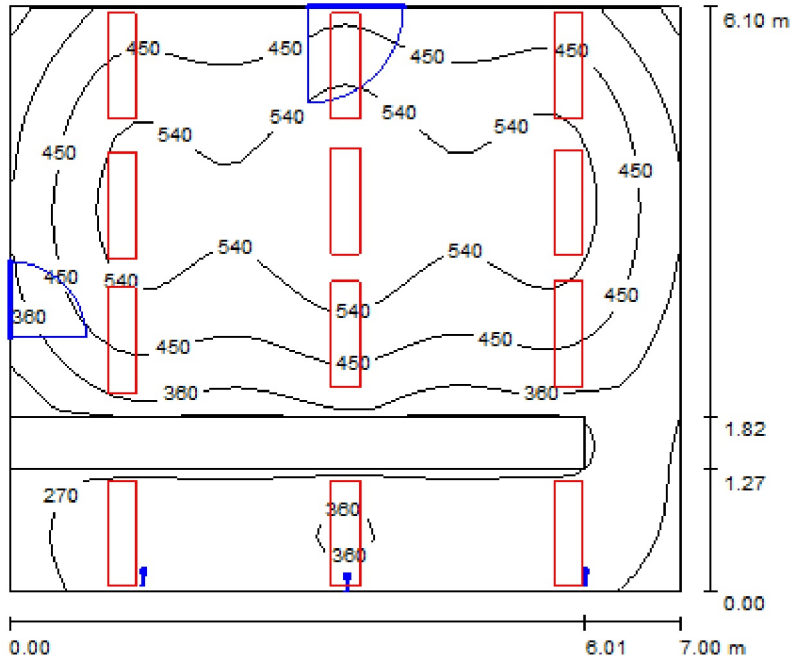
E_{\min} / E_{\max} : 0.090 (1:11)

E_{\min} / E_{\max} : 0.061 (1:16)

Valor de eficiencia energética: $7.07 \text{ W/m}^2 = 1.83 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 23.76 m^2)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

vestuario hombres / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:79

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	433	189	627	0.435
Suelo	20	350	84	528	0.241
Techo	70	60	31	84	0.521
Paredes (4)	50	149	25	903	/

Plano útil:

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

Lista de piezas - Luminarias

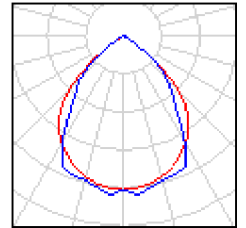
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	12	INDAL L_p_IES__36Fa1M2 401-IES-D-1-EL (1.000)	2291	3350	36.0
			Total: 27491	Total: 40200	432.0

Valor de eficiencia energética: $10.12 \text{ W/m}^2 = 2.34 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 42.70 m^2)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

vestuario hombres / Lista de luminarias

12 Pieza INDAL L_p_IES__36Fa1M2 401-IES-D-1-EL
N° de artículo: L_p_IES__36Fa1M2
Flujo luminoso (Luminaria): 2291 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 3350 lm
Potencia de las luminarias: 36.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 75 99 100 100 69
Lámpara: 1 x FD-36 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

vestuario hombres / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 27491 lm
Potencia total: 432.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	369	64	433	/	/
zona taquillas	442	62	504	/	/
zona ducha	258	69	327	/	/
Suelo	285	66	350	20	22
Techo	0.00	60	60	70	13
Pared 1	88	62	150	50	24
Pared 2	78	63	141	50	22
Pared 3	111	66	177	50	28
Pared 4	63	60	122	50	19

Simetrías en el plano útil

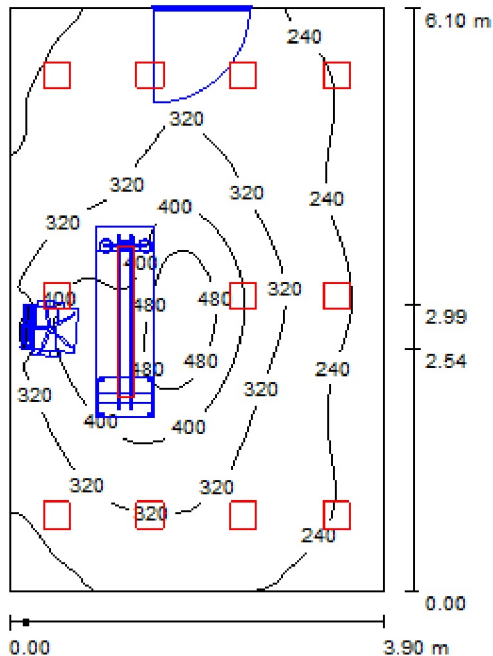
E_{\min} / E_{\max} : 0.435 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.300 (1:3)

Valor de eficiencia energética: 10.12 W/m² = 2.34 W/m²/100 lx (Base: 42.70 m²)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

calidad / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:79

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	306	171	554	0.558
Suelo	20	228	45	358	0.199
Techo	70	108	52	686	0.478
Paredes (4)	50	156	59	426	/

Plano útil:

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

Lista de piezas - Luminarias

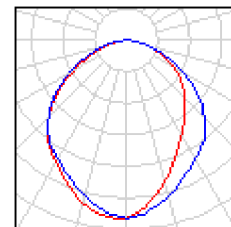
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	11	INDAL Z6082803sA 96126EL+V-90003M (1.000)	966	1800	26.0
2	1	INDAL ZES6129 61290 (1.000)	2791	3300	35.0
			Total: 13415	Total: 23100	321.0

Valor de eficiencia energética: $13.49 \text{ W/m}^2 = 4.41 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 23.79 m^2)

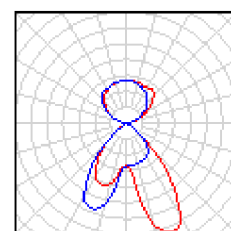
Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

calidad / Lista de luminarias

11 Pieza INDAL Z6082803sA 96126EL+V-90003M
N° de artículo: Z6082803sA
Flujo luminoso (Luminaria): 966 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1800 lm
Potencia de las luminarias: 26.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 51 83 97 100 54
Lámpara: 1 x FSQ-26 (Factor de corrección 1.000).



1 Pieza INDAL ZES6129 61290
N° de artículo: ZES6129
Flujo luminoso (Luminaria): 2791 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 3300 lm
Potencia de las luminarias: 35.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 51
Código CIE Flux: 83 100 100 49 85
Lámpara: 1 x FDH-35 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

calidad / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 13415 lm
 Potencia total: 321.0 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	226	80	306	/	/
mesa de trabajo	335	91	426	/	/
Suelo	159	69	228	20	15
Techo	43	65	108	70	24
Pared 1	92	67	159	50	25
Pared 2	76	66	142	50	23
Pared 3	97	64	161	50	26
Pared 4	94	69	164	50	26

Simetrías en el plano útil

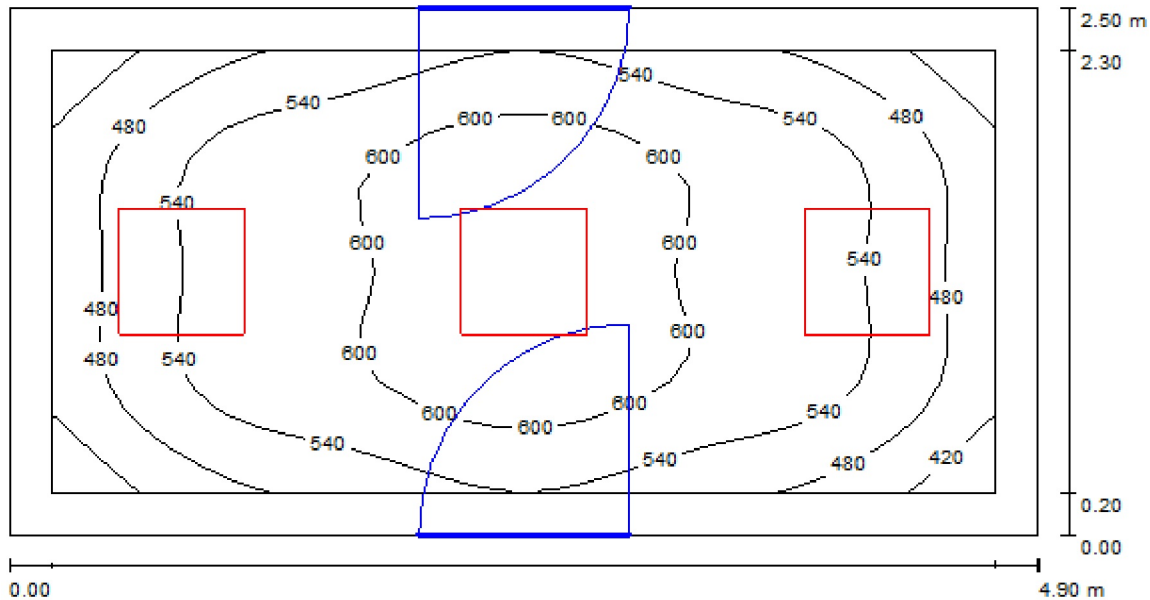
E_{\min} / E_m : 0.558 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.308 (1:3)

Valor de eficiencia energética: 13.49 W/m² = 4.41 W/m²/100 lx (Base: 23.79 m²)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Cuarto seguridad sala de calderas / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:36

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	547	367	640	0.672
Suelo	20	371	273	437	0.737
Techo	70	75	57	94	0.757
Paredes (4)	50	190	56	451	/

Plano útil:

Altura: 1.000 m
Trama: 32 x 16 Puntos
Zona marginal: 0.200 m

Lista de piezas - Luminarias

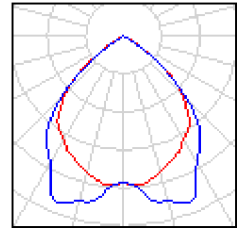
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL (1.000)	3469	5200	24.0
			Total: 10407	Total: 15600	72.0

Valor de eficiencia energética: $5.88 \text{ W/m}^2 = 1.08 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 12.25 m^2)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Cuarto seguridad sala de calderas / Lista de luminarias

3 Pieza INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL
N° de artículo: 4102102sM1
Flujo luminoso (Luminaria): 3469 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5200 lm
Potencia de las luminarias: 24.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 100 100 100 67
Lámpara: 4 x FDH-24 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Cuarto seguridad sala de calderas / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 10407 lm
Potencia total: 72.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.200 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	459	87	547	/	/
Superficie de cálculo 1	396	92	488	/	/
Suelo	273	98	371	20	24
Techo	0.00	75	75	70	17
Pared 1	101	85	186	50	30
Pared 2	115	83	198	50	31
Pared 3	101	85	186	50	30
Pared 4	115	83	198	50	32

Simetrías en el plano útil

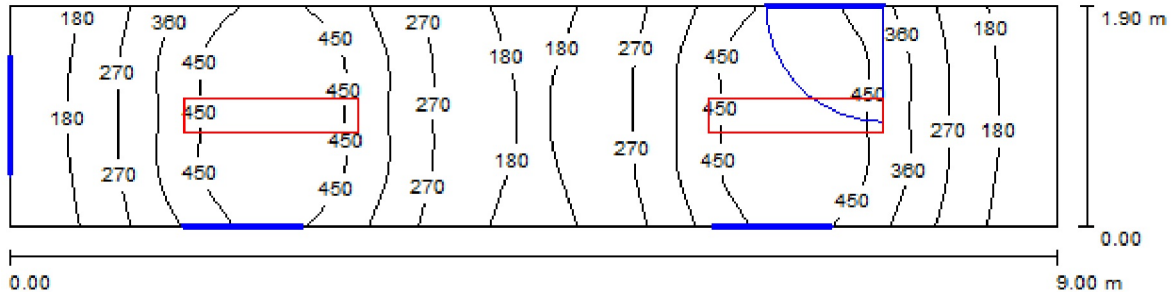
E_{\min} / E_m : 0.672 (1:1)

E_{\min} / E_{\max} : 0.574 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $5.88 \text{ W/m}^2 = 1.08 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 12.25 m^2)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona de paso 2 / Resumen



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

Valores en Lux, Escala 1:65

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	326	114	539	0.349
Suelo	20	247	139	324	0.564
Techo	70	51	35	59	0.691
Paredes (4)	50	120	37	399	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 16 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

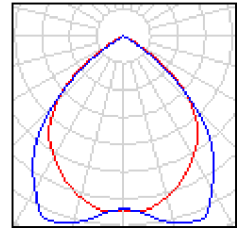
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	INDAL Z7080801sM3 492-IEV-M-EL (1.000)	4714	7000	49.0
			Total: 9427	Total: 14000	98.0

Valor de eficiencia energética: $5.73 \text{ W/m}^2 = 1.76 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 17.10 m^2)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona de paso 2 / Lista de luminarias

2 Pieza INDAL Z7080801sM3 492-IEV-M-EL
N° de artículo: Z7080801sM3
Flujo luminoso (Luminaria): 4714 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 7000 lm
Potencia de las luminarias: 49.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 99 100 100 68
Lámpara: 2 x FDH-49 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona de paso 2 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 9427 lm
Potencia total: 98.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	264	62	326	/	/
Superficie de cálculo 1	264	62	326	/	/
Suelo	179	68	247	20	16
Techo	0.00	51	51	70	11
Pared 1	67	56	124	50	20
Pared 2	34	52	86	50	14
Pared 3	76	58	134	50	21
Pared 4	24	48	72	50	11

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_m : 0.349 (1:3)

E_{\min} / E_{\max} : 0.211 (1:5)

Valor de eficiencia energética: $5.73 \text{ W/m}^2 = 1.76 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 17.10 m^2)

Planta baja

Zona de paso 1, comedor, sala de calderas, sala de compresores, vestuario de mujeres, baño de mujeres, botiquín, baño de hombres, vestuario de hombres, calidad

Contacto:
N° de encargo:
Empresa:
N° de cliente:

Fecha: 19.03.2014
Proyecto elaborado por: Carlos Moreno Chivite

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Índice

Planta baja	
Portada del proyecto	1
Índice	2
Lista de luminarias	4
INDAL L400Bxr3_400HbM1 ISR-BM1	
Hoja de datos de luminarias	5
INDAL Z6082803sA 96126EL+V-90003M	
Hoja de datos de luminarias	6
INDAL ZES6129 61290	
Hoja de datos de luminarias	7
INDAL L_182IETd18Fd2M2 182-IET-D-EL	
Hoja de datos de luminarias	8
INDAL L_652IFTd58Fa2M2 652-IFT-D-EL	
Hoja de datos de luminarias	9
INDAL L_p_IES__36Fa1M2 401-IES-D-1-EL	
Hoja de datos de luminarias	10
INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL	
Hoja de datos de luminarias	11
INDAL Z7080801sM3 492-IEV-M-EL	
Hoja de datos de luminarias	12
Zona de paso 3	
Resumen	13
Lista de luminarias	14
Resultados luminotécnicos	15
Dirección	
Resumen	16
Lista de luminarias	17
Resultados luminotécnicos	18
Aseo dirección	
Resumen	19
Lista de luminarias	20
Resultados luminotécnicos	21
Oficinas 1	
Resumen	22
Lista de luminarias	23
Resultados luminotécnicos	24
Oficinas 2	
Resumen	25
Lista de luminarias	26
Resultados luminotécnicos	27
baño mujeres	
Resumen	28
Lista de luminarias	29
Resultados luminotécnicos	30
Cuarto limpieza	
Resumen	31
Lista de luminarias	32
Resultados luminotécnicos	33
baño hombres	
Resumen	34
Lista de luminarias	35
Resultados luminotécnicos	36
sala de reuniones	
Resumen	37

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

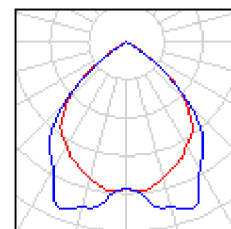
Índice

Lista de luminarias	38
Resultados luminotécnicos	39
sala de espera	
Resumen	40
Lista de luminarias	41
Resultados luminotécnicos	42
Documentos	
Resumen	43
Lista de luminarias	44
Resultados luminotécnicos	45

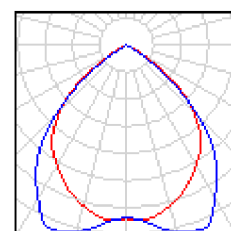
Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Planta baja / Lista de luminarias

63 Pieza INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL
N° de artículo: 4102102sM1
Flujo luminoso (Luminaria): 3469 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5200 lm
Potencia de las luminarias: 24.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 100 100 100 67
Lámpara: 4 x FDH-24 (Factor de corrección 1.000).



12 Pieza INDAL Z7080801sM3 492-IEV-M-EL
N° de artículo: Z7080801sM3
Flujo luminoso (Luminaria): 4714 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 7000 lm
Potencia de las luminarias: 49.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 99 100 100 68
Lámpara: 2 x FDH-49 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

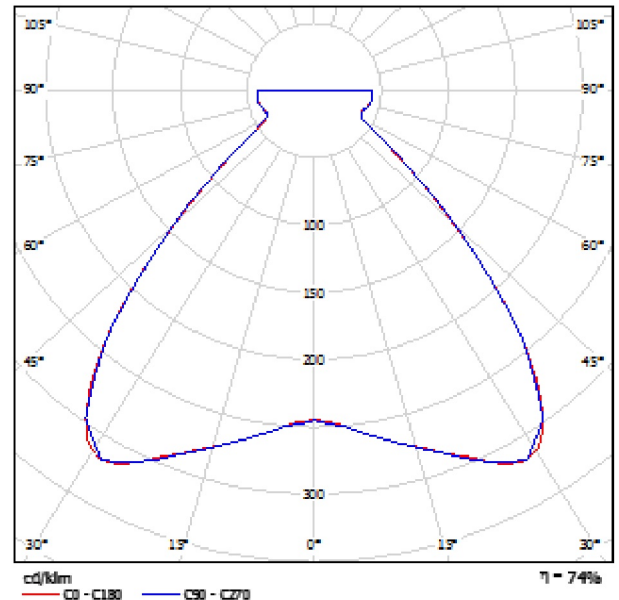
INDAL L400Bxr3_400HbM1 ISR-BM1 / Hoja de datos de luminarias



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 61 82 91 100 74

Luminarias con cuerpo de altura reducida para adosar o suspender con tres tipos de reflector simétrico en versión abierta o cerrada para adaptarse a las necesidades de cada instalación utilizando lámparas de vapor de mercurio (M) o sodio alta presión (S) o halogenuros metálicos (H) hasta 400 W (250w Reflector "M"). Formadas por un cuerpo en aleación ligera de aluminio inyectado pintado en colores negro texturado y naranja RAL 2009 brillo. Bandeja que incorpora el equipo eléctrico en acero galvanizado. Reflector en aluminio anodizado (modelos "C"; "D" y "M") o en metacrilato inyectado con prismas de reflexión total (modelo "B"). Sistema de cierre en vidrio sodo-cálcico templado de 4 mm. (modelos "CVT"; "DVT" y "MVT") o protector en metacrilato incoloro (modelo "BM1"). Modelos con reflector de aluminio: IP-21 (abierto). IP-65 (cerrado). IK 05. Clase I. Modelos con reflector de metacrilato: IP-20. IK 05. Clase I.

Emisión de luz 1:



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

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

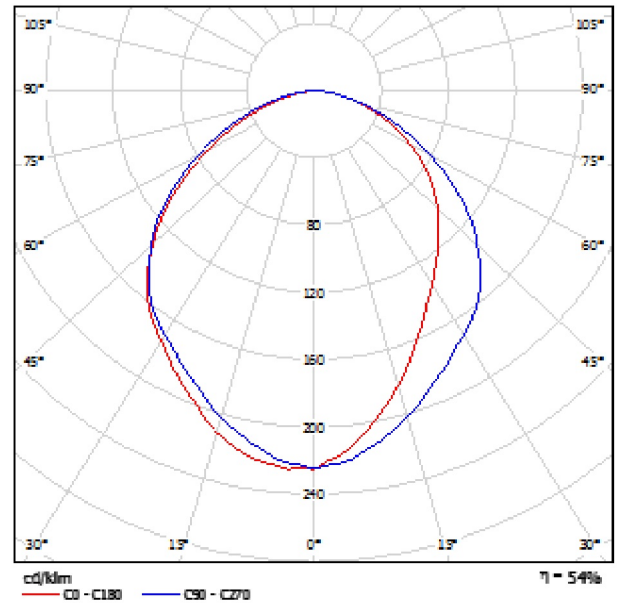
INDAL Z6082803sA 96126EL+V-90003M / Hoja de datos de luminarias



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 51 83 97 100 54

Una extensa familia de downlights compactos de alta calidad de materiales y diseño técnico avanzado, en los que se incorporan detalles de innovación destinados a conseguir una mayor eficacia en la instalación y una mejor eficiencia lumínica, optimizando los tiempos de montaje, los sistemas de cambio de lámparas y accesorios, optimizando al máximo las prestaciones luminotécnicas de cada óptica y fuente de luz, reduciendo al máximo las pérdidas de luz en la luminaria.

Emisión de luz 1:

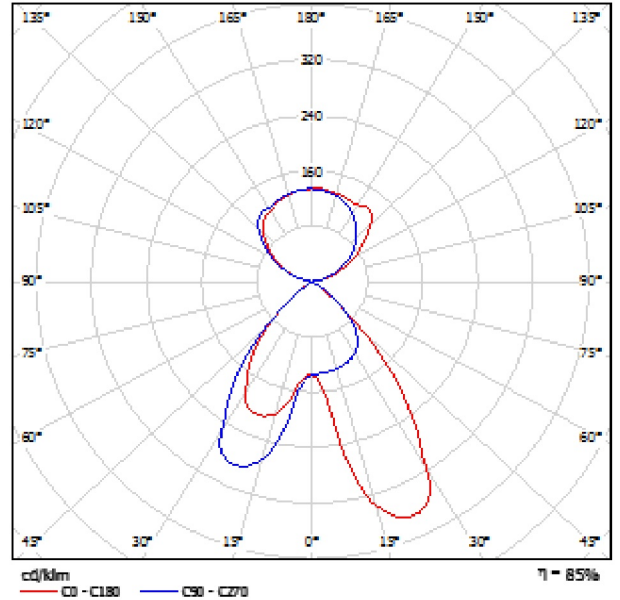


Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

INDAL ZES6129 61290 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 51
 Código CIE Flux: 83 100 100 49 85

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

Descripción no disponible

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

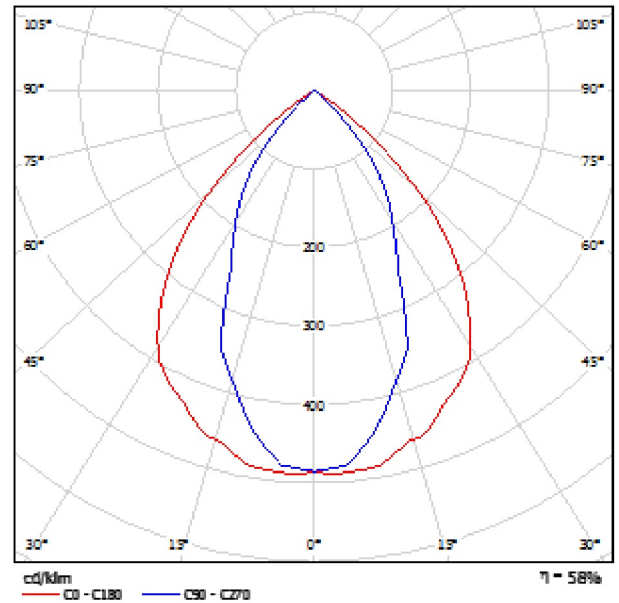
INDAL L_182IETd18Fd2M2 182-IET-D-EL / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 83 100 100 100 59

Luminarias polivalentes para empotrar en techos lisos o modulares de perfil visto u oculto.



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

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

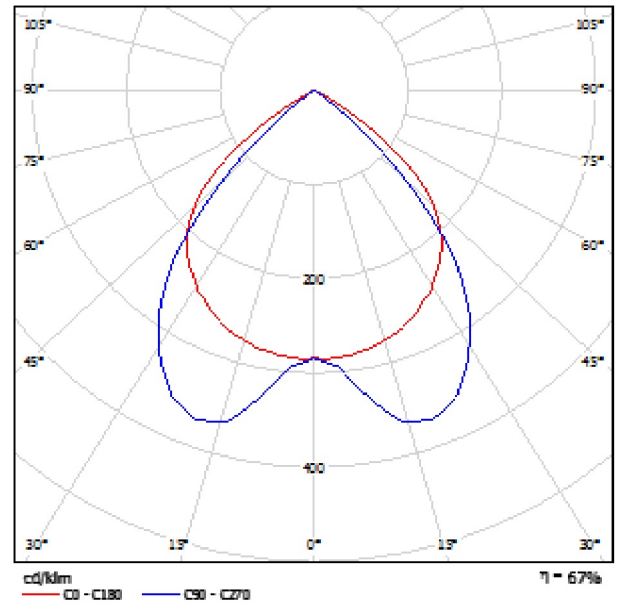
INDAL L_652IFTd58Fa2M2 652-IFT-D-EL / Hoja de datos de luminarias



Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 71 99 100 100 67

Descripción no disponible

Emisión de luz 1:

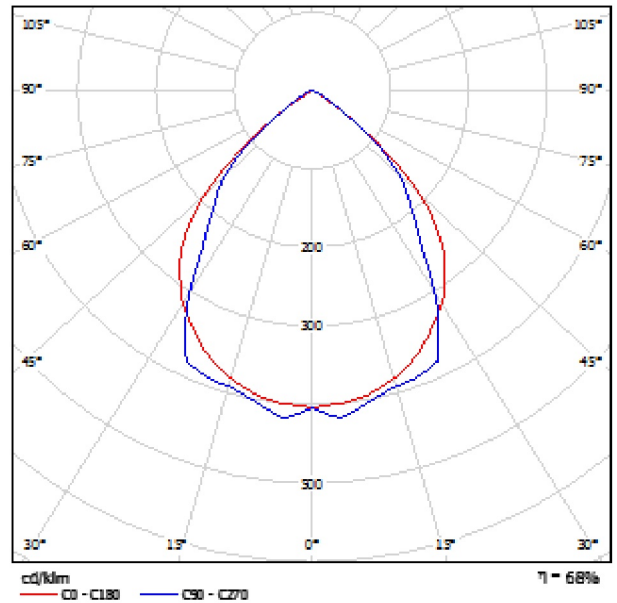


Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

INDAL L_p_IES_36Fa1M2 401-IES-D-1-EL / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 75 99 100 100 69

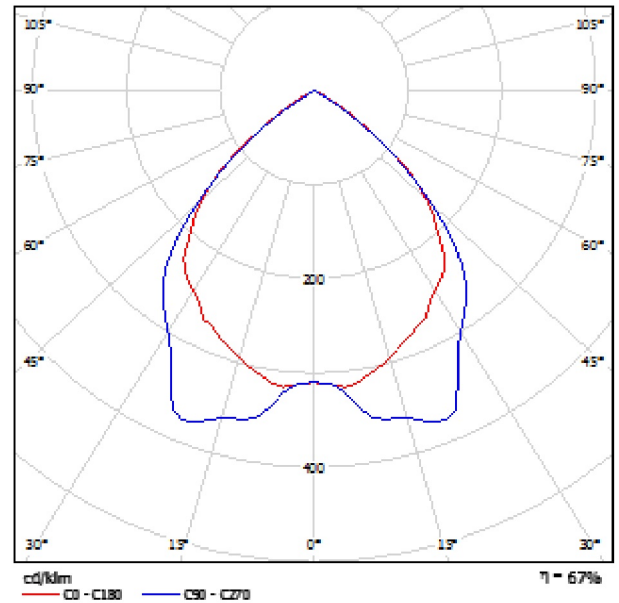
Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Luminarias de empotrar en falsos techos lisos y modulares de perfil visto u oculto, y versiones específicas para instalar en los techos integrados Indal. Diseñadas para su instalación en espacios con requisitos visuales y luminotécnicos muy elevados.

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 100 100 100 67

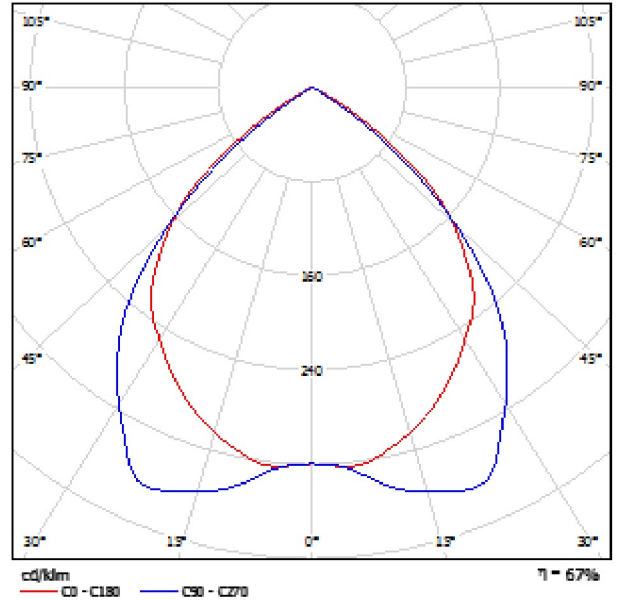
Luminarias individuales o en línea continua, polivalentes, para empotrar en falsos techos lisos o modulares de perfil visto u oculto.

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

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

INDAL Z7080801sM3 492-IEV-M-EL / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



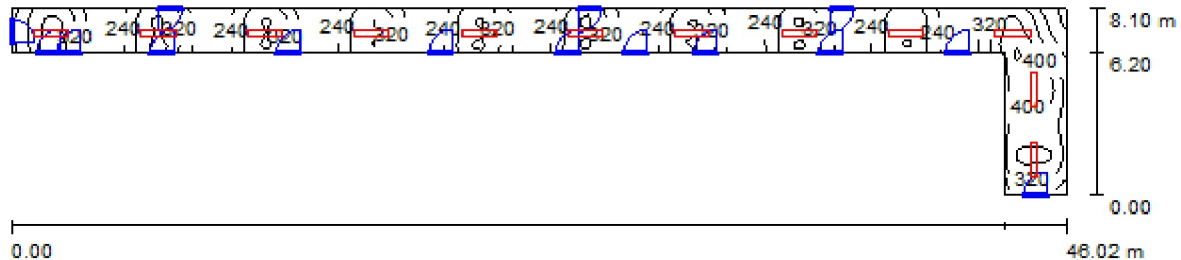
Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 70 99 100 100 68

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

Luminarias individuales o en línea continua, polivalentes, para empotrar en falsos techos lisos o modulares de perfil visto u oculto.

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona de paso 3 / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:330

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	304	141	494	0.465
Suelo	20	267	172	428	0.644
Techo	70	51	43	83	0.846
Paredes (6)	50	130	39	460	/

Plano útil:

Altura: 0.500 m
Trama: 128 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

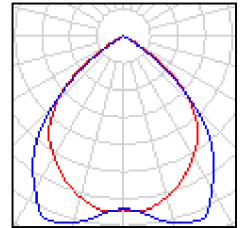
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	12	INDAL Z7080801sM3 492-IEV-M-EL (1.000)	4714	7000	49.0
			Total: 56564	Total: 84000	588.0

Valor de eficiencia energética: $5.64 \text{ W/m}^2 = 1.86 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 104.18 m^2)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona de paso 3 / Lista de luminarias

12 Pieza INDAL Z7080801sM3 492-IEV-M-EL
N° de artículo: Z7080801sM3
Flujo luminoso (Luminaria): 4714 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 7000 lm
Potencia de las luminarias: 49.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 99 100 100 68
Lámpara: 2 x FDH-49 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona de paso 3 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 56564 lm
Potencia total: 588.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	243	60	304	/	/
Zona pasillo 1	278	55	334	/	/
Zona pasillo 2	405	45	450	/	/
Suelo	202	65	267	20	17
Techo	0.00	51	51	70	11
Pared 1	78	57	135	50	22
Pared 2	82	55	137	50	22
Pared 3	55	51	106	50	17
Pared 4	64	55	119	50	19
Pared 5	68	61	129	50	20
Pared 6	41	64	105	50	17

Simetrías en el plano útil

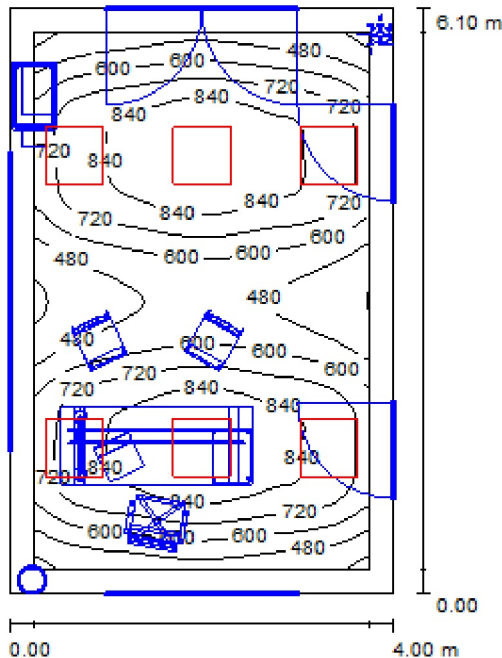
E_{\min} / E_m : 0.465 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.286 (1:3)

Valor de eficiencia energética: $5.64 \text{ W/m}^2 = 1.86 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 104.18 m^2)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Dirección / Resumen



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

Valores en Lux, Escala 1:79

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	676	334	934	0.495
Suelo	20	408	32	629	0.078
Techo	70	82	57	106	0.690
Paredes (4)	50	176	25	627	/

Plano útil:

Altura: 1.200 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.250 m

Lista de piezas - Luminarias

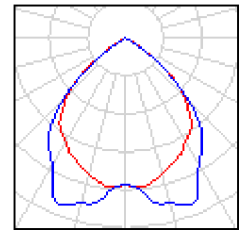
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL (1.000)	3469	5200	24.0
			Total: 20815	Total: 31200	144.0

Valor de eficiencia energética: $5.90 \text{ W/m}^2 = 0.87 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 24.40 m^2)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Dirección / Lista de luminarias

6 Pieza INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL
N° de artículo: 4102102sM1
Flujo luminoso (Luminaria): 3469 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5200 lm
Potencia de las luminarias: 24.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 100 100 100 67
Lámpara: 4 x FDH-24 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Dirección / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 20815 lm
Potencia total: 144.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.250 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	609	67	676	/	/
Suelo	332	76	408	20	26
Techo	0.00	82	82	70	18
Pared 1	85	78	163	50	26
Pared 2	121	74	196	50	31
Pared 3	64	72	136	50	22
Pared 4	119	73	192	50	31

Simetrías en el plano útil

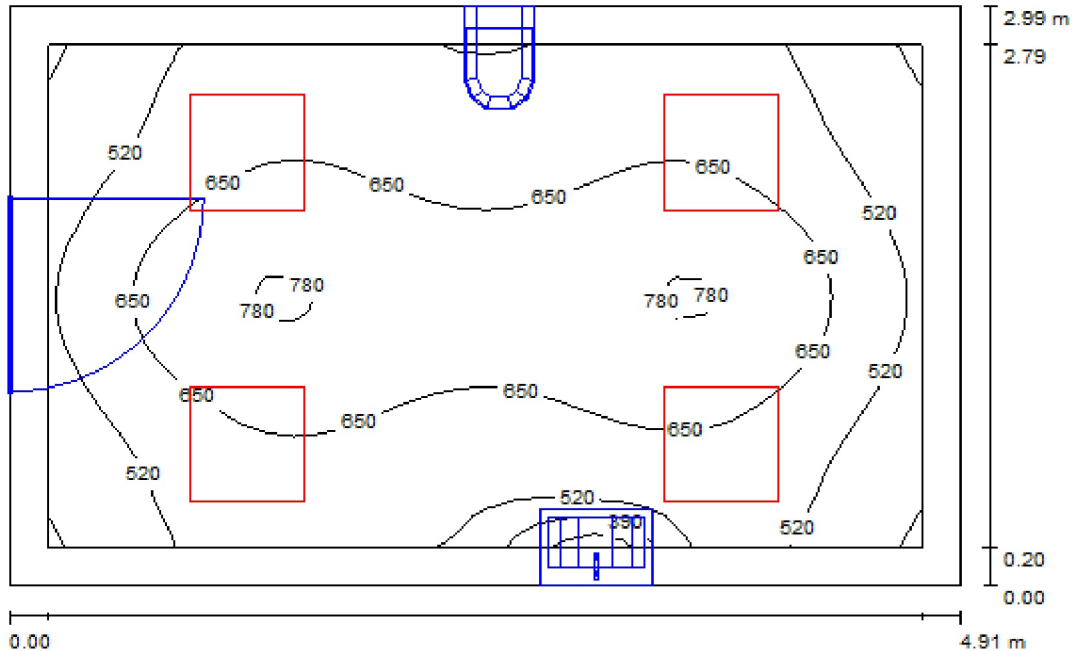
E_{\min} / E_{\max} : 0.495 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.358 (1:3)

Valor de eficiencia energética: 5.90 W/m² = 0.87 W/m²/100 lx (Base: 24.40 m²)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseo dirección / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:39

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	606	185	798	0.305
Suelo	20	432	289	538	0.670
Techo	70	90	69	111	0.762
Paredes (4)	50	223	70	589	/

Plano útil:

Altura: 1.000 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.200 m

Lista de piezas - Luminarias

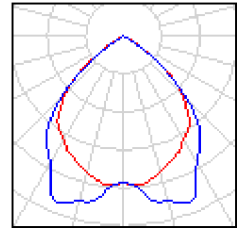
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL (1.000)	3469	5200	24.0
			Total: 13877	Total: 20800	96.0

Valor de eficiencia energética: $6.54 \text{ W/m}^2 = 1.08 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 14.68 m^2)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseo dirección / Lista de luminarias

4 Pieza INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL
N° de artículo: 4102102sM1
Flujo luminoso (Luminaria): 3469 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5200 lm
Potencia de las luminarias: 24.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 100 100 100 67
Lámpara: 4 x FDH-24 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseo dirección / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 13877 lm
Potencia total: 96.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.200 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	507	99	606	/	/
Suelo	326	105	432	20	27
Techo	0.00	90	90	70	20
Pared 1	139	97	236	50	38
Pared 2	110	97	206	50	33
Pared 3	140	98	238	50	38
Pared 4	96	95	192	50	30

Simetrías en el plano útil

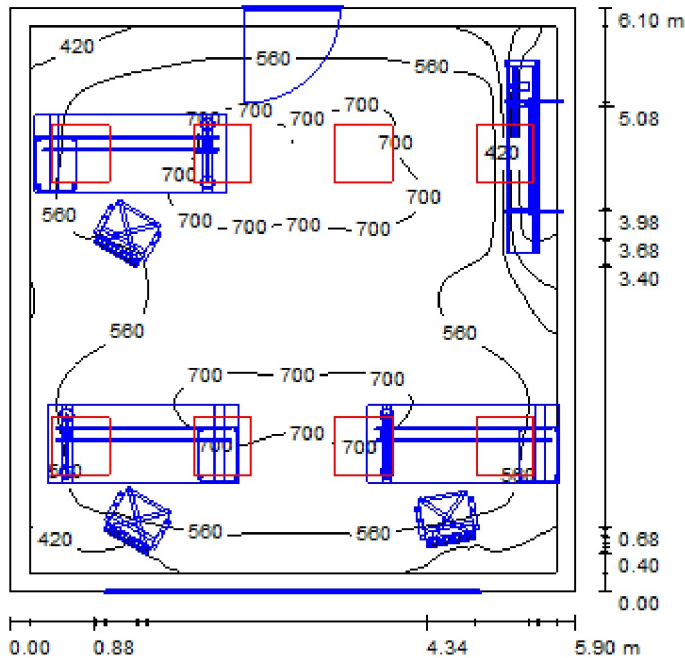
E_{\min} / E_{\max} : 0.305 (1:3)

E_{\min} / E_{\max} : 0.232 (1:4)

Valor de eficiencia energética: $6.54 \text{ W/m}^2 = 1.08 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 14.68 m^2)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Oficinas 1 / Resumen



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

Valores en Lux, Escala 1:79

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	581	61	743	0.105
Suelo	20	382	35	674	0.091
Techo	70	90	65	117	0.721
Paredes (4)	50	177	61	547	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.200 m

Lista de piezas - Luminarias

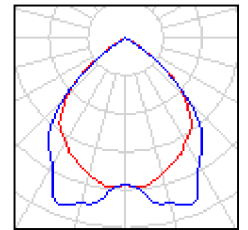
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL (1.000)	3469	5200	24.0
			Total: 27753	Total: 41600	192.0

Valor de eficiencia energética: 5.33 W/m² = 0.92 W/m²/100 lx (Base: 35.99 m²)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Oficinas 1 / Lista de luminarias

8 Pieza INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL
N° de artículo: 4102102sM1
Flujo luminoso (Luminaria): 3469 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5200 lm
Potencia de las luminarias: 24.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 100 100 100 67
Lámpara: 4 x FDH-24 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Oficinas 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 27753 lm
 Potencia total: 192.0 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.200 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	508	73	581	/	/
Suelo	312	70	382	20	24
Techo	0.00	90	90	70	20
Pared 1	80	76	156	50	25
Pared 2	105	76	181	50	29
Pared 3	87	82	170	50	27
Pared 4	121	79	199	50	32

Simetrías en el plano útil

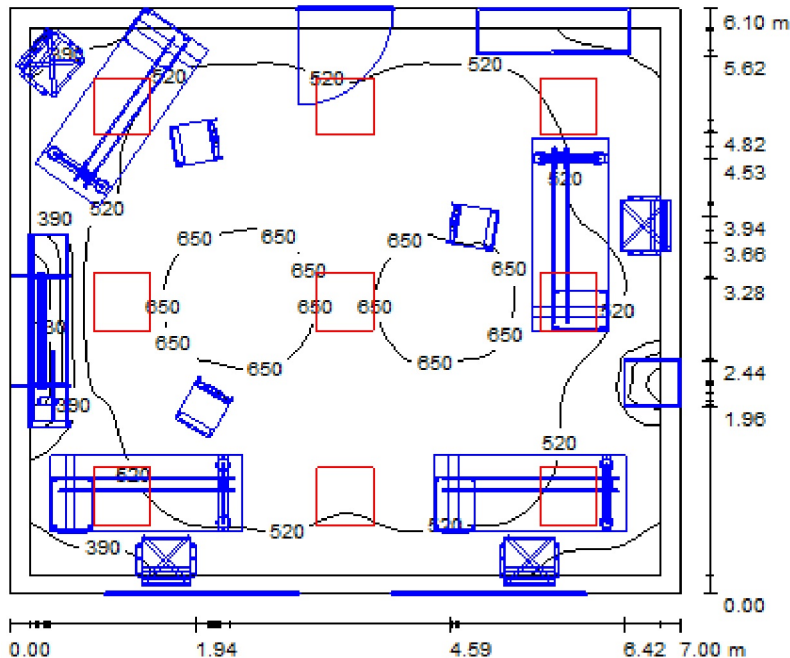
E_{\min} / E_{\max} : 0.105 (1:10)

E_{\min} / E_{\max} : 0.082 (1:12)

Valor de eficiencia energética: $5.33 \text{ W/m}^2 = 0.92 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 35.99 m^2)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Oficinas 2 / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:79

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	536	46	692	0.085
Suelo	20	347	24	626	0.070
Techo	70	87	39	113	0.449
Paredes (4)	50	161	18	331	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.200 m

Lista de piezas - Luminarias

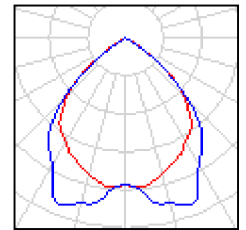
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	9	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL (1.000)	3469	5200	24.0
			Total: 31222	Total: 46800	216.0

Valor de eficiencia energética: 5.06 W/m² = 0.94 W/m²/100 lx (Base: 42.70 m²)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Oficinas 2 / Lista de luminarias

9 Pieza INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL
N° de artículo: 4102102sM1
Flujo luminoso (Luminaria): 3469 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5200 lm
Potencia de las luminarias: 24.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 100 100 100 67
Lámpara: 4 x FDH-24 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Oficinas 2 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 31222 lm
Potencia total: 216.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.200 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	464	72	536	/	/
Superficie de cálculo 5	435	71	506	/	/
Suelo	287	60	347	20	22
Techo	0.00	87	87	70	19
Pared 1	92	71	162	50	26
Pared 2	96	74	170	50	27
Pared 3	94	72	167	50	27
Pared 4	73	71	144	50	23

Simetrías en el plano útil

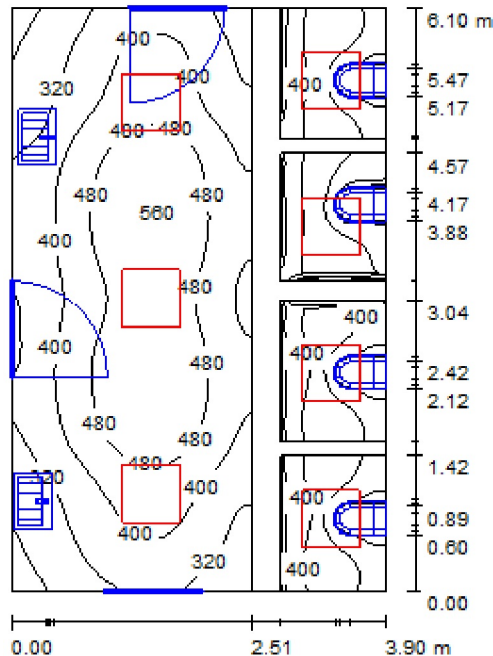
E_{\min} / E_{\max} : 0.085 (1:12)

E_{\min} / E_{\max} : 0.066 (1:15)

Valor de eficiencia energética: $5.06 \text{ W/m}^2 = 0.94 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 42.70 m^2)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

baño mujeres / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:79

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	405	211	564	0.521
Suelo	20	269	33	415	0.121
Techo	70	101	51	185	0.501
Paredes (4)	50	207	46	932	/

Plano útil:

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

Lista de piezas - Luminarias

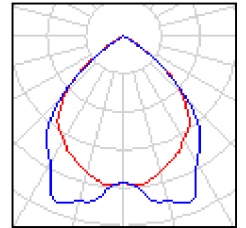
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	7	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL (1.000)	3469	5200	24.0
			Total: 24284	Total: 36400	168.0

Valor de eficiencia energética: $7.06 \text{ W/m}^2 = 1.74 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 23.79 m^2)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

baño mujeres / Lista de luminarias

7 Pieza INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL
N° de artículo: 4102102sM1
Flujo luminoso (Luminaria): 3469 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5200 lm
Potencia de las luminarias: 24.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 100 100 100 67
Lámpara: 4 x FDH-24 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

baño mujeres / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 24284 lm
Potencia total: 168.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	321	84	405	/	/
zona grifos	394	78	472	/	/
zona váter	289	130	419	/	/
Suelo	192	77	269	20	17
Techo	0.00	101	101	70	23
Pared 1	102	92	194	50	31
Pared 2	161	135	296	50	47
Pared 3	95	91	186	50	30
Pared 4	68	75	143	50	23

Simetrías en el plano útil

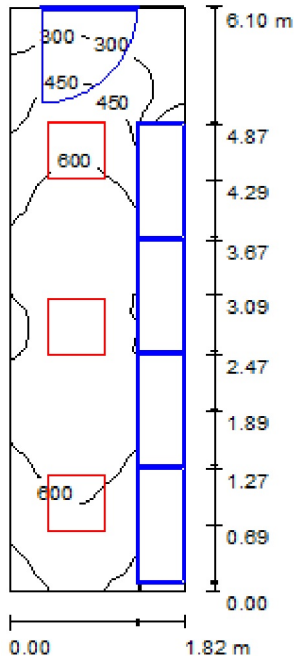
E_{\min} / E_{\max} : 0.521 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.374 (1:3)

Valor de eficiencia energética: $7.06 \text{ W/m}^2 = 1.74 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 23.79 m^2)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Cuarto limpieza / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:79

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	538	36	742	0.067
Suelo	20	307	5.34	526	0.017
Techo	70	90	47	131	0.524
Paredes (4)	50	152	0.11	639	/

Plano útil:

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

Lista de piezas - Luminarias

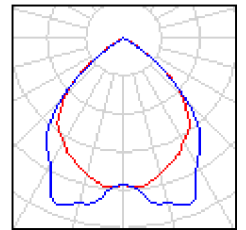
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL (1.000)	3469	5200	24.0
			Total: 10407	Total: 15600	72.0

Valor de eficiencia energética: 6.49 W/m² = 1.21 W/m²/100 lx (Base: 11.10 m²)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Cuarto limpieza / Lista de luminarias

3 Pieza INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL
N° de artículo: 4102102sM1
Flujo luminoso (Luminaria): 3469 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5200 lm
Potencia de las luminarias: 24.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 100 100 100 67
Lámpara: 4 x FDH-24 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Cuarto limpieza / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 10407 lm
Potencia total: 72.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	418	120	538	/	/
zona botiquin	494	132	627	/	/
Suelo	220	88	307	20	20
Techo	0.00	90	90	70	20
Pared 1	94	94	187	50	30
Pared 2	12	45	57	50	9.04
Pared 3	34	69	103	50	16
Pared 4	140	111	251	50	40

Simetrías en el plano útil

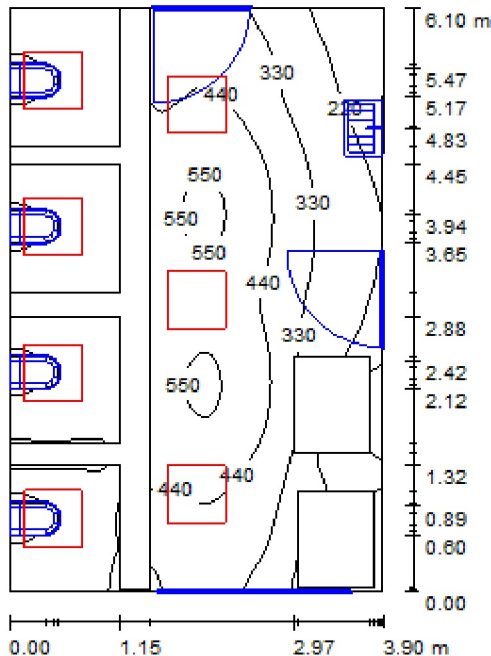
E_{\min} / E_{\max} : 0.067 (1:15)

E_{\min} / E_{\max} : 0.049 (1:21)

Valor de eficiencia energética: $6.49 \text{ W/m}^2 = 1.21 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 11.10 m^2)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

baño hombres / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:79

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	387	35	571	0.090
Suelo	20	246	36	407	0.148
Techo	70	97	47	174	0.490
Paredes (4)	50	201	27	1333	/

Plano útil:

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

Lista de piezas - Luminarias

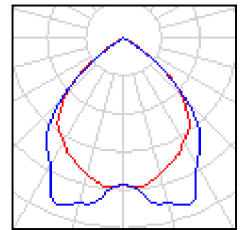
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	7	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL (1.000)	3469	5200	24.0
			Total: 24284	Total: 36400	168.0

Valor de eficiencia energética: $7.07 \text{ W/m}^2 = 1.83 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 23.76 m^2)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

baño hombres / Lista de luminarias

7 Pieza INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL
N° de artículo: 4102102sM1
Flujo luminoso (Luminaria): 3469 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5200 lm
Potencia de las luminarias: 24.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 100 100 100 67
Lámpara: 4 x FDH-24 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

baño hombres / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 24284 lm
Potencia total: 168.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	301	86	387	/	/
zona váter	283	120	402	/	/
zona grifos	395	81	476	/	/
Suelo	173	73	246	20	16
Techo	0.00	97	97	70	22
Pared 1	91	88	179	50	28
Pared 2	32	76	108	50	17
Pared 3	90	97	188	50	30
Pared 4	189	136	325	50	52

Simetrías en el plano útil

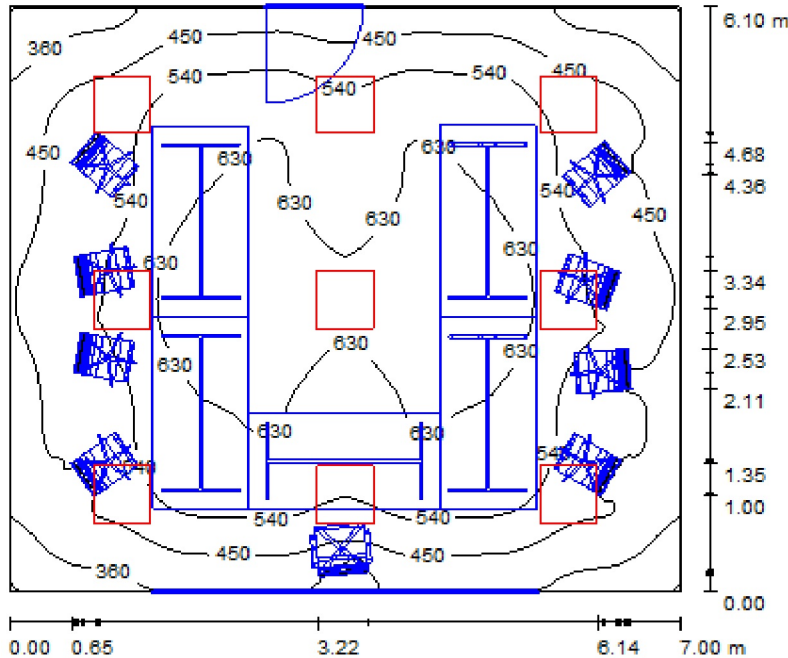
E_{\min} / E_{\max} : 0.090 (1:11)

E_{\min} / E_{\max} : 0.061 (1:16)

Valor de eficiencia energética: $7.07 \text{ W/m}^2 = 1.83 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 23.76 m^2)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

sala de reuniones / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:79

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	530	266	699	0.502
Suelo	20	298	41	601	0.139
Techo	70	102	49	144	0.475
Paredes (4)	50	187	68	340	/

Plano útil:

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

Lista de piezas - Luminarias

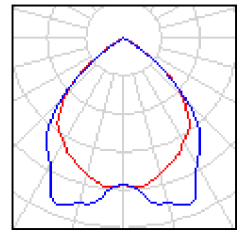
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	9	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL (1.000)	3469	5200	24.0
Total:			31222	46800	216.0

Valor de eficiencia energética: 5.06 W/m² = 0.96 W/m²/100 lx (Base: 42.70 m²)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

sala de reuniones / Lista de luminarias

9 Pieza INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL
N° de artículo: 4102102sM1
Flujo luminoso (Luminaria): 3469 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5200 lm
Potencia de las luminarias: 24.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 100 100 100 67
Lámpara: 4 x FDH-24 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

sala de reuniones / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 31222 lm
Potencia total: 216.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	450	80	530	/	/
Superficie de cálculo 4	450	80	530	/	/
Suelo	230	68	298	20	19
Techo	0.00	102	102	70	23
Pared 1	95	84	179	50	28
Pared 2	105	84	189	50	30
Pared 3	108	84	192	50	30
Pared 4	105	84	189	50	30

Simetrías en el plano útil

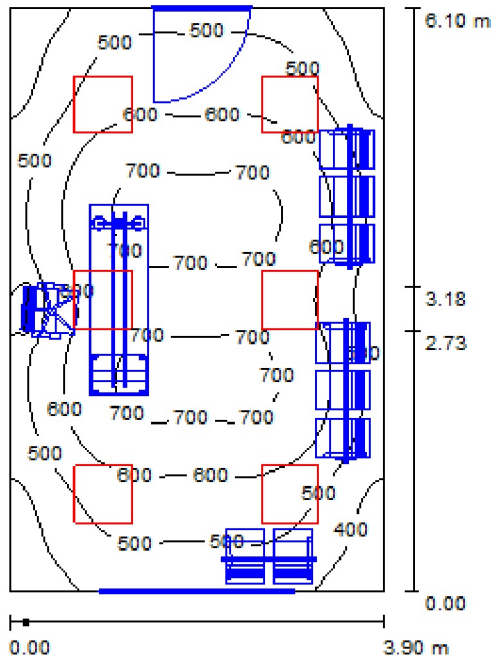
E_{\min} / E_m : 0.502 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.380 (1:3)

Valor de eficiencia energética: $5.06 \text{ W/m}^2 = 0.96 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 42.70 m^2)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

sala de espera / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:79

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	563	274	727	0.487
Suelo	20	393	53	608	0.136
Techo	70	89	60	113	0.671
Paredes (4)	50	199	66	357	/

Plano útil:

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

Lista de piezas - Luminarias

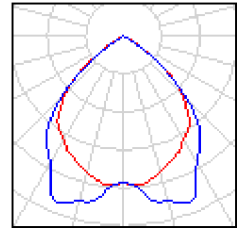
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL (1.000)	3469	5200	24.0
			Total: 20815	Total: 31200	144.0

Valor de eficiencia energética: 6.05 W/m² = 1.08 W/m²/100 lx (Base: 23.79 m²)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

sala de espera / Lista de luminarias

6 Pieza INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL
N° de artículo: 4102102sM1
Flujo luminoso (Luminaria): 3469 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5200 lm
Potencia de las luminarias: 24.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 100 100 100 67
Lámpara: 4 x FDH-24 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

sala de espera / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 20815 lm
Potencia total: 144.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	477	86	563	/	/
mesa de trabajo	478	86	563	/	/
Suelo	313	79	393	20	25
Techo	0.00	89	89	70	20
Pared 1	97	83	180	50	29
Pared 2	118	82	200	50	32
Pared 3	115	85	200	50	32
Pared 4	127	85	212	50	34

Simetrías en el plano útil

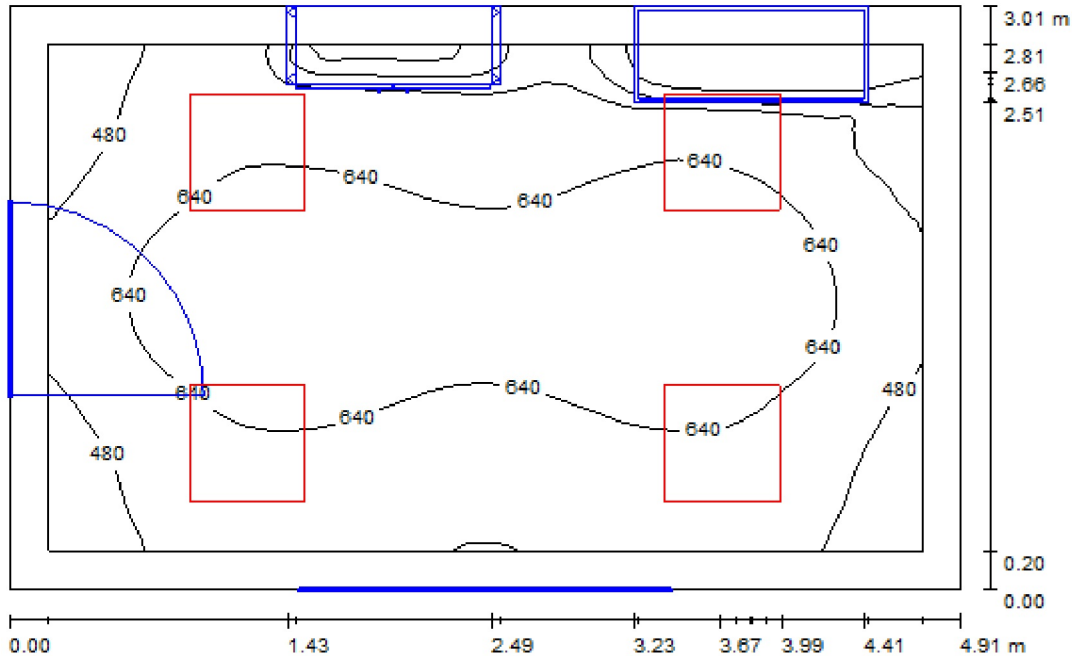
E_{\min} / E_m : 0.487 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.377 (1:3)

Valor de eficiencia energética: $6.05 \text{ W/m}^2 = 1.08 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 23.79 m^2)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Documentos / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:39

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	574	36	790	0.063
Suelo	20	392	18	527	0.047
Techo	70	91	61	174	0.668
Paredes (4)	50	192	7.29	744	/

Plano útil:

Altura: 1.000 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.200 m

Lista de piezas - Luminarias

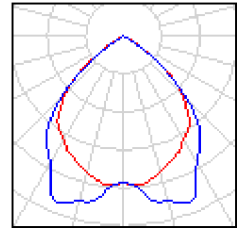
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL (1.000)	3469	5200	24.0
			Total: 13877	Total: 20800	96.0

Valor de eficiencia energética: $6.50 \text{ W/m}^2 = 1.13 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 14.78 m^2)

Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
Teléfono
Fax
e-Mail

Documentos / Lista de luminarias

4 Pieza INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL
N° de artículo: 4102102sM1
Flujo luminoso (Luminaria): 3469 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5200 lm
Potencia de las luminarias: 24.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 100 100 100 67
Lámpara: 4 x FDH-24 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por Carlos Moreno Chivite
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Documentos / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 13877 lm
 Potencia total: 96.0 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.200 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	488	85	574	/	/
Suelo	303	89	392	20	25
Techo	0.00	91	91	70	20
Pared 1	136	91	227	50	36
Pared 2	105	87	192	50	31
Pared 3	87	74	161	50	26
Pared 4	96	90	186	50	30

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.063 (1:16)

E_{\min} / E_{\max} : 0.046 (1:22)

Valor de eficiencia energética: $6.50 \text{ W/m}^2 = 1.13 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 14.78 m^2)



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

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

PLANOS

Carlos Moreno Chivite

José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Abril 2014



3. PLANOS

Plano 1: Situación

Plano 2: Planta nave

Plano 3: Alumbrado interior nave

Plano 4: Esquema de fuerza alumbrado producción

Plano 5: Esquema de fuerza alumbrado almacén

Plano 6: Esquema de mando alumbrado nave

Plano 7: Alumbrado de emergencia

Plano 8: Distribución y cuadros y tomas de corriente

Plano 9: Puesta a tierra Nave

Plano 10: Detalle excavación, rejillas y cotas del CT

Plano 11: Distribución del CT

Plano 12: Esquema unifilar CT

Plano 13: Puesta a tierra CT

Plano 14: Esquema unifilar cuadro BT del CT

Plano 15: Esquema unifilar cuadro general de distribución

Plano 16: Esquema unifilar cuadro secundario I

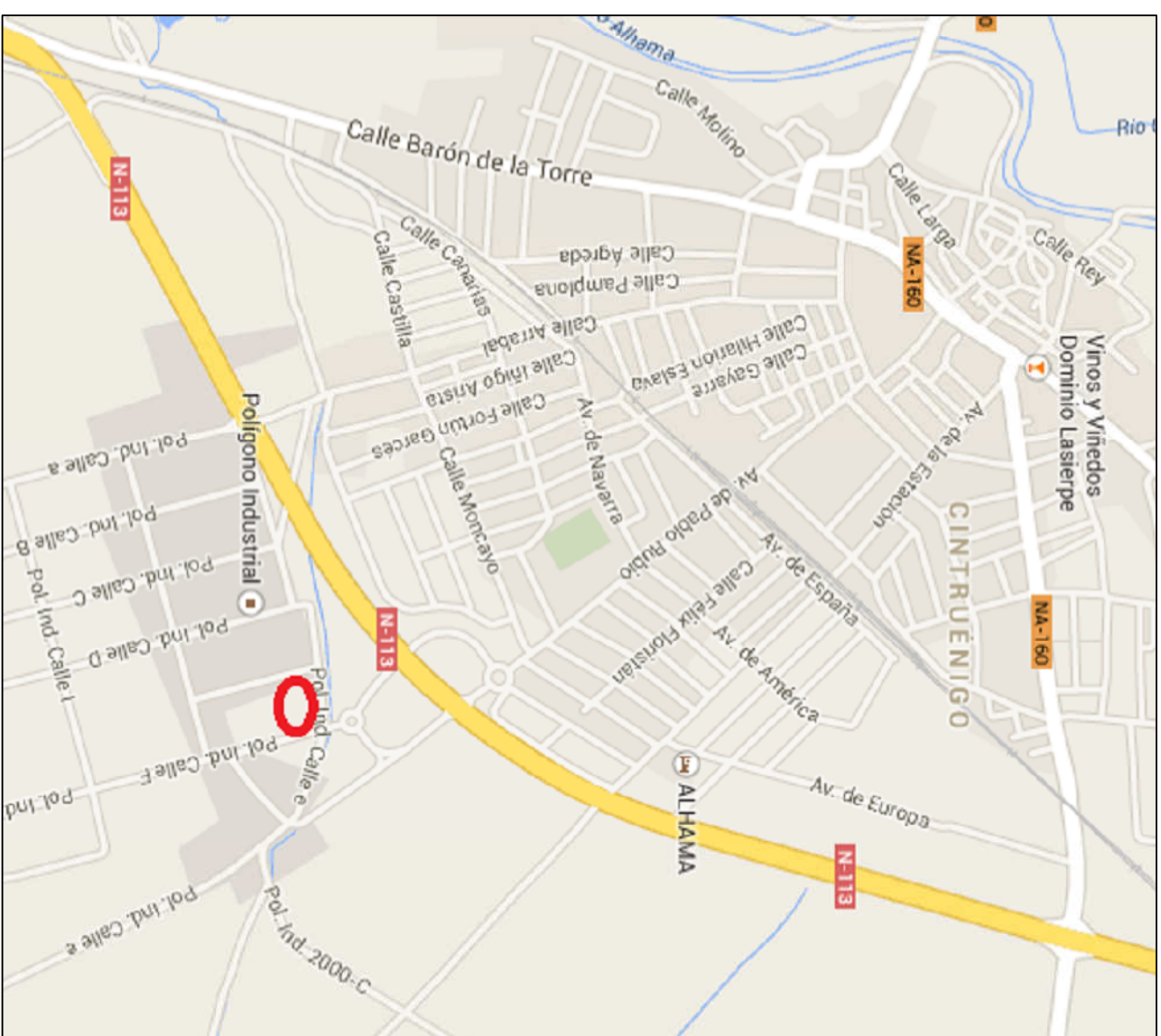
Plano 17: Esquema unifilar cuadro secundario II


Plano 18: Esquema unifilar cuadro secundario III

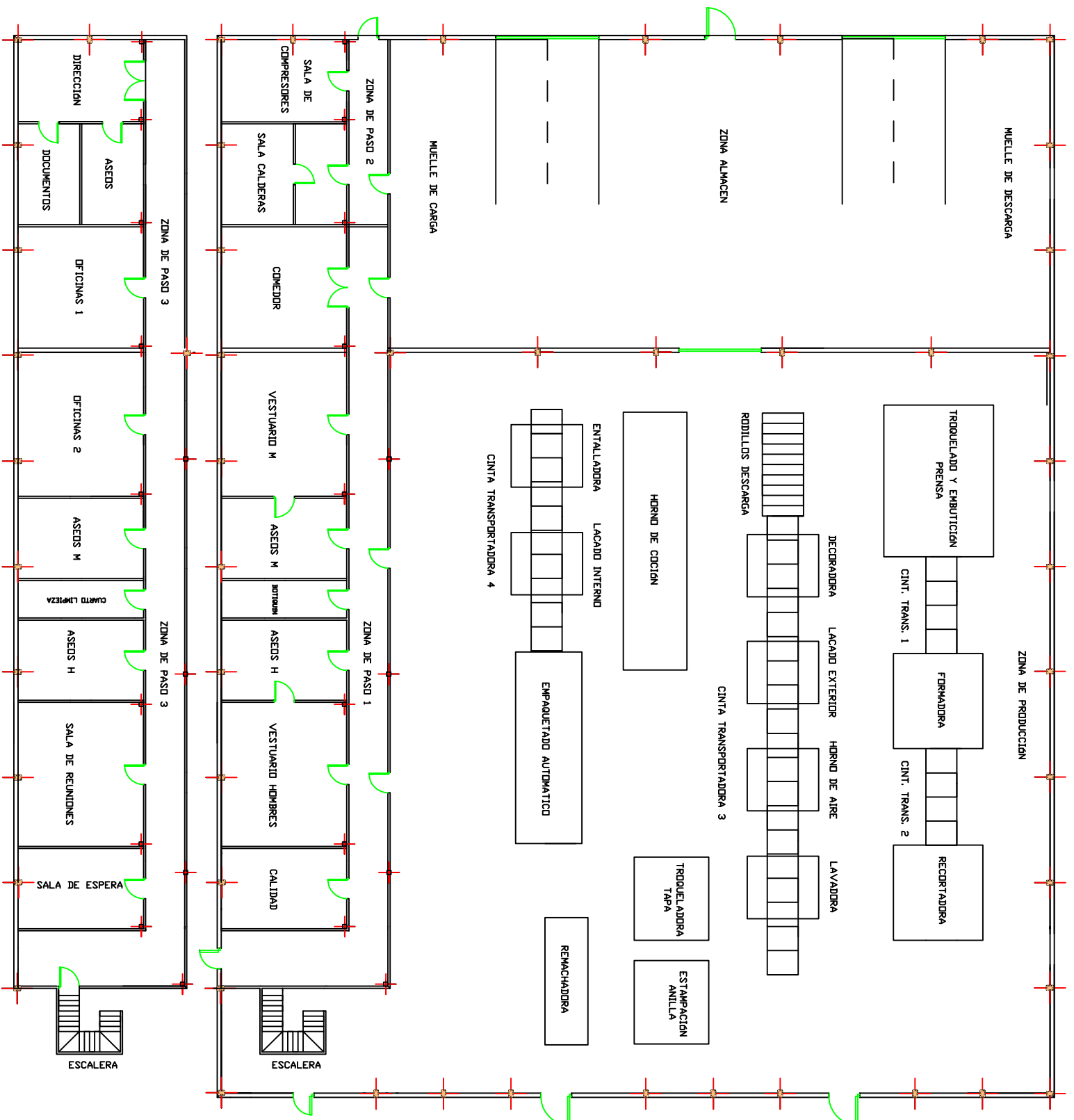
Plano 19: Esquema unifilar cuadro secundario IV (Caldera)

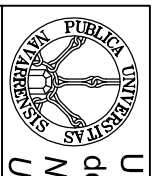
Plano 20: Esquema unifilar cuadro plata baja y alumbrado

Plano 21: Esquema unifilar cuadro primera planta



 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: MORENO CHIVITE, CARLOS
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		FIRMA:
PLANO: SITUACION NAVE	FECHA: 03-2014	ESCALA: S/E
	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 EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	REALIZADO: MORENO CHIVITE, CARLOS

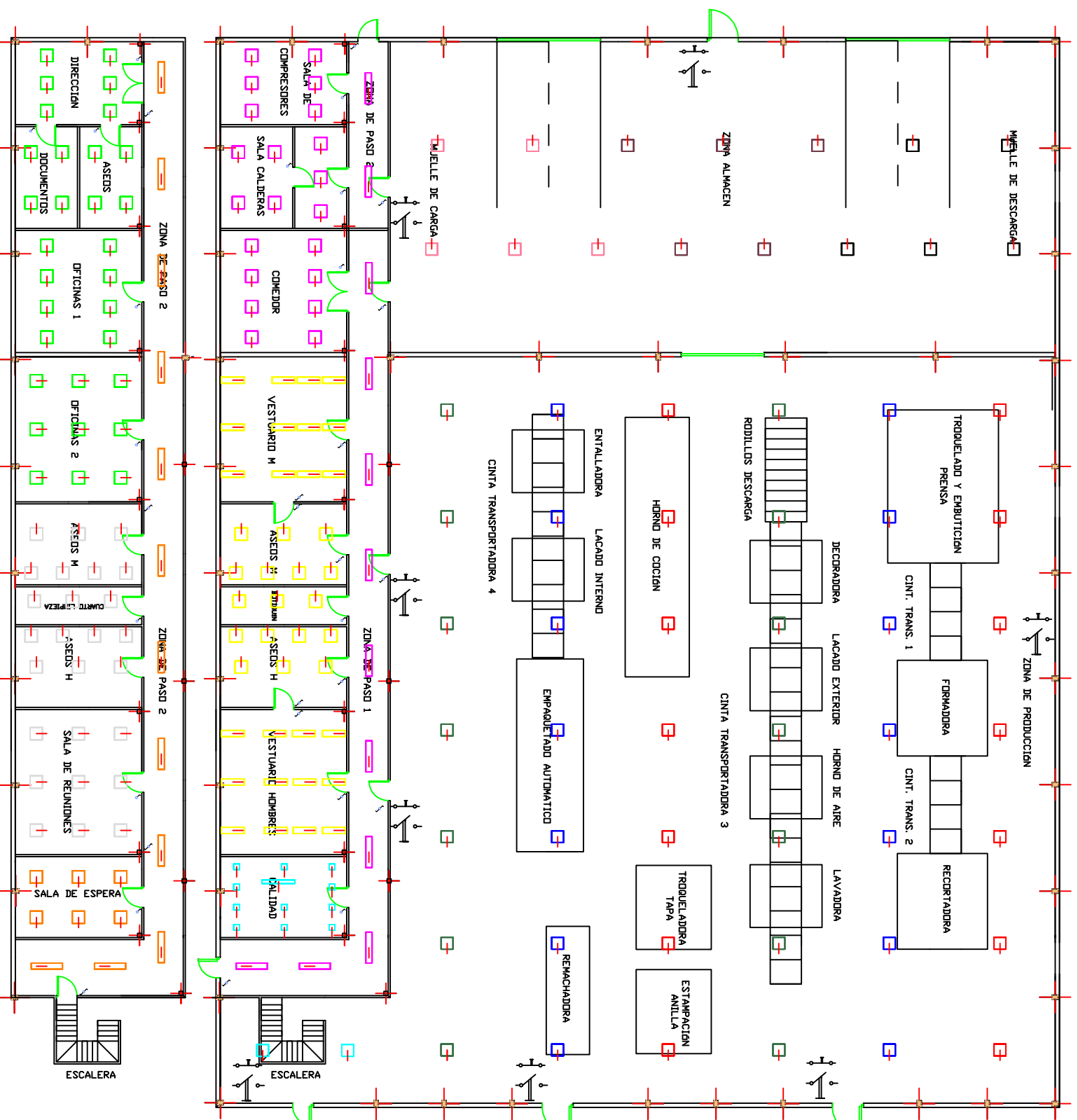
PLANO: PLANTA DE LA NAVE	FIRMA:
FECHA: 04-2014	ESCALA: 1/250
N° PLAN:	2

**ZONA DE ALMACÉN: 5
LÁMPARAS POR FASE
GOBERNADAS POR
CONTACTORES**

**TODAS LAS LÁMPARAS SE
ENCONTRARÁN
EMPOTRADAS EN TECHO
EXCEPTO LAS UTILIZADAS
EN LA ZONA DE
PRODUCCIÓN, ALMACÉN Y
ESCALERAS QUE SERÁN
ADOSADAS AL MISMO.**

INDAL L400Bx3_400HbM1 ISR-BM1
Dimensiones (L x A x H): 0.569 x
0.569 x 0.515 m

**ZONA DE PRODUCCIÓN
DIVIDIDA EN DOS PARA
PODER PROCEDER A LA
ILUMINACIÓN POR ZONAS.
7 LÁMPARAS POR FASE EN
CADA ZONA GOBERNADAS
POR CONTACTORES**



Interruptor monopolar
Commutador paralelo o de vaivén
Pulsadores de parada y encendido

Fase R

Fase S

Fase T

INDAL L400Bx3_400HbM1 ISR-BM1

INDAL ZES6129 61290

INDAL Z60828035A 96126EL+V-90003M

INDAL 4102102SM1 244-IEV-D-EL

INDAL L_P_IES__36Fa1M2 401-IESS-D-1-EL

INDAL Z7080801SM3 492-IEV-M-EL

Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:

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

REALIZADO:

MORENO CHIVITE, CARLOS

FIRMA:

PLANO:

PLANTA ILUMINACION NAVE E INTERRUPTORES

FECHA:

03-2014

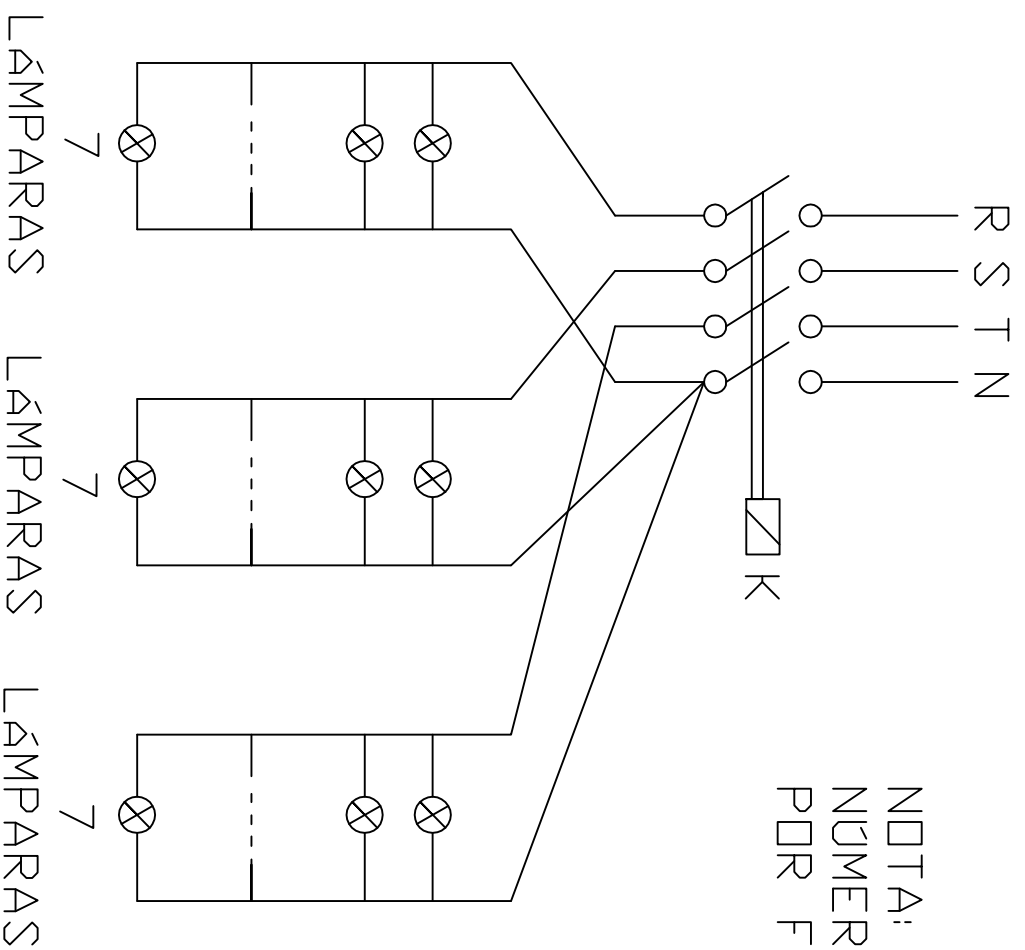
ESCALA:

1/250

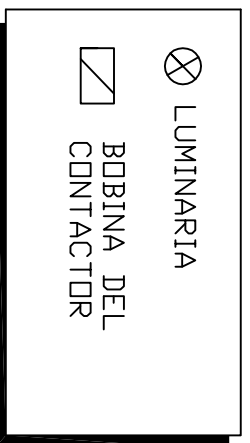
Nº PLAN:


3

MONTAJE GENERAL ALUMBRADO ZONA DE PRODUCCION. MONTAJE PARA ZONA 1 Y 2.

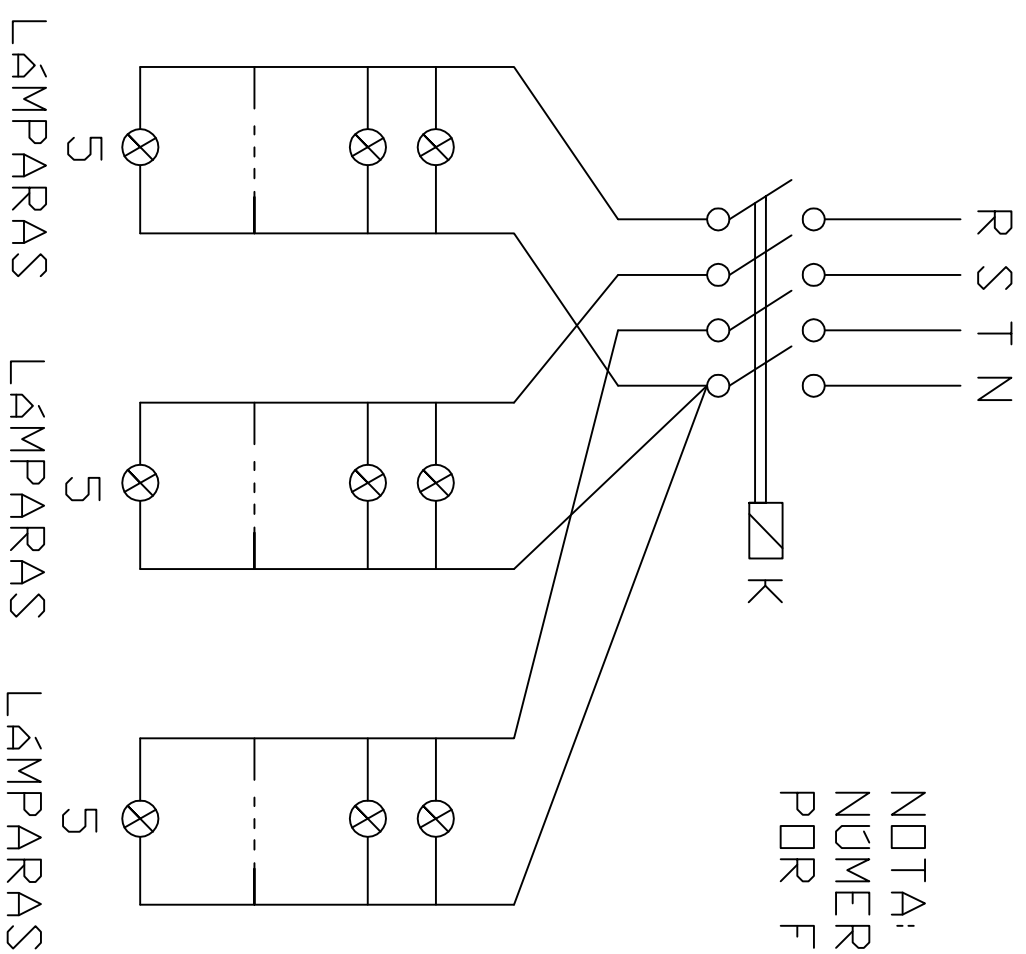


NOTA: DEBIDO A QUE EN LAS TRES FASES HAY EL MISMO NUMERO DE LUMINARIAS DE LA MISMA POTENCIA, EL CONSUMO POR FASE ES EL MISMO Y EL SISTEMA ESTÁ EQUILIBRADO.

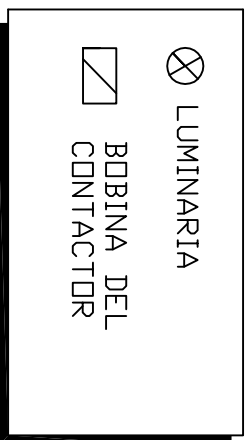



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO:	REALIZADO:	
INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	MORENO CHIVITE, CARLOS	
	FIRMA:	
PLANO:	FECHA:	ESCALA:
ESQUEMA FUERZA ALUMBRADO PRODUCCIÓN	03-2014	S/E
		Nº PLANO: 4

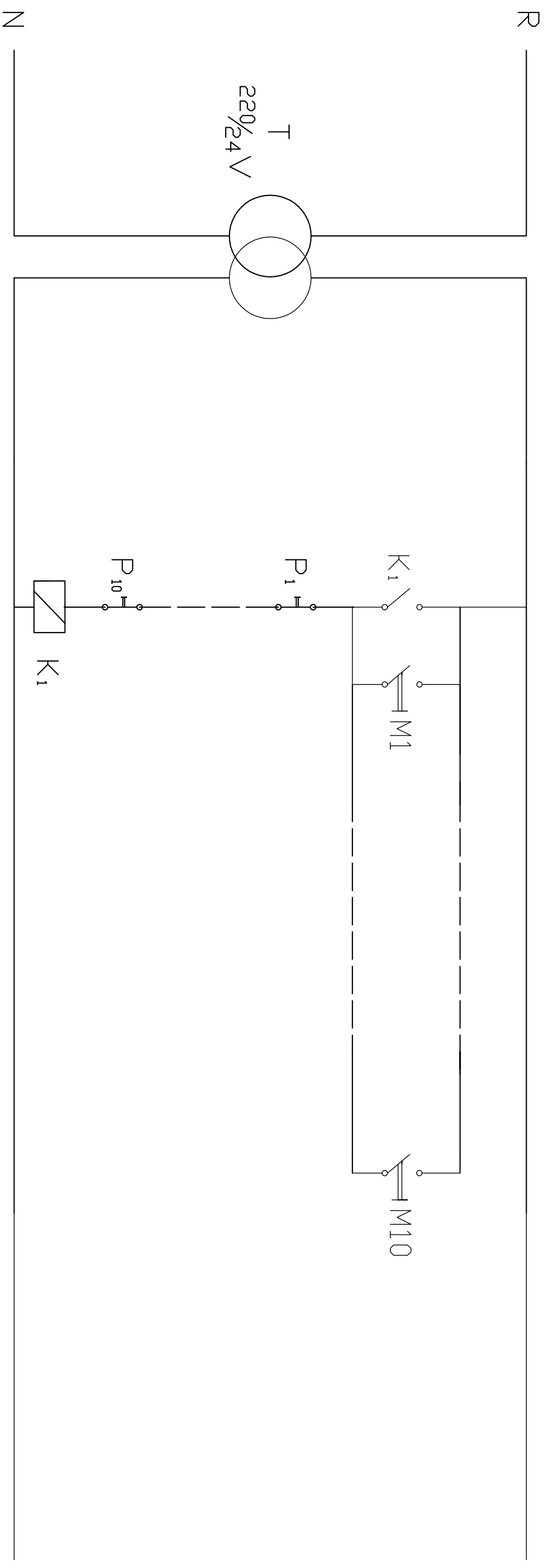
MONTAJE GENERAL ALUMBRADO ZONA DE ALMACÉN.



NOTA: DEBIDO A QUE EN LAS TRES FASES HAY EL MISMO NUMERO DE LUMINARIAS DE LA MISMA POTENCIA, EL CONSUMO POR FASE ES EL MISMO Y EL SISTEMA ESTÁ EQUILIBRADO.




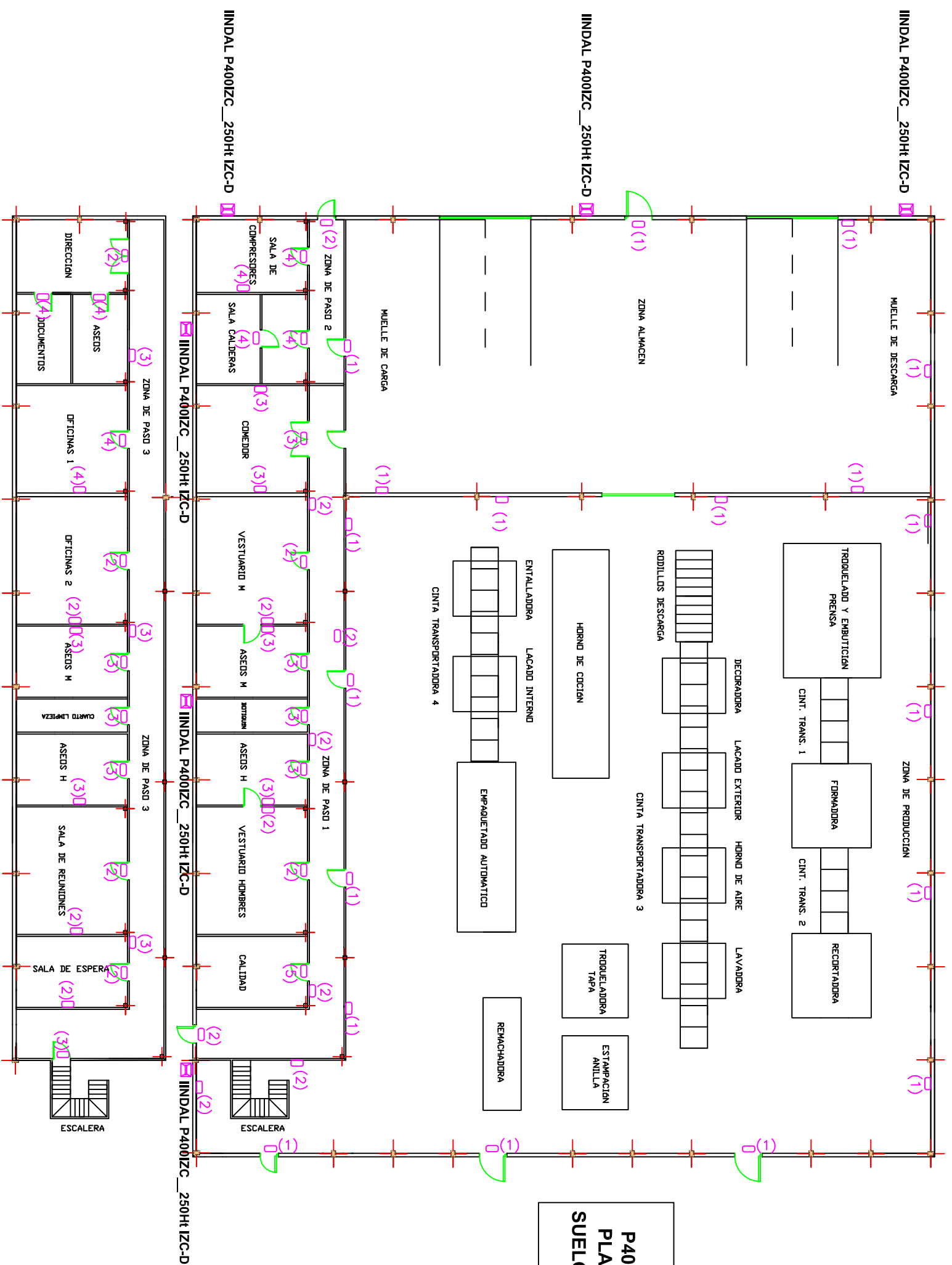
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	REALIZADO:	MORENO CHIVITE, CARLOS		
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	FIRMA:				
PLANO: ESQUEMA FUERZA ALUMBRADO ALMACÉN	FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:		
	03-2014	S/E	5		



NOTA: EL CONTACTOR SE REFIERE AL CIRCUITO DE ALUMBRADO DE LA ZONA DE PRODUCCIÓN Y ZONA DE ALMACÉN, QUE SERÁ GOBERNADO DESDE EL CUADRO SECUNDARIO DE LA PLANTA BAJA. CADA CIRCUITO DE ALUMBRADO DEL RESTO DE LA NAVE SERA GOBERNADO DESDE UN MISMO PUNTO, EN EL QUE SE ENCONTRARAN LOS CONTACTORES DE ENCENDIDO Y DE PARADA COMO SE DETALLA EN EL PLANO 3.

<input checked="" type="checkbox"/>	BOBINA DEL CONTACTOR
<input type="checkbox"/>	PULSADOR DE PARADA
<input type="checkbox"/>	PULSADOR DE ENCENDIDO
<input type="checkbox"/>	CONTACTO NORMALMENTE ABIERTO
<input type="checkbox"/>	TRANSFORMADOR

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:	
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO:	INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	REALIZADO:	
		MORENO CHIVITE, CARLOS	
PLANO:	ESQUEMA DE MANDO ALUMBRADO PRODUCCIÓN Y ALMACÉN	FIRMA:	
FECHA:	03-2014	ESCALA:	S/E
		Nº PLANO:	6

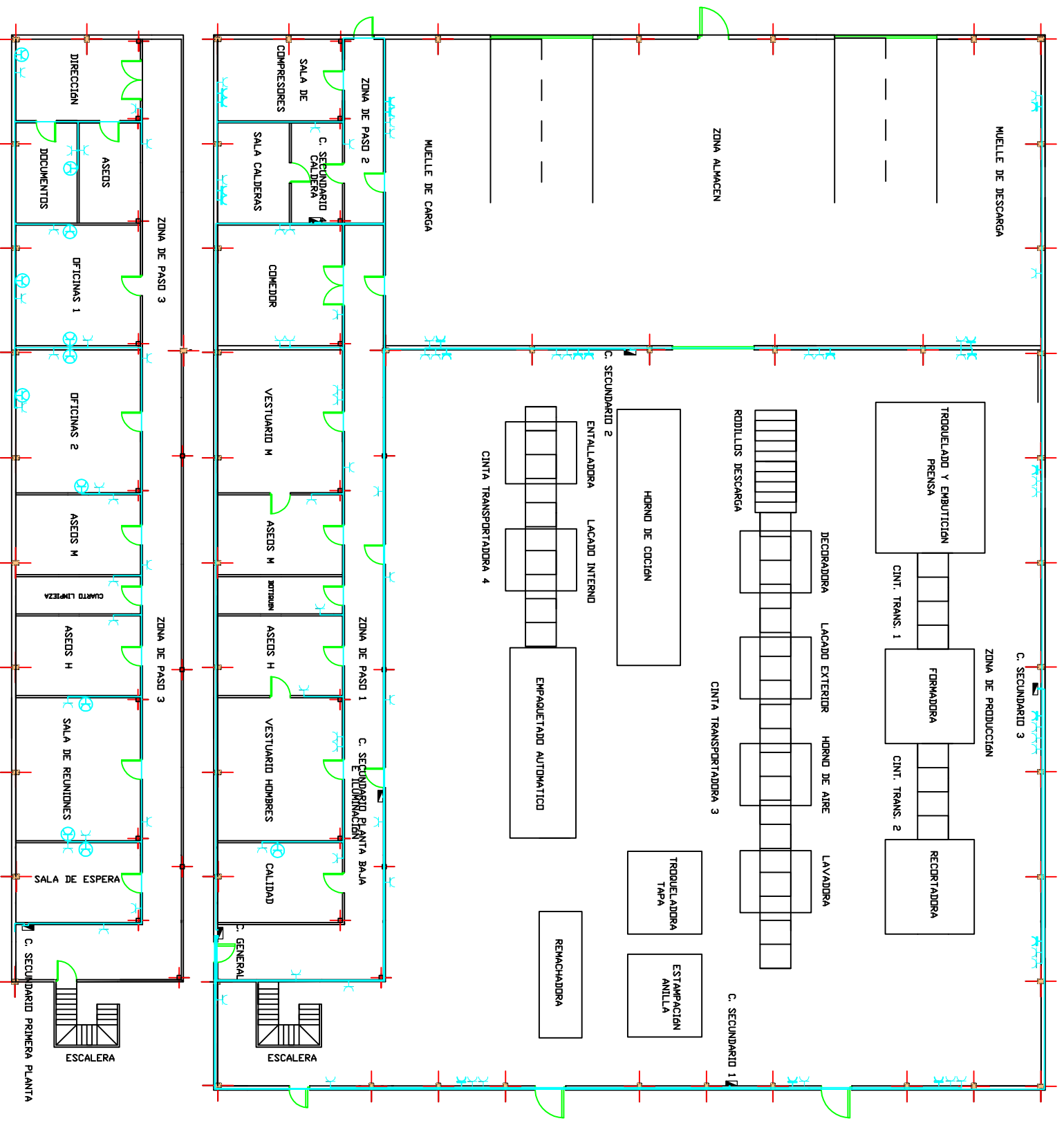


LÁMPARAS EXTERIORES (INDAL P400IZC_250Ht IZC-D) COLOCADAS SEGÚN PLANO Y A UNA ALTURA DE 8 m SOBRE EL SUELO, CON UNA ORIENTACIÓN DE 45º SOBRE LA VERTICAL.





LEYENDA DE SIMBOLOS

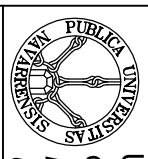
	ALPHA-A4800010(1)	BLOQUE AUTONOMO DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACION
	ALPHA-A1350110(2)	BLOQUE AUTONOMO DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACION
	ALPHA-A0800130(3)	BLOQUE AUTONOMO DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACION
	ALPHA-A0800010(4)	BLOQUE AUTONOMO DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACION
	ALPHA-A1350010(5)	BLOQUE AUTONOMO DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACION
	INDAL P400IZC_250Ht IZC-D	

<p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO:	REALIZADO:	
INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	MORENO CHIVITE, CARLOS	
PLANO:	FIRMA:	
ALUMBRADO EXTERIOR Y EMERGENCIA	FECHA:	ESCALA:
	04-2014	1/250
		Nº PLAN:
		7



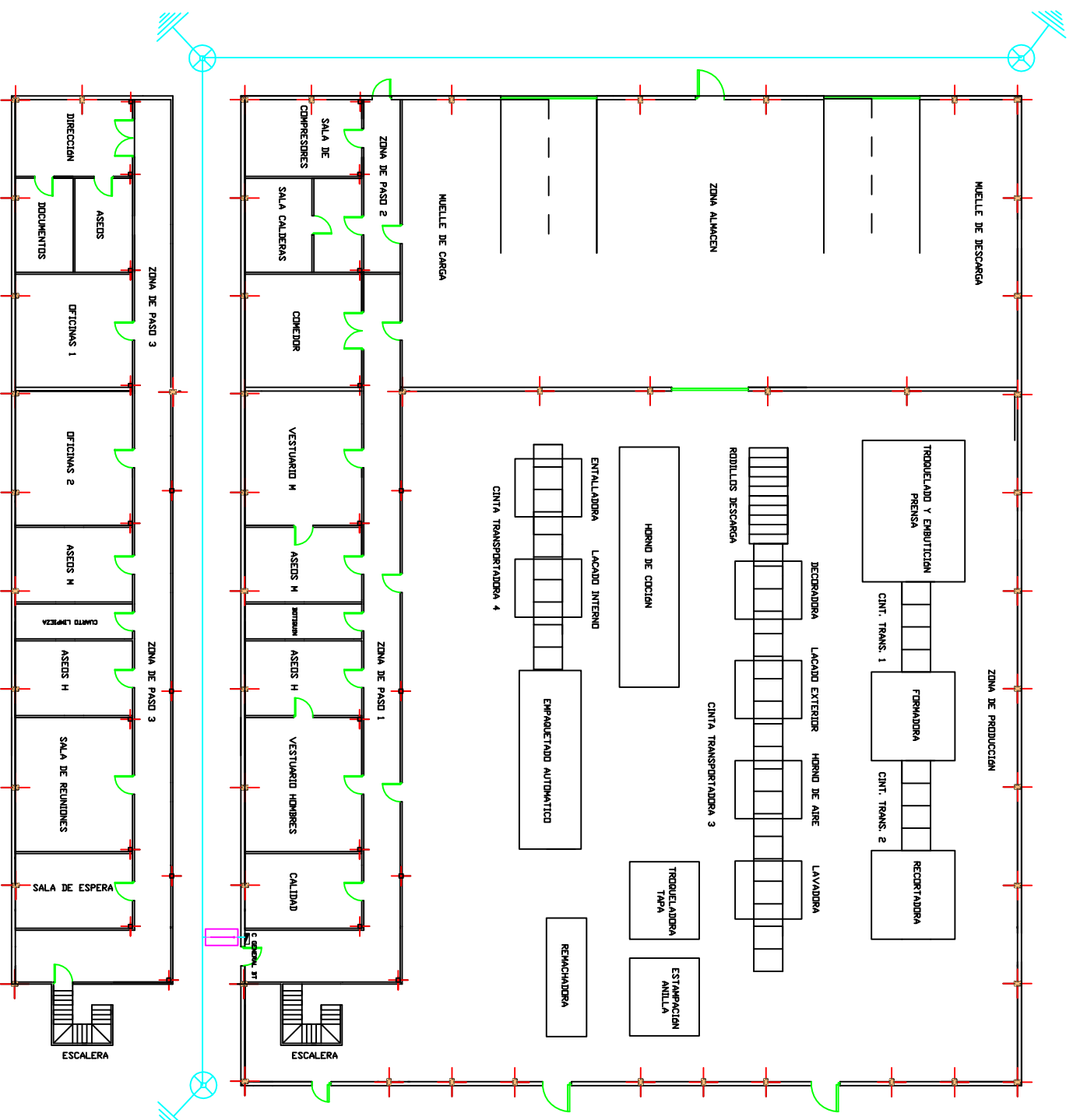
LEYENDA DE SIMBOLOS

-  TOMA DE CORRIENTE MONOFASICA
-  TOMA DE CORRIENTE TRIFASICA
-  TOMA DE CORRIENTE ORDENADORES
-  CABLEADO ENTRE CUADROS Y TOMAS DE CORRIENTE

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.
	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	REALIZADO: MORENO CHIVITE, CARLOS
PLANO: CUADROS Y TOMAS DE CORRIENTE	FIRMA:

FECHA:	03-2014	ESCALA:	1/250	Nº PLANOS:	8
--------	---------	---------	-------	------------	---



LEYENDA DE SIMBOLOS

CABLE DE COBRE DESNUDO DE 50 mm² DE SECCIÓN ENTERRADO A 0,8 m DE PROFUNDIDAD

CAJA DE MEDICION Y SECCIONAMIENTO DE PUESTA A TIERRA QUE UNE EL ANILLO DE TIERRA CON EL CGMP DE BT

GRAPAS PARA CONEXION PICA-CONDUCTOR

PICA DE 2 m DE LONGITUD Y 14 mm DE DIAMETRO


 Universidad Pública
 de Navarra
 Nafarroako
 Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
 INGENIERO
 TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:
**DEPARTAMENTO DE
 PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO:

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

REALIZADO:

MORENO CHIVITE, CARLOS

FIRMA:

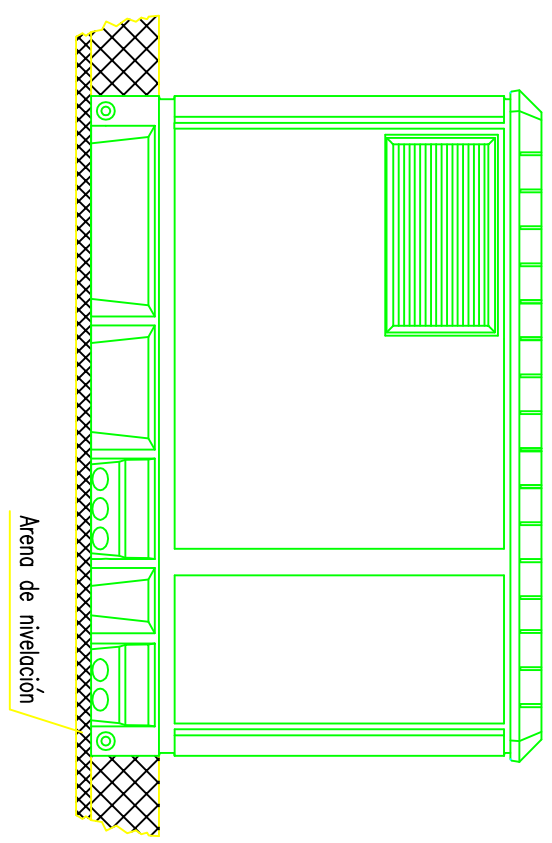
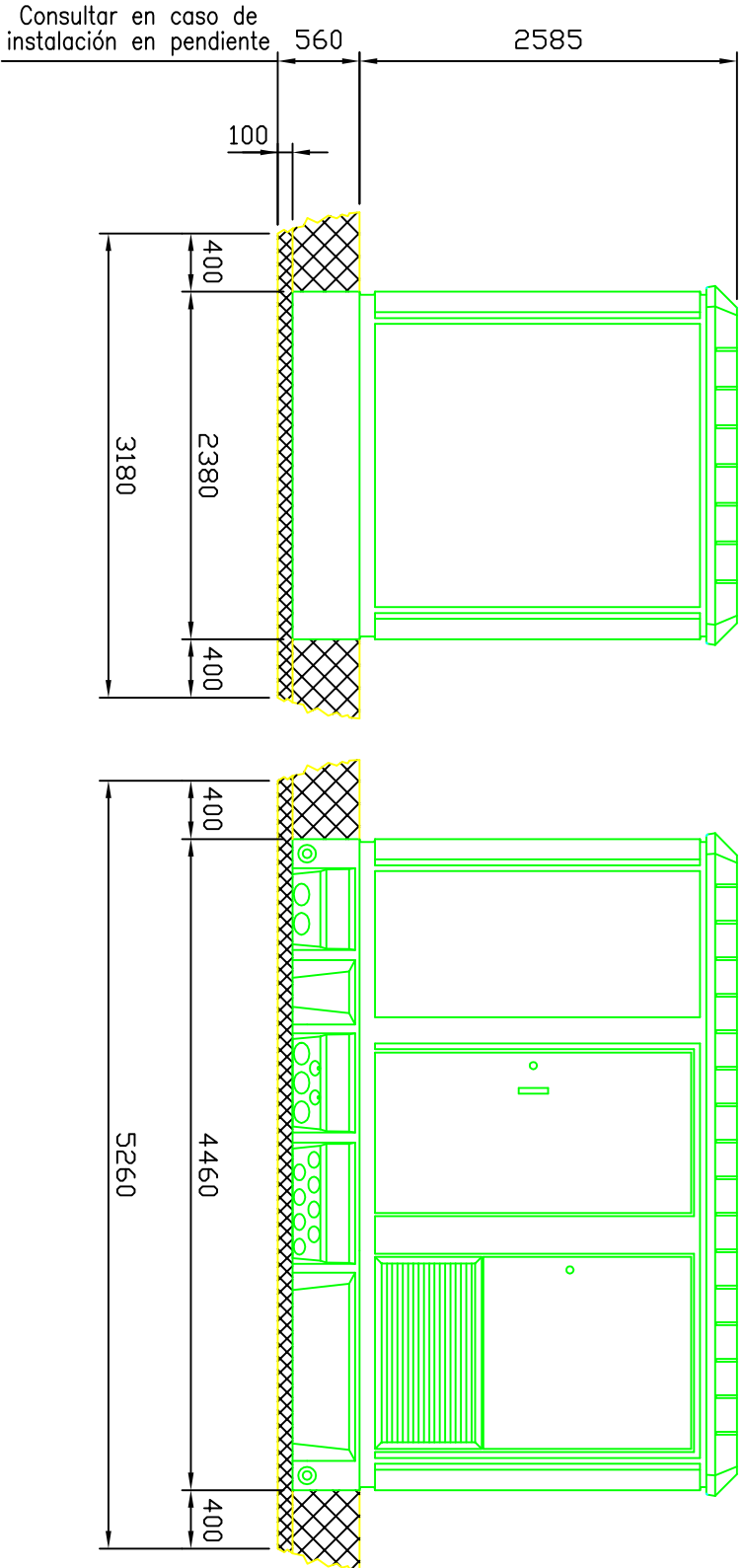
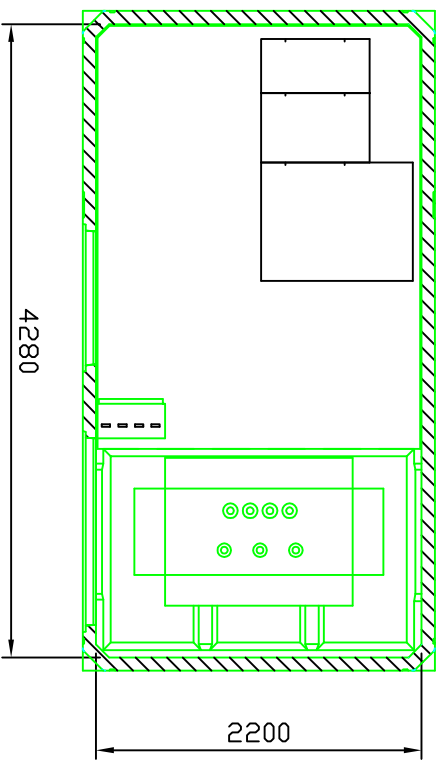
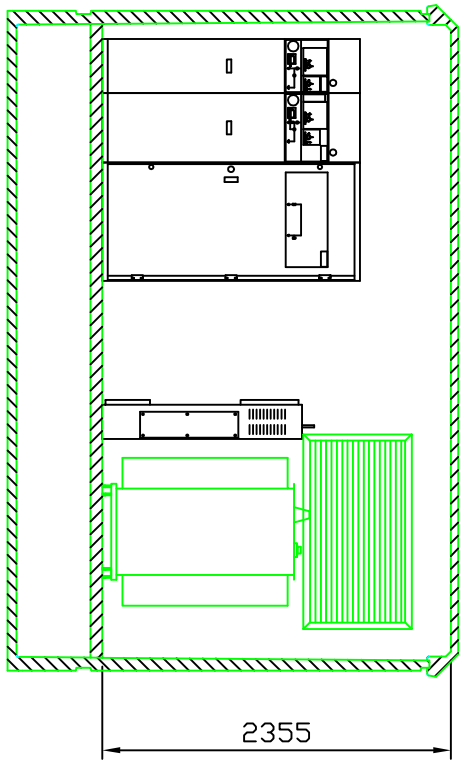
PLANO:

PUESTA A TIERRA DE LA NAVE

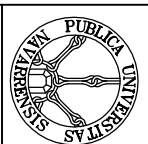
FECHA:
03-2014

ESCALA:
1/300

Nº PLAN:
9



DIMENSIONES DE LA EXCAVACION
 5.26 m. ancho x 3.18 m. fondo x 0.56 m. profund.

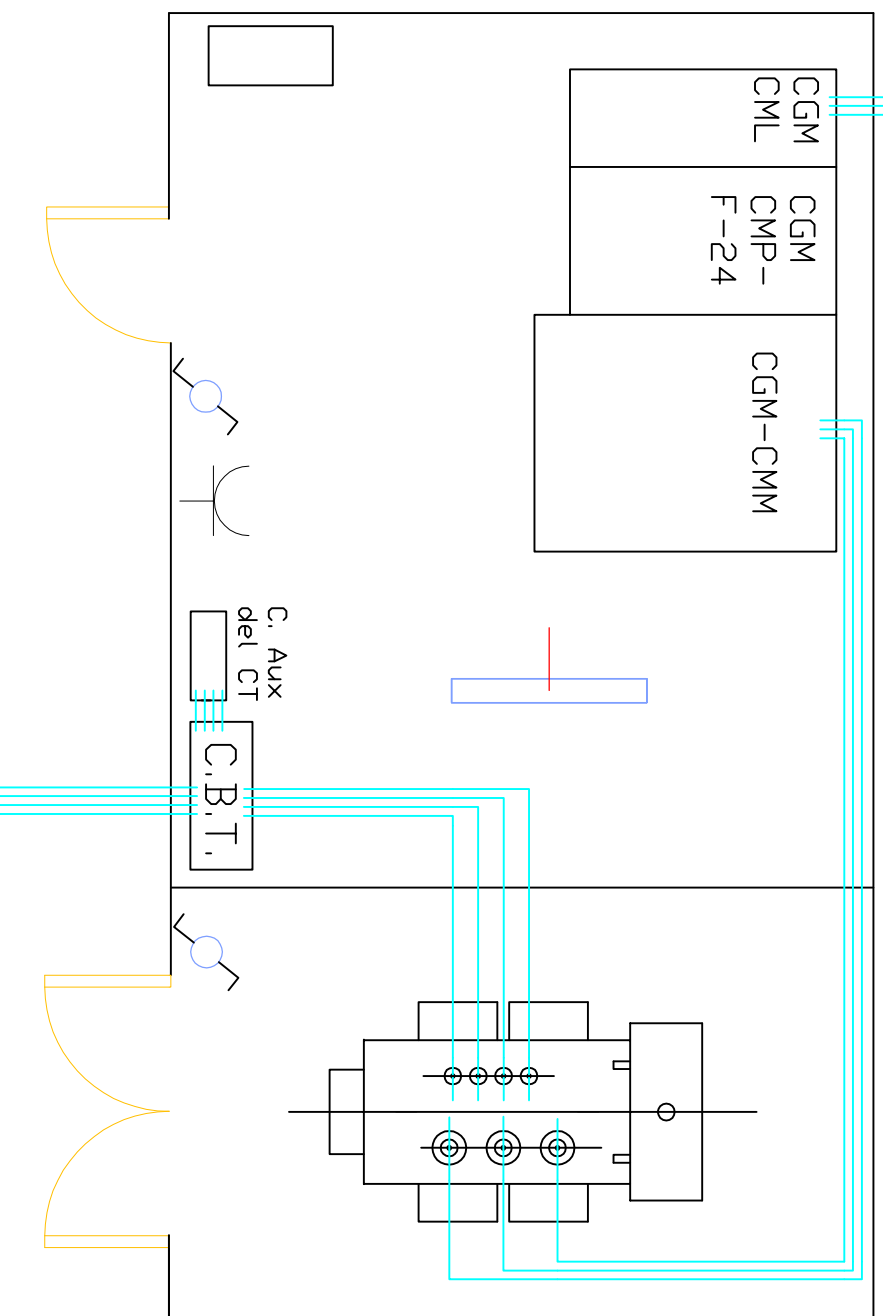
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	REALIZADO: MORENO CHIVITE, CARLOS
PLANO: DETALLE EXCAVACION, REJILLAS Y COTAS DEL CT	FIRMA:	FECHA: 03-2014 ESCALA: 1:50 Nº PLANOS: 10

Línea de Media tensión
13,2KV; IBERDROLA
Subterránea

CENTRO DE TRANSFORMACION PREFABRICADO

Dimensiones exteriores Planta: 4460 x 2380

Cuadro de
contadores



CGM-CML: Celda de línea	
CGM-CMP-F-24: Celda de protección con fusible	
CGM-CMM: Celda de medida	
	Toma monofásica
	Luminaria INDAL Z7102202SM2 400139EL
	Interruptor comutado
	Alumbrado de emergencia
	Cuadro General de Distribución

Cuadro General
de Distribución

Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa



E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:
**DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO:

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

REALIZADO:

MORENO CHIVITE, CARLOS

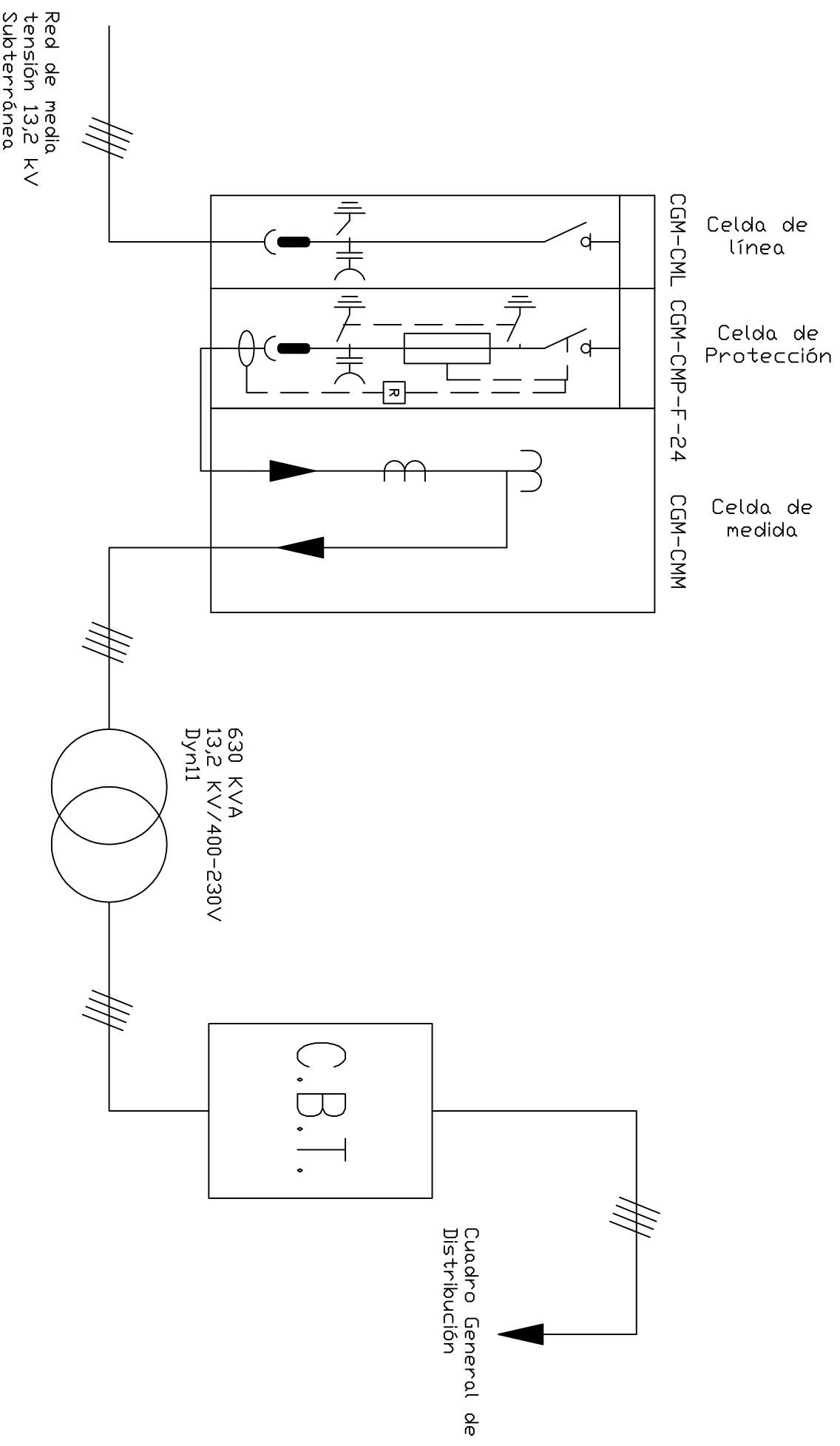
FIRMA:

PLANO:
DISTRIBUCION DEL CENTRO DE TRANSFORMACION

FECHA:
03-2014

ESCALA:
S/E

NºPLANO:
11



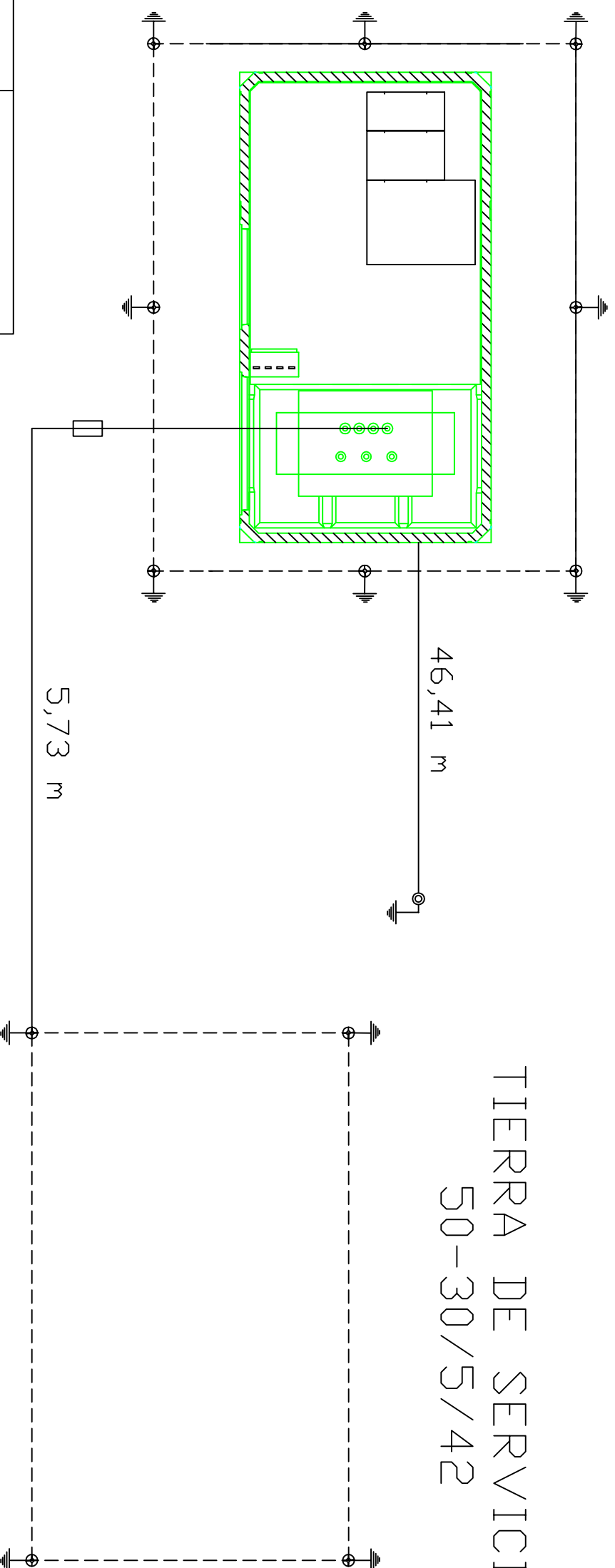
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS CELDAS

CGM-CML: Celda de línea	Un=24KV, In=400A Interrupor--seccionador rotativo, Intensidad de cortocircuito:16KA-20KA Capacidad de cierre: 40KA
CGM-CMP-F-24: Celda de protección con fusible	Un=24KV, In=400A Interrupor--seccionador rotativo, Intensidad de cortocircuito:16KA-20KA Capacidad de cierre: 40KA Fusibles: 3x63A
CGM-CMM: Celda de medida	Un=24KV, In=400A 3 Transformadores de intensidad de relación 15-30/5A Clase 05 Aislamiento 24KV, 3 Transformadores de tensión de relación 13200-22000/110 Clase 05 Aislamiento 24KV.

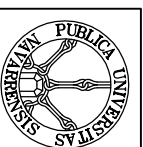
	Seccionador de puesta a tierra
	Interrupor seccionador
	Indicador de presencia de tensión
	Interrupor automático de corte con fusible
	Transformador de tensión
	Transformador de intensidad
	Transformador Dyn11

Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	REALIZADO: MORENO CHIVITE, CARLOS	
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	FIRMA:	
	FECHA: 03-2014	ESCALA: S/E
		Nº PLAN: 12

TIERRA DE PROTECCIÓN 50-40/8/84



---	Conductor de cobre desnudo de 50mm ²
—	Conductor de cobre aislado 0,6/1 KV de 50 mm ²
☐	Caja de medición y seccionamiento de puesta a tierra
⊕	Arqueta de registro
⊙	Punta Franklin
⏏	Pica de cobre de 14mm de diámetro



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL E.

PROYECTO:

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

REALIZADO:

MORENO CHIVITE, CARLOS

FIRMA:

PLANO:

PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACION

DEPARTAMENTO:

**DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL**

FECHA:

11-2012

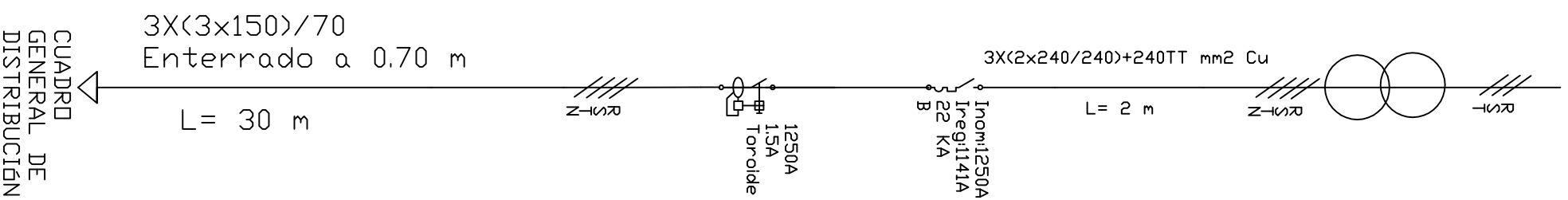
ESCALA:

1:50

Nº PLANO:

13

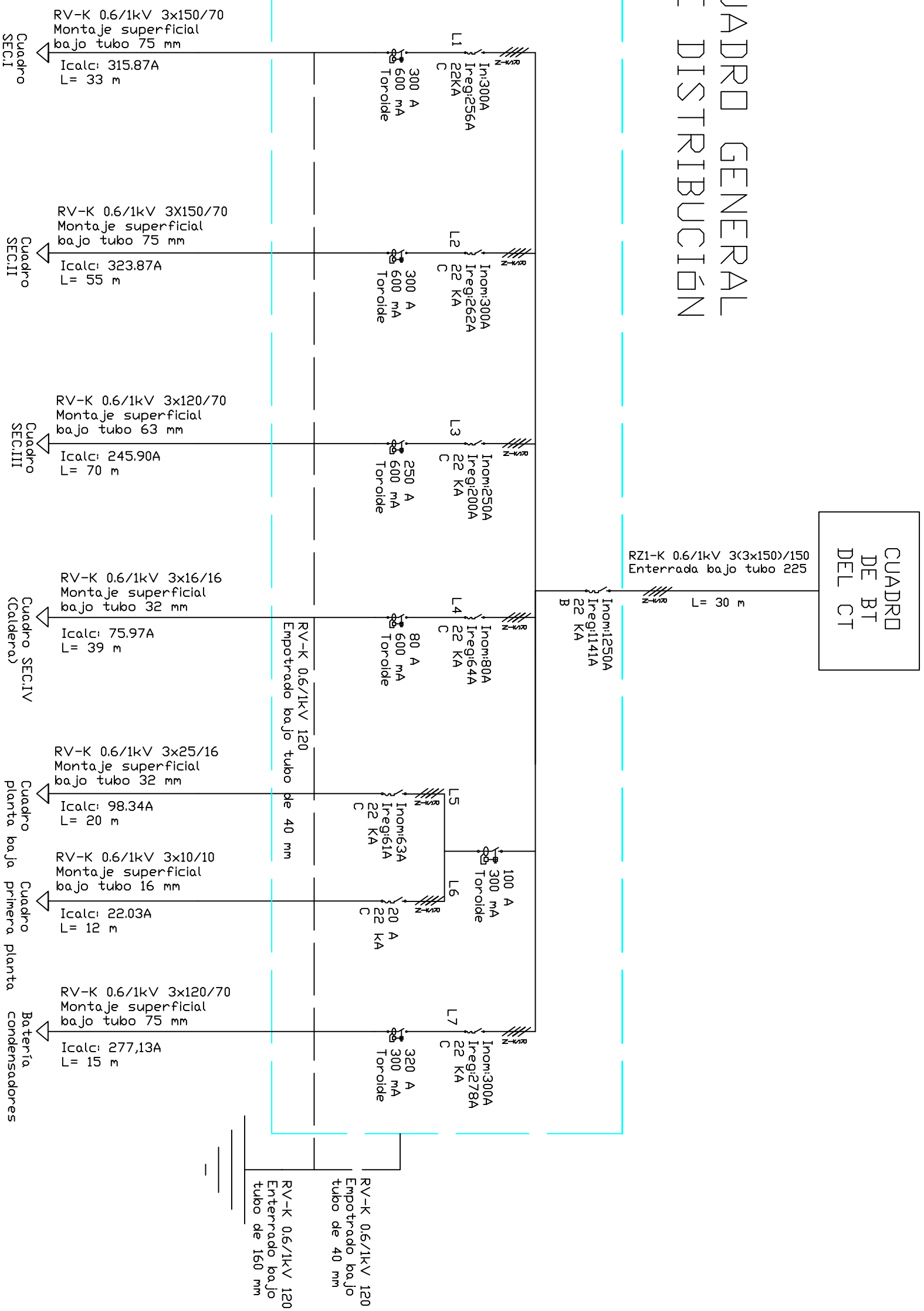
CUADRO DE B.T DEL C.T



	Calibre Sensibilidad Nº Polos	Interruptor diferencial
	Inom, PDC Nº Polos	Interruptor automática magneto térmico

Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	REALIZADO: MORENO CHIVITE, CARLOS
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO DE BT	FIRMA:	FECHA: 03-2014 ESCALA: S/E Nº PLANOS: 14

CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN



	Calibre Sensibilidad		Interruptor diferencial
	Inom, PDC, Nº Polos		Interruptor automática magneto térmico

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE NAVARRA
 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: **MORENO CHIVITE, CARLOS**

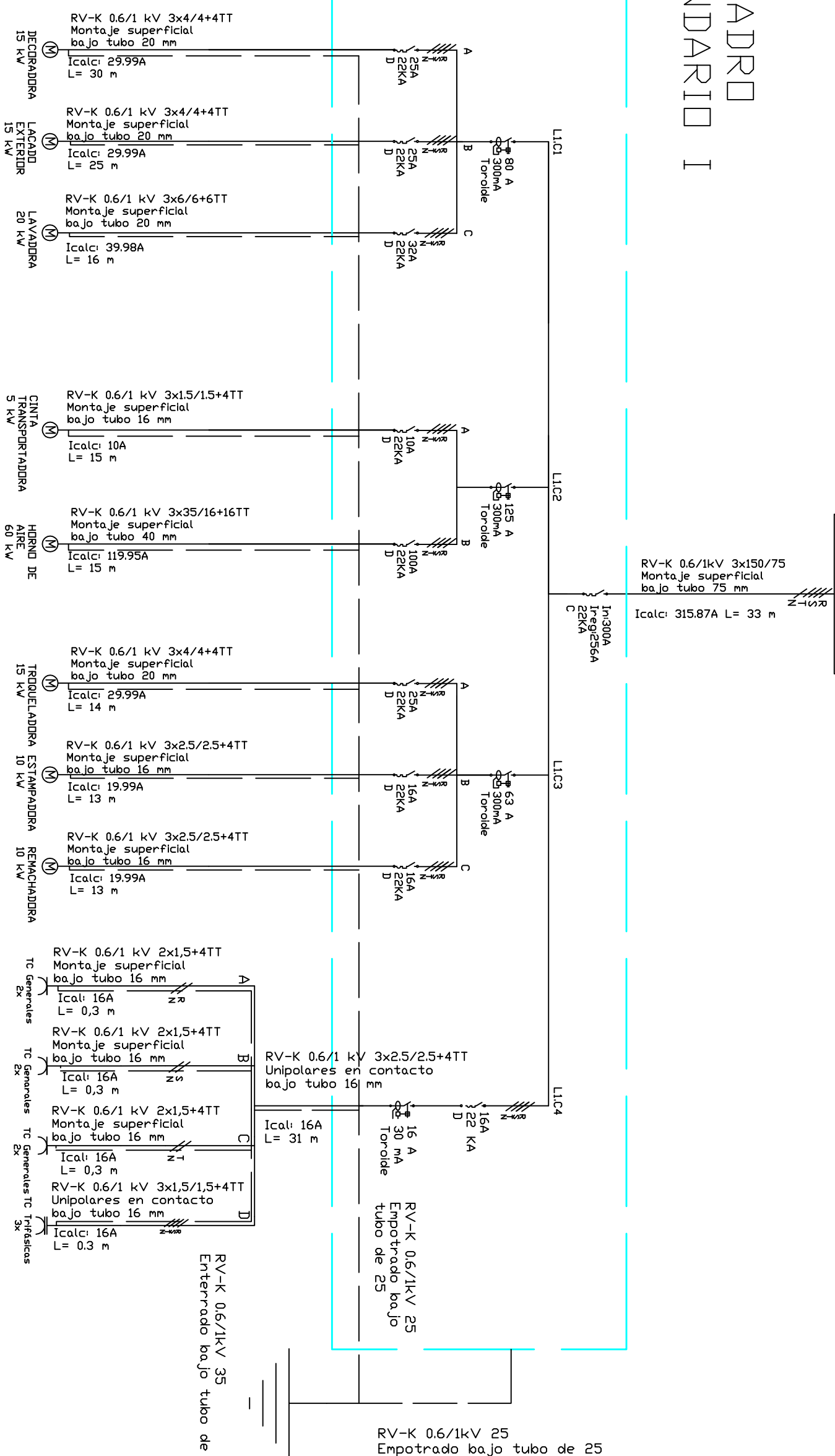
PROYECTO: **INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

PLANO: **ESQUEMA UNIFILAR CUADRO GENERAL**

FECHA:	ESCALA:	Nº PLANOS:
03-2014	S/E	15

CUADRO SECUNDARIO I

CUADRO GENERAL DE BT

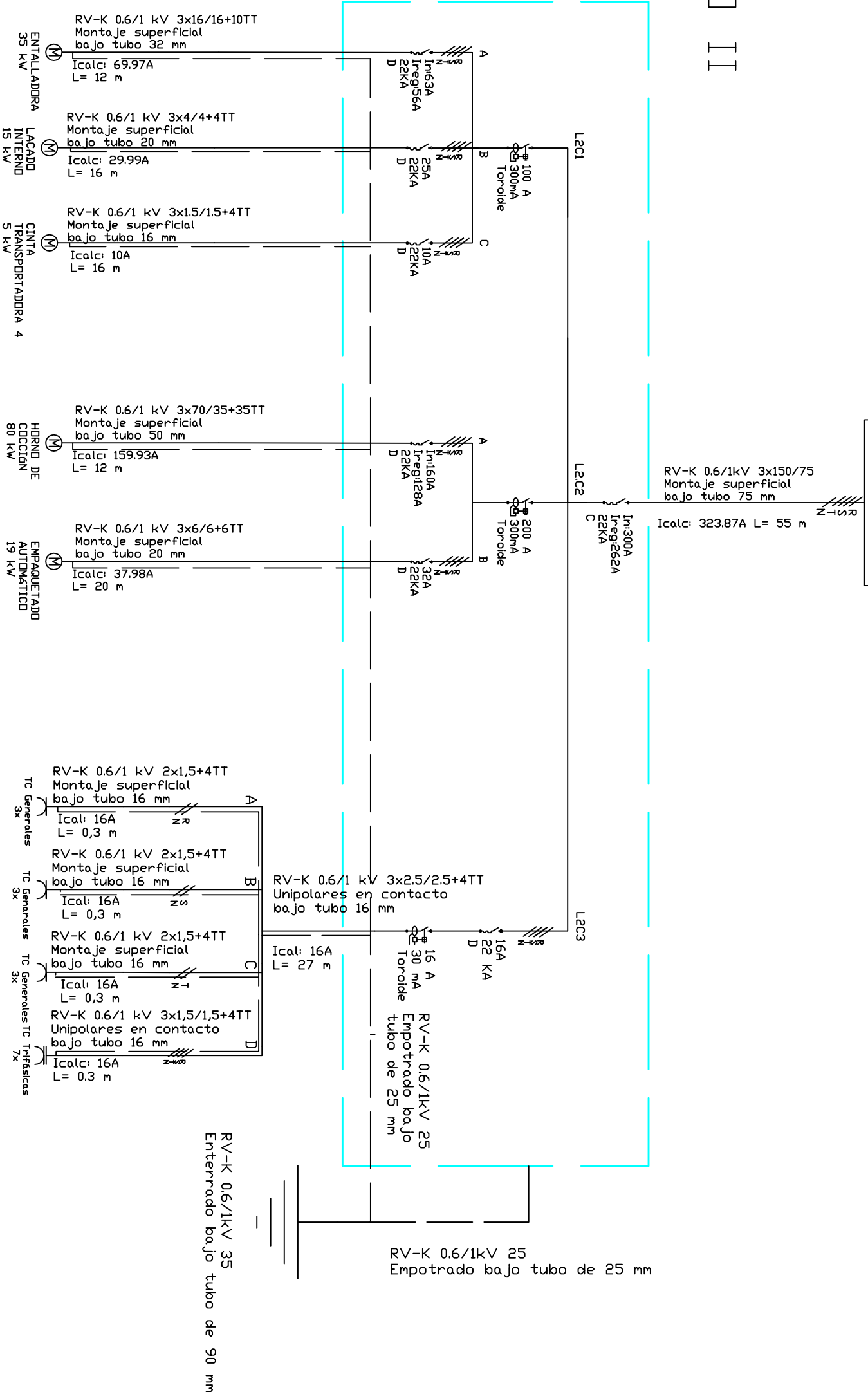








Calibre
 Sensibilidad
 Nº polos
 Inom. PDC Curva
 Interruptor automático magnotérmico
 Alumbrado
 Máquinas

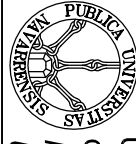
Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
REALIZADO: MORENO CHIVITE, CARLOS		REALIZADO: MORENO CHIVITE, CARLOS	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO I		PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO I	
FECHA:	03-2014	ESCALA:	S/E
FIRMA:		Nº PLAN:	16

CUADRO SECUNDARIO II

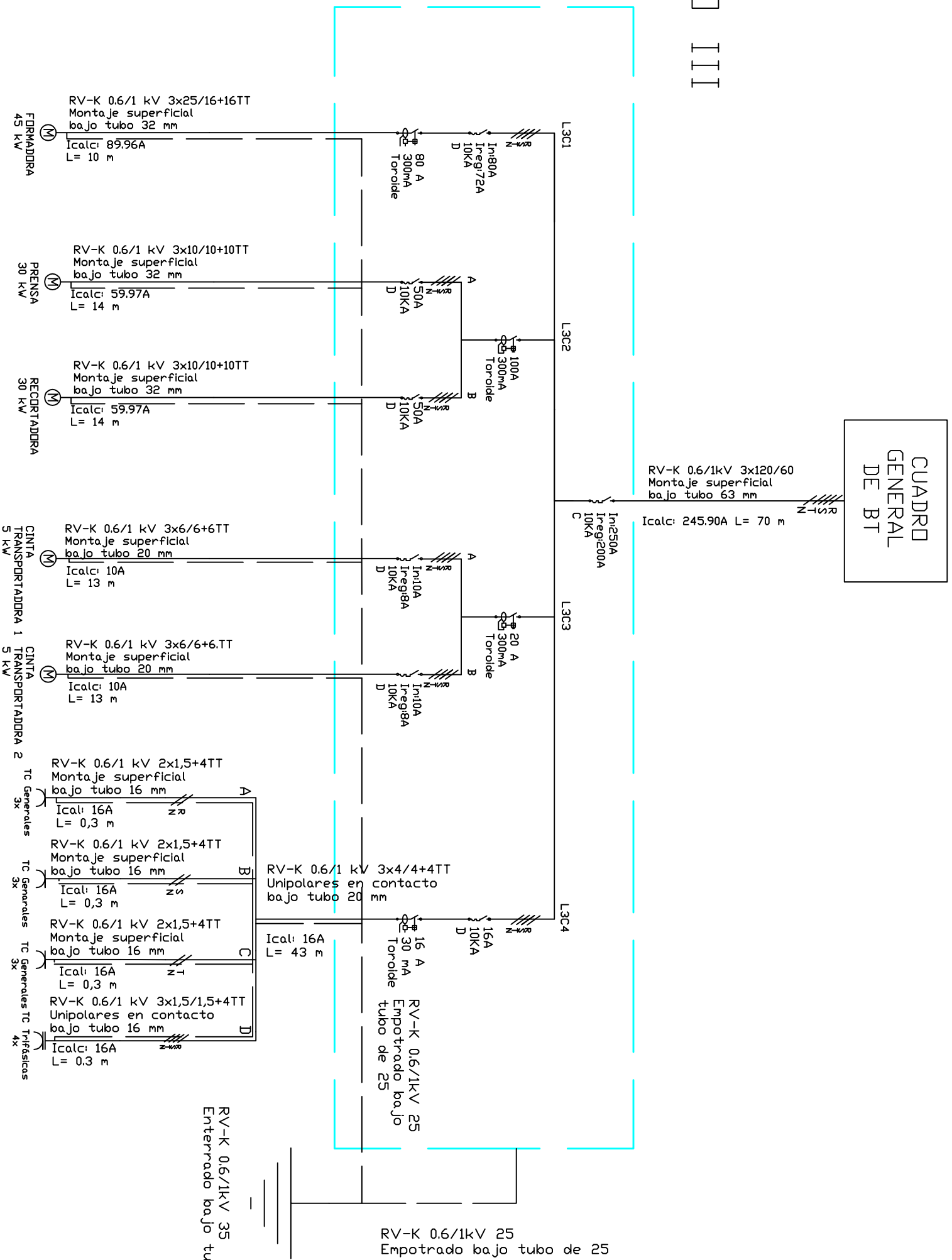
CUADRO GENERAL DE BT



 Calibre Sensibilidad
 Nº polos
 Inom. PDC Curva
 Interruptor automático magnotérmico
 Alumbrado
 Máquinas

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	REALIZADO: MORENO CHIVITE, CARLOS
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO II	FIRMA:	FECHA: 03-2014 ESCALA: S/E Nº PLANOS: 17

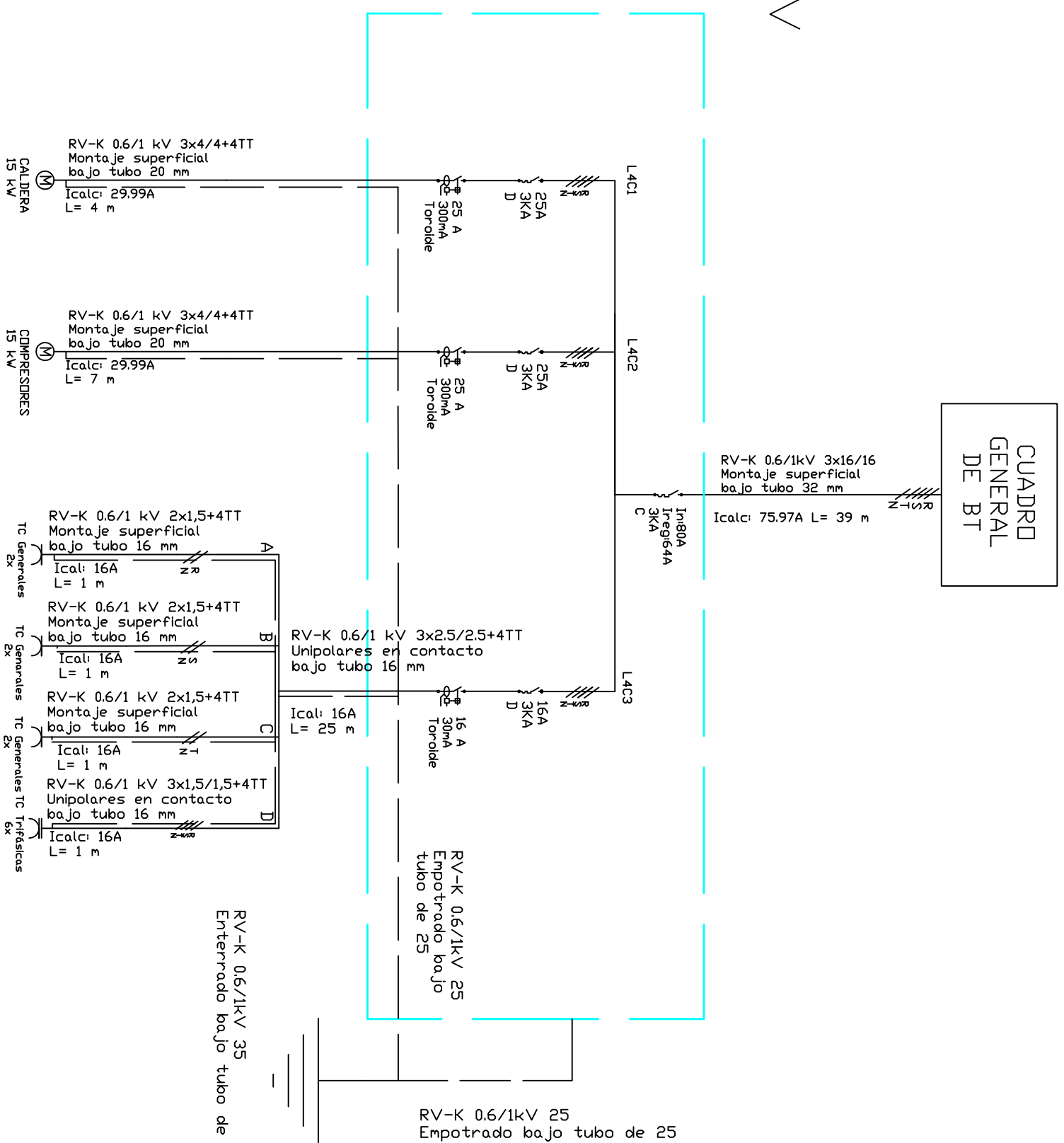
CUADRO SECUNDARIO III



	Calibre	Interruptor diferencial
	Nº polos	
	Inom. PDC	Interruptor automático magnotérmico
	Curva	
	Aluminado	
	Máquinas	

Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	REALIZADO: MORENO CHIVITE, CARLOS
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO III	FIRMA:	FECHA: 03-2014 ESCALA: S/E Nº PLANOS: 18

CUADRO SECUNDARIO IV

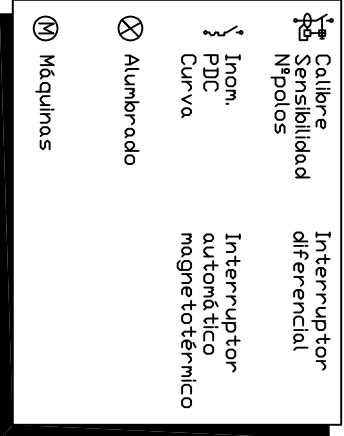
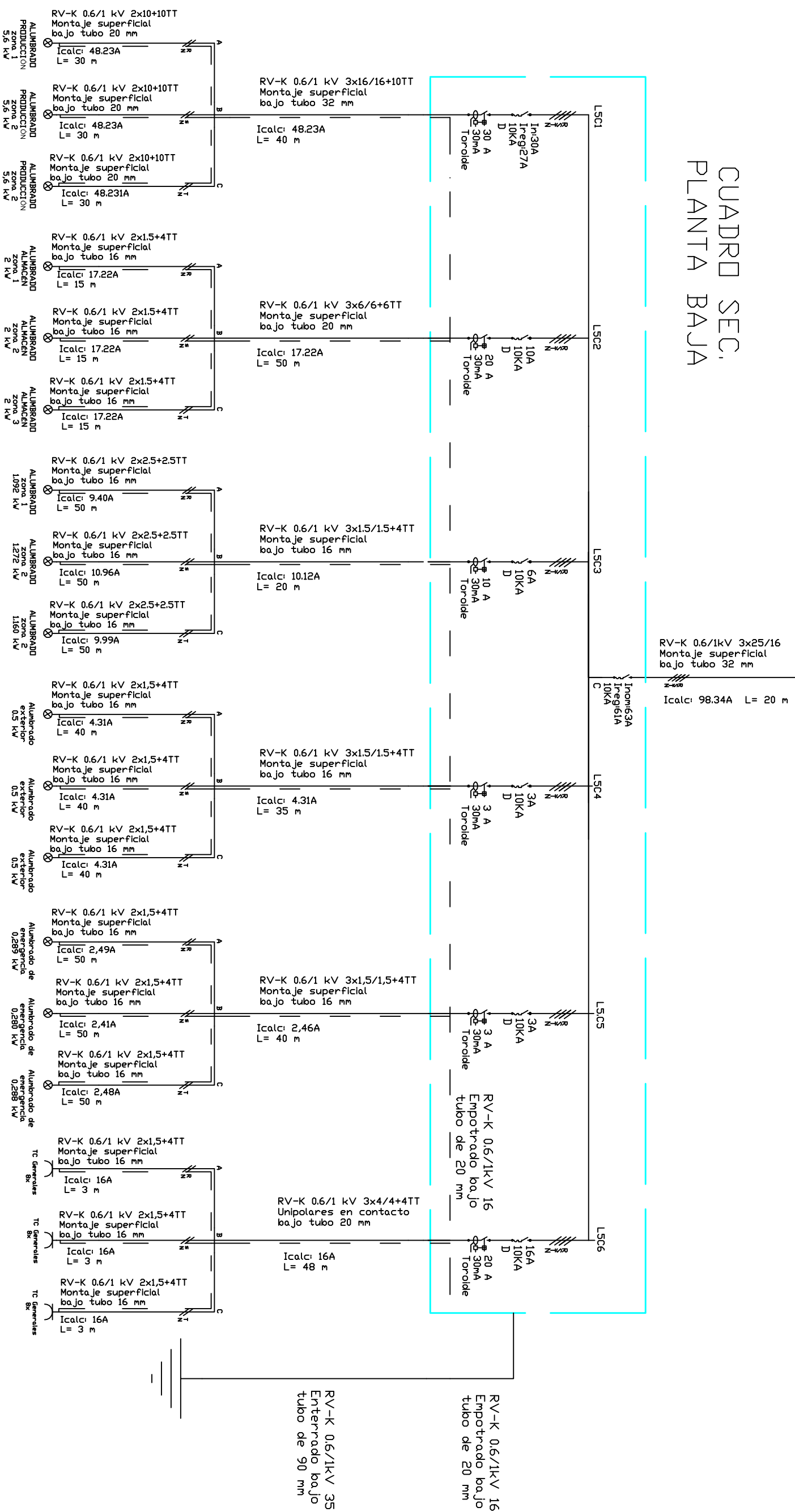


	Calibre	Interruptor diferencial
	Sensibilidad	
	Nº polos	
	Inom. PDC Curva	Interruptor automático magnotérmico
	Aluminado	
	Máquinas	

Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	REALIZADO: MORENO CHIVITE, CARLOS
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO IV CALDERA	FIRMA:	FECHA: 03-2014
	ESCALA: S/E	Nº PLANO: 19

CUADRO SEC. PLANTA BAJA

CUADRO
DE BT
DEL CT



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL

REALIZADO:
MORENO CHIVITE, CARLOS

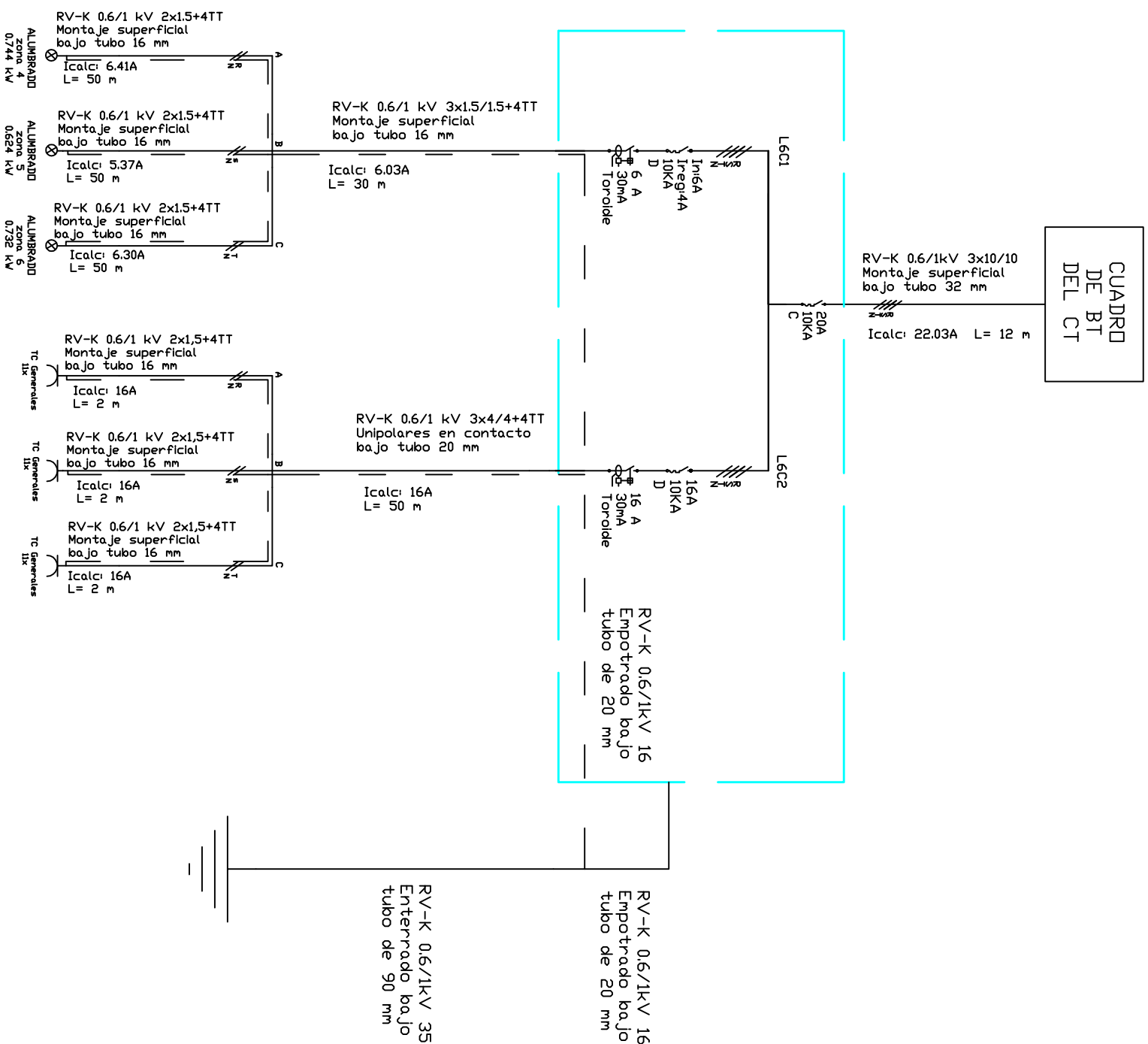
PROYECTO:
**INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE
UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN**

FIRMA:

PLANO:
ESQUEMA UNIFILAR CUADRO PLANTA BAJA

FECHA: 03-2014
ESCALA: S/E
Nº PLANOS: 20

CUADRO SEC. PRIMERA PLANTA



	Callibre N° polos		Interruptor diferencial
	Inom. PDC Curva		Interruptor automático magnético
	Alumbrado		
	Máquinas		

<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: MORENO CHIVITE, CARLOS</p>
<p>PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</p>		
<p>PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO PRIMERA PLANTA</p>	<p>FECHA: 03-2014</p>	<p>ESCALA: S/E</p>
	<p>FIRMA:</p>	<p>Nº PLANO: 21</p>



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

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

PLIEGO DE CONDICIONES

Carlos Moreno Chivite

José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Abril 2014



4.1 INTRODUCCIÓN	1
4.2 OBJETO	1
4.3 CONDICIONES GENERALES	1
4.3.1 Normas generales	1
4.3.2 Ámbito de aplicación	1
4.3.3 Conformidad y variación de las condiciones	2
4.3.4 Rescisión del contrato	2
4.3.5 Condiciones generales	2
4.4 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN	2
4.4.1 Datos de la obra	2
4.4.2 Obras que comprende	3
4.4.3 Mejoras y variaciones del proyecto	3
4.4.4 Personal	4
4.4.5 Abono de la obra	4
4.4.6 condiciones de pago	4
4.5 CONDICIONES PARTICULARES	5
4.5.1 Disposiciones aplicables	5
4.5.2 Contradicciones y omisiones del proyecto	5
4.5.3 Prototipos	6
4.6 NORMATIVA GENERAL	6
4.7 CONDUCTORES	7
4.7.1 Materiales	7
4.7.2 Redes aéreas para distribución de energía eléctrica. Cálculo mecánico y ejecución de las instalaciones	7
4.7.2.1 Instalaciones de conductores aislados	7
4.7.2.2 Sección mínima del conductor neutro	8
4.7.2.3 continuidad del conductor neutro	8
4.7.3 Sección de los conductores. Caída de tensión	9
4.8 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	9
4.8.1 Normas de ejecución de las instalaciones	9
4.8.2 Ejecución de las obras	10
4.8.3 Ensayos	10
4.9 REDES SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN	11
4.9.1 Objetivo	11
4.9.2 Condiciones generales	11
4.9.3 Ejecución del trabajo	11
4.9.4 Trazado de zanjas	11
4.9.5 Tendido de conductores	12
4.9.6 Identificación del conductor	13
4.9.7 Cierre de zanjas	13
4.10 RECEPTORES	13
4.10.1. Condiciones generales de la instalación	13
4.10.2. Receptores de alumbrado. Instalación	14
4.10.3. Conexiones de receptores	14
4.10.4. Receptores a motor. Instalación	15
4.10.5 Materiales auxiliares	15
4.10.6 Aparatos de caldeo	15



4.11 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES Y SOBRETENSIONES	16
.....	16
4.11.1. Protección de las instalaciones	16
4.11.1.1 Protección contra sobre intensidades	16
4.11.1.2 Protección contra sobrecargas	16
4.11.2 Situación de los dispositivos de protección	16
4.11.3. Características de los dispositivos de protección	17
4.12 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	17
4.12.1 Protección contra contactos directos	17
4.12.2 Protección contra contactos indirectos	18
4.12.3. Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto	18
4.13 ALUMBRADOS ESPECIALES	19
4.13.1 Alumbrado de emergencia	19
4.13.2 Alumbrado de señalización	20
4.13.3. Locales de deberán ser provistos de alumbrados especiales	20
4.13.4. Fuentes propias de energía	20
4.13.5 Instrucciones complementarias	21
4.14 LOCAL	21
4.14.1 Prescripciones de carácter general	21
4.15 MEJORAMIENTO DEL FACTOR DE POTENCIA	22
4.16 PUESTA A TIERRA	23
4.16.1 Objetivo de las puestas a tierra	23
4.16.2 Definición	23
4.16.3 Partes que forman la puesta a tierra	23
4.16.4 Electrodo, naturaleza, constitución, dimensiones y condiciones de instalación	24
4.16.5 resistencias de tierra	25
4.16.6 Características y condiciones de instalación de las líneas de enlace con tierra, de las líneas principales de tierra y sus derivaciones	25
4.16.7 Separación entre las tomas de tierra de las masas, de las instalaciones de utilización y las masas de un centro de transformación	27
4.16.8 Revisión de las tomas de tierra	27
4.16.9 Generalidades	27
4.16.10 Ensayos	28
4.17 CONSIDERACIONES DE CARÁCTER GENERAL	28
4.17.1 Recepción provisional	28
4.17.2 Acta de comprobación de los resultados eléctricos	29
4.17.3 Medición de las caídas de tensión	29
4.17.4 Medición de tierras	29
4.17.5 Medida de aislamiento	29
4.17.6 Medición del factor de potencia	29
4.17.7 Comprobación del reparto de cargas	29
4.17.8 Comprobación de conexiones	29
4.18 CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE ECONÓMICA	30



4.1 INTRODUCCIÓN

El presente Pliego comprende las condiciones especificadas en las Instrucciones del Ministerio de Industria y Energía señaladas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y Reglamento de Centros de Transformación, las Normas UNE, y las Normas Tecnológicas de Edificación (NTE).

4.2 OBJETO

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto definir al Contratista el alcance del trabajo y la ejecución cualitativa del mismo. Determina los requisitos a los que debe ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de energía Eléctrica cuyas características técnicas se especifican en el Proyecto.

El trabajo eléctrico consistirá en la instalación eléctrica completa de fuerza, alumbrado interior, exterior, toma tierra y el Centro de transformación de la Nave Industrial dedicada a la fabricación de ladrillos.

La nave se encuentra situada en Cintruénigo en el polígono industrial, Calle E, Nº 1, 31592 Cintruénigo (Navarra) España.

4.3 CONDICIONES GENERALES

4.3.1 Normas generales

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los Reglamentos de Seguridad y Normas Técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones, tanto de ámbito nacional, autonómico como municipal, así como, todas las otras que se establezcan en la Memoria Descriptiva del mismo.

Se adaptarán además, a las presentes condiciones particulares que complementarán las indicadas por los Reglamentos y Normas citadas.

4.3.2 Ámbito de aplicación

Se aplicará todo lo expuesto en el presente pliego de condiciones en las obras de suministro y colocación de todas y cada una de las piezas o unidades de la obra necesarias para efectuar debidamente la instalación eléctrica de la nave industrial anteriormente descrita.



4.3.3 Conformidad y variación de las condiciones

Se aplicarán estas condiciones para todas incluidas en el apartado anterior, entendiéndose que el contratista, conoce estos pliegos, no admitiéndose otras modificaciones más que aquellas que pudiera introducir el autor del proyecto.

4.3.4 Rescisión del contrato

Se consideraran causas suficientes para la rescisión del contrato las siguientes:

- Muerte o incapacitación del Contratista.
- La quiebra del contratista.
- Modificación del proyecto cuando produzca alteración en más o menos 25% del valor contratado.
- Modificación de las unidades de obra en número superior al 40% del original.
- La no iniciación de las obras en el plazo estimulado cuando sea por causas ajenas a la Propiedad.
- La suspensión de las obras ya iniciadas siempre que el plazo de Suspensión sea mayor de seis meses.
- Incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique mala fe.
- Terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar ésta.
- Actuación de mala fe en la ejecución de los trabajos.
- Destajar o subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin la autorización del Técnico Director y la Propiedad.

4.3.5 Condiciones generales

El contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del trabajo correspondiente, la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en sucesivo se dicten. En particular deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 2402 “Contratación de Obras. Condiciones Generales”, siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

4.4 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN

4.4.1 Datos de la obra

Se entregará al contratista una copia de la Memoria, planos y Pliego de Condiciones, así como cuantos datos necesite para la completa ejecución de la obra.

El contratista podrá tomar nota ó sacar copia a su costa de la memoria, presupuesto y anexos del proyecto.

El contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de la Obra después de su utilización.



Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones, en los datos fijados en el Proyecto, salvo por aprobación previa del Director de Obra.

4.4.2 Obras que comprende

Las obras se ejecutan conforme al proyecto, a las condiciones contenidas en este pliego de condiciones y el particular, si lo hubiere, y de acuerdo con las normas de la empresa suministradora.

Las obras que comprende este proyecto, abarcan el suministro e instalación de los materiales precisos para efectuar la instalación eléctrica de la nave industrial, considerando Nave Industrial a las oficinas, almacenes, nave propiamente dicha, locales no nombrados que se encuentren dentro de la propiedad, así como el centro de transformación.

Las labores comprendidas son las siguientes:

- Los transportes necesarios, tanto para la traída de materiales, como para el envío de estos fuera de la zona.
- Suministros de todo material necesario para las instalaciones.
- Ejecución de los trabajos necesarios para la instalación de todo lo reseñado:
 - Colocación de luminarias.
 - Colocación de cableado.
 - Instalación de las protecciones eléctricas.
 - Colocación de bandejas y tubos protectores para cableado.
 - Ejecución del centro de transformación.

4.4.3 Mejoras y variaciones del proyecto

No se considerarán como mejoras ó variaciones del proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por el Director de Obra y convenido precio del proceder a su ejecución.

Las obras delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.



4.4.4 Personal

El contratista no podrá utilizar personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo la excepción del apartado anterior. Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al trabajo propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo. El contratista deberá tener al frente de los trabajadores un técnico suficientemente especializado a juicio del director de obra.

El contratista deberá emplear en sus trabajos el número de operarios que sean necesarios para llevarlo a cabo con la conveniente rapidez, así como organizar el número de brigadas que se le indiquen, para trabajar varios puntos a la vez.

El contratista tendrá al frente de los trabajadores, personal idóneo, el cual deberá atender cuantas ordenes procedan de la dirección técnicas de las obras, estando a la expectativa, con objeto de que se lleven con el orden debido. El contratista es el único responsable de todas las contravenciones que él o su personal cometan durante la ejecución de las obras u operaciones relacionadas con las mismas.

También es responsable de los accidentes o daños que por errores, inexperiencia o empleo de métodos inadecuados se produzcan a la propiedad a los vecinos o terceros en general. El Contratista es el único responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia laboral respecto de su personal y por tanto los accidentes que puedan sobrevenir y de los derechos que puedan derivarse de ellos.

4.4.5 Abono de la obra

En el contrato se deberá fijar detalladamente la forma y plazos que se abonarán las obras. Las liquidaciones parciales que puedan establecerse tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a las certificaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo, dichas liquidaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprenden. Terminadas las obras se procederá a la liquidación final que se efectuara de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

Cuando la propiedad o el director de la obra presumiese la existencia de vicios o defectos de construcción sea en el curso de ejecución de la obra o antes de su recepción definitiva, podrán ordenar la demolición y reconstrucción en la parte o extensión necesaria. Los gastos de estas operaciones serán de cuenta del contratista, cuando se confirmen los vicios o defectos supuestos.

4.4.6 condiciones de pago

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas, completamente terminadas, a los precios indicados en el presupuesto, y aplicándoles el coeficiente de subasta si lo hubiere.

Si alguna obra no se halla debidamente ejecutada, con sujeción estricta a las condiciones del contrato y fuese, sin embargo, admitida, podrá ser recibida provisional y aun definitivamente, en su caso; pero el contratista quedará obligado a conformarse



con la rebaja que el director de obra señale y la propiedad apruebe, salvo en el caso que prefiera demolerla y rehacer a su costa, con arreglo a las condiciones del contrato.

No tendrá derecho el contratista a abono de obras ejecutadas sin orden concreta de la propiedad o del director de obra. Las obras accesorias y auxiliares ordenadas al contratista, se abonarán a precios de la contrata, si le son aceptables, con la rebaja correspondiente o la bonificación hecha en subasta.

Si contienen materiales o unidades de obra no previstas en el proyecto, y que por tanto, no tiene precio señalado en el presupuesto, se determinará previamente el correspondiente precio contradictorio entre la propiedad y el contratista.

Si se ejecutan las obras sin haberse cumplido este requisito previo, deberá conformarse con la tasación que realiza el director de obra.

4.5 CONDICIONES PARTICULARES

4.5.1 Disposiciones aplicables

Antes de las disposiciones contenidas en este pliego de condiciones, serán de aplicación en todas las instalaciones lo siguiente:

- Todas las disposiciones generales vigentes para la contratación de obras públicas.
- Normas UNE del instituto de normalización Española y aplicándose ante la no existencia de dicha normativa, las especificaciones recogidas en las Normas internacionales ISO; CIE; CEI o en su defecto DIN; UTE o rango equivalente.
- Normas de la compañía suministradora de energía.

4.5.2 Contradicciones y omisiones del proyecto

Lo mencionado en la memoria y omitido en los planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos; en caso de contradicción entre planos y memoria, prevalecerá lo prescrito en esta última.

Las omisiones en los planos o las descripciones erróneas de los detalles de la obra en este pliego de condiciones, no sólo no eximen al contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra, omitidos o erróneamente descritos sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si estuviesen correctamente especificados en los planos y en este pliego de condiciones.



4.5.3 Prototipos

Antes de comenzar la obra, el adjudicatario podrá someter a la aprobación de la Dirección de Obras un prototipo de alguno de los materiales de los que consta el proyecto, con los cuales podrá realizar los ensayos que estime oportunos.

Tanto los materiales como el importe de los ensayos, serán por cuenta del adjudicatario.

4.6 NORMATIVA GENERAL

- Se calificará como instalación eléctrica de baja tensión todo conjunto de aparatos y circuitos asociados en previsión de un fin particular. Producción, conservación, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica, cuyas tensiones nominales sean iguales o inferiores a 1000V para corriente alterna.
- Los materiales, aparatos y receptores utilizados en las instalaciones eléctricas de baja tensión cumplirán en lo que se refiere a condiciones de seguridad técnica, dimensiones y calidad, lo determinado en el reglamento.
- Si en la instalación eléctrica están integrados circuitos en los que las tensiones empleadas son superiores al límite establecido para baja tensión se deberá cumplir en ellos las prescripciones del reglamento de alta tensión.
 - **Nota:** en virtud de este artículo se detallará la normativa a cerca del transformador en un capítulo específico del presente pliego.
- Cuando se construya un local, edificio, o agrupación de estos, cuya previsión de carga exceda de 50KVA, o cuando la demanda de un nuevo suministro sea superior a esta cifra, la propiedad del inmueble deberá reservar un local destinado al montaje de la instalación de un centro de transformación, cuya disposición en el edificio corresponda a las características de la red de suministro aérea o subterránea, tenga las dimensiones necesarias para el montaje de los equipos y aparatos requeridos para dar suministro de energía previsible. El local, que debe ser de fácil acceso, se destinará exclusivamente a la finalidad prevista y no podrá utilizarse como depósito de materiales, ni de piezas o elementos de recambio.
- Corresponde al Ministerio de Industria, con arreglo a la ley de 24 de noviembre de 1939, la ordenación e inspección de la generación, transformación, distribución y aplicación de la energía eléctrica.
- Las delegaciones provinciales del Ministerio de Industria, autorizarán el enganche y funcionamiento de las instalaciones eléctricas de baja tensión.
- Según su importancia, sus fines o la peligrosidad de sus características o de su situación, las delegaciones exigirán la presentación de un proyecto de la



instalación, suscrito por un técnico competente, antes de iniciarse el montaje de la misma. En todo caso, y para autorizar cualquier instalación, la delegación deberá recibir y conformar el boletín extendido por el instalador autorizado que realiza el montaje, así como un acta de las pruebas realizadas por la compañía suministradora en la forma en que se establece en las instrucciones complementarias.

4.7 CONDUCTORES

4.7.1 Materiales

Los conductores utilizados en las redes aéreas serán de cobre, aluminio o de otros materiales o aleaciones que posean características eléctricas y mecánicas adecuadas. Pueden ser desnudos o aislados. Los conductores aislados serán de tensión nominal no inferior a 100 V. Y tendrán un aislamiento apropiado que garantice una buena resistencia a las acciones de la intemperie.

Podrán utilizarse conductores de menor tensión nominal siempre que cumplan las condiciones de instalación señaladas para los mismos en la instrucción ITC BT 03.

Los aisladores serán de porcelana, vidrio o de otros materiales aislantes equivalentes que resistan las acciones de la intemperie, especialmente las variaciones de temperatura y la corrosión, debiendo ofrecer una resistencia suficiente a los esfuerzos mecánicos a que estén sometidos.

4.7.2 Redes aéreas para distribución de energía eléctrica. Cálculo mecánico y ejecución de las instalaciones.

4.7.2.1 Instalaciones de conductores aislados.

Cuando se trate de conductores de tensión nominal inferior a 1000 V:

- Sobre aisladores de 1000 voltios de tensión nominal.
- Bajo envueltas aislantes resistentes a la intemperie que proporcionen un aislamiento con relación a tierra equivalente a 1000 voltios de tensión nominal.

Los empalmes y conexiones de conductores se realizarán cuidadosamente, de modo que en ellos la elevación de temperatura no sea superior a la de los conductores.

Se utilizarán piezas metálicas apropiadas resistentes a la corrosión, que aseguren un contacto eléctrico eficaz.

En los conductores sometidos a tracción mecánica, los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del conductor, el 90 % de su carga de rotura, no



siendo admisible en estos empalmes su realización por soldadura o por torsión directa de los conductores, aunque este último sistema puede utilizarse cuando estos sean de cobre y su sección no superior a 100 mm².

En los empalmes y conexiones de conductores aislados o de estos con conductores desnudos se utilizarán accesorios adecuados resistentes a las acciones de la intemperie y se colocarán de forma que evite la filtración de humedad en los conductores aislados.

Las derivaciones se harán en las proximidades inmediatas de los soportes de línea (aisladores, cajas de derivación, etc.) y no originarán tracción mecánica sobre la misma.

4.7.2.2 Sección mínima del conductor neutro.

El conductor neutro tendrá, como mínimo, la sección que a continuación se especifica:

- En distribución monofásica o de corriente continua:
 - A dos hilos: igual a la del conductor de fase o polar.
 - A tres hilos: hasta 16 mm² de cobre, igual a la del conductor de fase o polar; para secciones entre 16 y 35 mm² será de 16 mm²; para secciones superiores a 35 mm² la mitad de la sección de los conductores de fase.
- En distribuciones trifásicas:
 - A cuatro hilos (tres fases y neutro): hasta 16 mm² de cobre, igual a la del conductor de fase o polar; para secciones entre 16 y 35 mm² será de 16 mm²; para secciones superiores a 35 mm² la mitad de la sección de los conductores de fase.

4.7.2.3 Continuidad del conductor neutro

El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución, salvo que esta interrupción sea realizada por alguno de los dispositivos siguientes:

- Interruptores o seccionadores omnipolares que actúen sobre el neutro al mismo tiempo que en las fases o que establezcan la conexión del neutro antes que las fases y desconecten estas antes que el neutro.
- Uniones amovibles en el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señaladas y que sólo pueden ser maniobradas mediante herramientas adecuadas, no debiendo, en este caso, ser seccionado el neutro sin que lo estén previamente las fases, ni conectadas estas sin haberlo sido el neutro previamente.



4.7.3 Sección de los conductores. Caída de tensión.

La sección de los conductores a utilizar se determina de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea menor de 4.5% de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado y del 6.5 % para los demás usos. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos susceptibles de funcionar simultáneamente.

4.8 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El edificio, local o recinto destinado a alojar en su interior la instalación eléctrica descrita en el presente proyecto, cumplirá las Condiciones Generales prescritas en las Instrucciones del MIE-RAT 14 del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, referentes a su situación, inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado y canalizaciones, etc.

El Centro será construido enteramente con materiales no combustibles.

Los elementos delimitadores del Centro (muros exteriores, cubiertas, solera, puertas, etc.), así como los estructurales en él contenidos (columnas, vigas, etc.) tendrán una resistencia al fuego de acuerdo con la norma NBE CPI-96 y los materiales constructivos del revestimiento interior (paramento, pavimento y techo) serán de clase MO de acuerdo con la Norma UNE 23727.

El Centro tendrá un aislamiento acústico de forma que no transmitan niveles sonoros superiores a los permitidos por las Ordenanzas Municipales. Concretamente, no se superarán los 30 dBA durante el periodo nocturno (y los 55 dBA durante el periodo diurno).

Ninguna de las aberturas del Centro será tal que permita el paso de cuerpos sólidos de más de 12 mm de diámetro. Las aberturas próximas a partes en tensión no permitirán el paso de cuerpos sólidos de más de 2,5 mm de diámetro, y además existirá una disposición laberíntica que impida tocar el objeto o parte en tensión.

4.8.1 Normas de ejecución de las instalaciones

Todas las normas de construcción e instalación del centro se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de IBERDROLA.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y remplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.



4.8.2 Ejecución de las obras

Las celdas se colocarán en el lugar indicado en los planos. La colocación en lugar distinto al indicado, deberá ser aprobada por el Ingeniero Director. El instalador deberá realizar, en este caso, los planos de montaje necesarios, en los cuales se indiquen los nuevos canales para paso de conductores y cualquier otra instalación que, como consecuencia del cambio, se vea afectada. El conjunto de las nuevas instalaciones deberá ser aprobado por el Ingeniero Director.

La barra de puesta a tierra se conectará a lo largo de todas las celdas y a la deberán conectarse todas las envolventes de las celdas y los elementos metálicos que tengan acceso directo. En los extremos de la barra, se conectará el cable principal de tierra con elementos apropiados de conexión.

Todas las armaduras y plantillas de los cables deberán ponerse a tierra.

La propiedad recibirá a la entrega de la instalación planos definitivos del montaje, con indicación de los datos referentes a resistencia de tierra, obtenidos en las mediciones efectuadas, así como los correspondientes a potencias máximas de utilización y márgenes de ampliación, si hubiesen sido tenidos en cuenta en el Proyecto.

En general, las obras e instalaciones se realizarán cumpliendo las instrucciones técnicas complementarias aprobadas en el reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

El contratista deberá cuidar y responsabilizarse de que, por parte del personal que realiza los trabajos, se cumplan las normas reguladas en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo y en especial los Artículos 62 y 66.

4.8.3 Ensayos

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA, conforme a las cuales está fabricada.

Asimismo, una vez ejecutado la instalación, se procederá, por parte de una entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra.
- Tensiones de paso y de contacto.



4.9 REDES SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN

4.9.1 Objetivo

Se determinan las condiciones mínimas aceptables APRA la ejecución de las obras en la instalación de redes subterráneas de distribución.

4.9.2 Condiciones generales

Se refieren al suministro e instalación de los materiales necesarios en la ejecución de las redes subterráneas de baja y media tensión.

Cualquier duda de cualquier tipo que pueda surgir de la interpretación del presente pliego durante el periodo de construcción, será resuelta por el director de Obra, cuya interpretación será aceptada íntegramente.

4.9.3 Ejecución del trabajo

Corresponde al contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

4.9.4 Trazado de zanjas

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las tomas donde se dejan las llaves para la contención del terreno. Su ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado. Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de las zanjas como de los pasos que sean necesarios, así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos. Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a colocar.

4.9.5 Tendido de conductores

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable sea superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

En todo caso el radio de curvatura del cable no debe ser inferior a los valores indicados en las Normas UNE correspondientes relativas a cada tipo de cable. Cuando los cables se tienden a mano los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja. También se puede tender mediante cabrestantes tirando del



extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por mm² de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tensión.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable. Durante el tendido se tomarán precauciones para evitar que el cable sufra esfuerzos importantes, golpes o rozaduras. No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas, deberá siempre hacerse a mano. Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, siempre bajo la vigilancia del Director de Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0°C no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento. No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm de arena fina y la protección de rasillas.

La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta con una capa de arena fina en el fondo antes de proceder al tendido del cable. En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando los cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,5 m. Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso se deberá efectuar la canalización asegurada con cemento en el tramo afectado.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en las que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al Directo de Obra y a la empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de obra por parte del Contratista deberá conocer la dirección de los servicios públicos así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

En el caso de que los cables sean unipolares:

- Se recomienda colocar en cada metro y medio por fase y en el neutro unas vueltas de cinta adhesiva para indicar el color distinto de dicho conductor.
- Cada metro y medio, envolviendo las tres fases de media Tensión, o las tres fases y el neutro en Baja Tensión, se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos.



4.9.6 Identificación del conductor

Los cables deberán llevar marcas que indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características. Estas marcas serán grabadas de forma indeleble y se distanciarán entre sí unos 30 cm, tal y como se indica en las normas UNE-21123 y R.U. 3305

4.9.7 Cierre de zanjas

Una vez colocadas al cable las protecciones señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de excavación, debiendo realizarse los primeros 20 centímetros de forma manual.

El cierre de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10 cm de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas si fuese necesario con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno.

El contratista será el responsable de los hundimientos que se produzcan y serán de su cuenta las posteriores reparaciones oportunas. La carga y el transporte a vertederos de las tierras sobrantes están incluidos en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

4.10 RECEPTORES

4.10.1. Condiciones generales de la instalación

Los receptores que se instalen tendrán que cumplir los requisitos de correcta utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberán producir perturbaciones en las redes de distribución pública ni en las comunicaciones.

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

Los circuitos que formen parte de los receptores salvo las excepciones que para cada caso puedan señalar las prescripciones de carácter particular, deberán estar protegidos contra sobre intensidades siendo de aplicación para ellos lo dispuesto en la instrucción ITC BT-22. Se adoptarán las características intensidad-tiempo de los dispositivos, de acuerdo con las características y condiciones de utilización de los receptores a proteger.



4.10.2. Receptores de alumbrado. Instalación

Se prohíbe terminantemente colgar las armaduras de las lámparas utilizando para ellos los conductores que llevan la corriente a las mismas. Las armaduras irán firmemente enganchadas a los techos mediante tirafondos atornillados o sistema similar. Si se emplea otro sistema de suspensión, este deberá ser firme y estar aislado totalmente de la armadura.

En caso de lámpara fluorescente se utilizarán modelos iguales o similares a los presentados en la memoria, siendo la única condición que lleven una corrección del factor de potencia de por lo menos hasta 0,90.

Para la instalación de lámparas suspendidas en el exterior, se seguirá lo dispuesto a la ITCBT-09 del RBT.

4.10.3. Conexiones de receptores

Todo receptor será accionado por un dispositivo que puede ir incorporado al mismo o a la instalación de alimentación. Para este accionamiento se utilizará alguno de los dispositivos indicados en la ITC-BT-43.

Se admitirá, cuando prescripciones particulares no señalen lo contrario, que el accionamiento afecta a un conjunto de receptores.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por intermedio de un conductor movable. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento, proceder a su mantenimiento y controlar esta conexión. Si la conexión se efectuara por intermedio de un conductor movable, este incluirá el número de conductores necesarios y, si procede, el conductor de protección.

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

En los receptores que produzcan calor, si las partes del mismo que puedan tocar a su conductor de alimentación, alcanzan más de 85 grados centígrados de temperatura, la envolvente exterior del conductor no será de materia termoplástica.



La conexión de conductores móviles a la instalación alimentadora se realizará utilizando:

- Tomas de corriente
- Cajas de conexión
- Trole para el caso de vehículos a tracción eléctrica o aparatos móviles.

4.10.4. Receptores a motor. Instalación.

Los motores se instalarán de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. No estarán nunca en contacto con materiales fácilmente combustibles, guardando las siguientes distancias de seguridad:

- 0,5 metros si la potencia del motor es igual o menor a 1 KW.
- 1 metro si la potencia nominal es superior a 1 KW.

Todos los motores de potencia superior a 0,25 CV, y todos los situados en los locales con riesgo de incendio o explosión, tendrán su instalación propia de protección. Esta constará de por lo menos un juego de fusibles cortacircuitos de acuerdo con las características del motor.

También se dotará al motor de un sistema de protección contra la falta de tensión mediante un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidente o perjudicar a éste.

4.10.5 Materiales auxiliares

Toda la tornillería, así como arandelas, tuercas, contratueras, etc., que se utilizan como material auxiliar de la instalación eléctrica, serán de acero inoxidable. La pasta de sellado de tubos metálicos, cajas de derivación, etc., será por cuenta del contratista.

Todos los tubos protectores de PVC estarán sellados con espuma de poliuretano o producto equivalente.

4.10.6 Aparatos de caldeo

Los aparatos de caldeo se instalarán de manera que no puedan inflamar las materias combustibles circundantes, aun en caso de empleo negligente o defectos previsibles de los mismos.

Los aparatos de caldeo industrial que estén destinados a estar en contacto con materias combustibles o inflamables y que en su uso normal no estén bajo la vigilancia de un operario, estarán provistos de un limitador de temperatura que interrumpa o reduzca el caldeo antes de alcanzar una temperatura peligrosa.



Los aparatos de caldeo por aire caliente estarán constituidos de manera que su elemento de caldeo sólo pueda ponerse en servicio después de hacerlo el ventilador correspondiente y cese aquel cuando el ventilador deje de funcionar.

Los aparatos fijos, llevarán además, dos limitadores de temperatura, independientes entre sí, que impidan una elevación excesiva de ésta en los conductos de aire.

4.11 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES Y SOBRETENSIONES

4.11.1. Protección de las instalaciones

4.11.1.1 Protección contra sobre intensidades

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluyendo el conductor neutro o compensador, estarán protegidos contra los efectos de las sobreintensidades.

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

4.11.1.2 Protección contra sobrecargas

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

El dispositivo de protección general puede estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar o por un interruptor automático que corte únicamente los conductores de fase o polares bajo la acción del elemento que controle la corriente en el conductor neutro.

Como dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

4.11.2 Situación de los dispositivos de protección

Todos los dispositivos de protección se instalarán en los diferentes cuadros instalados en la nave. Estos dispositivos protegerán tanto a las instalaciones como a las personas contra sobrecargas y cortocircuitos.

Se instalarán a tal interruptor automático, diferencial y fusibles.



4.11.3. Características de los dispositivos de protección

Deberán poder soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos, presentado el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.

Los fusibles irán colocados sobre material aislante incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Cumplirán la condición de permitir su recambio bajo tensión de la instalación sin peligro alguno. Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo.

Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger en su funcionamiento a las curvas intensidad-tiempo adecuadas. Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierra. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito.

Los interruptores automáticos, llevarán marcada su intensidad y tensión 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.

4.12 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

4.12.1 Protección contra contactos directos

Para considerar satisfactoria la protección contra los contactos directos se tomará una de las siguientes medidas:

- Alejamiento de las partes activas de la instalación del lugar donde circulen las personas habitualmente con un mínimo de 2,5 metros hacia arriba, 1 metros abajo y 1 metro lateralmente
- Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Los obstáculos deben estar fijados de forma segura y resistir a los esfuerzos mecánicos usuales que pueden presentarse en su función.
- Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de un aislamiento apropiado capaz de conservar sus propiedades con el tiempo y que limite la corriente de contacto a un valor no superior a 1mA.



En instalaciones con el punto neutro unido directamente a tierra (como es el caso):

- La corriente a tierra producida por un solo defecto franco debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 segundos.
- Una masa cualquiera no puede permanecer en relación a una toma de tierra eléctricamente distinta, a un potencial superior, en valor eficaz a:
 - 24 voltios en locales conductores
 - 50 voltios en los demás casos
- Todas las masas de una instalación deben estar unidas a la misma toma de Tierra

Se utilizarán como dispositivos de corte automáticos sensibles a la corriente de defecto interruptores diferenciales. Los diferenciales provocan la apertura automática de la instalación cuando la suma vectorial de las intensidades que atraviesan los polos del aparato alcanza un valor determinado.

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

4.13 ALUMBRADOS ESPECIALES

4.13.1 Alumbrado de emergencia

Es aquel que debe permitir, en caso de fallo del alumbrado general, la evacuación segura y fácil del personal hacia el exterior. Solamente podrá ser alimentado por fuentes propias de energía, sean o no exclusivas para dicho alumbrado, pero no por fuente de suministro exterior, cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos automáticos, se podrá utilizar un suministro exterior para proceder a su carga.

El alumbrado de emergencia deberá poder funcionar durante un mínimo de una hora, proporcionando en el eje de los pasos principales una iluminación adecuada.

Este alumbrado se instalará en las salidas y en las señales indicadoras de la dirección de las mismas. Si hay un cuadro principal de distribución, en el local donde este se instale, así como sus accesos, estarán provistos de alumbrado de emergencia.

Deberá entrar en funcionamiento al producirse el fallo de los alumbrados generales o cuando la tensión de estos baje a menos del 70% de su tensión nominal.



4.13.2 Alumbrado de señalización

Es el que se instala para funcionar de modo continuo durante determinados periodos de tiempo. Este alumbrado debe señalar de modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de los locales, durante todo el tiempo que permanezcan con público.

Deberá ser alimentado, al menos por dos suministros, sean ellos normales, complementarios o procedentes de fuente propia de energía eléctrica. Deberá proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 Lux.

Cuando el suministro habitual del alumbrado de señalización falle, o su tensión baje a menos del 70% de su valor nominal, la alimentación del alumbrado de señalización pasará automáticamente al segundo suministro.

Cuando los locales o dependencias que deban iluminarse con este alumbrado, coincidan con los que precisan alumbrado de emergencia, los puntos de luz de ambos alumbrados podrán ser los mismos.

4.13.3. Locales de deberán ser provistos de alumbrados especiales

- Con alumbrado de emergencia: Todos los locales de reunión que puedan albergar 300 personas o más, los locales de espectáculos y los establecimientos sanitarios
- Con alumbrado de señalización: Estacionamientos subterráneos de vehículos, teatros y cines en sala oscura, grandes establecimientos sanitarios y cualquier otro local donde puedan producirse aglomeraciones de público en horas o lugares en que la iluminación natural de luz solar no sea suficiente para proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 Lux.

4.13.4. Fuentes propias de energía

La fuente propia de energía estará constituida por baterías de acumuladores o aparatos automáticos autónomos o grupos electrógenos; la puesta en funcionamiento de unos y otros se producirá al producirse la falta de tensión en los circuitos alimentados por los diferentes suministros procedentes de la empresa o empresas distribuidores de la energía eléctrica, o cuando aquella tensión descienda por debajo del 70% de su valor nominal. La fuente propia de energía en ningún caso podrá estar constituida por baterías de pilas.



4.13.5 Instrucciones complementarias

Las líneas que alimentan directamente los circuitos individuales de las lámparas de los alumbrados especiales estarán protegidas por interruptores automáticos con una intensidad nominal de 10 amperios como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz, o si en el local existen varios puntos de luz estos deberán ser alimentados por, al menos, dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a 12.

4.14 LOCAL

4.14.1 Prescripciones de carácter general

Las instalaciones en los locales a que afectan las presentes prescripciones, cumplirán las condiciones de carácter general que a continuación se señalan, así como para determinados locales, las complementarias que más adelante se fijan:

- Será necesario disponer de una acometida individual, siempre que el conjunto de las dependencias del local considerado constituya un edificio independiente o, igualmente, e el caso en que existan varios locales o viviendas en el mismo edificio y la potencia instalada en el local de pública concurrencia lo justifique.
- El cuadro general de distribución deberá colocarse en el punto más próximo posible a la entrada de la acometida o de la derivación individual y se colocará junto o sobre él el dispositivo de mando y protección preceptivo según la Instrucción MI BT 16. Cuando no sea posible la instalación del cuadro general en este punto, se instalará, de todas formas en dicho punto, un dispositivo de mando y protección. Del citado general saldrá las líneas que alimentan directamente los aparatos receptores o bien las líneas generales de distribución a las que se conectará mediante cajas o a través de cuadros secundarios.
- El cuadro general de distribución e, igualmente, los cuadros secundarios, se instalarán en locales o recintos a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro acusado de incendio o de pánico (cabines de proyección, escenarios, salas de público, escaparates...), por medio de elementos a prueba de incendios y puertas no propagadoras del fuego. Los contadores podrán instalarse en otro lugar, de acuerdo con la empresa distribuidora de energía eléctrica, y siempre del cuadro general.
- En el cuadro general de distribución o en los secundarios se dispondrán dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución, y las de alimentación directa a receptores. Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se colocará una placa indicadora del circuito al que pertenecen.



- En las instalaciones para alumbrado de locales o dependencias donde se reúna público, el número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas a alimentar, deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de las lámparas instaladas en los locales o dependencias que se iluminan alimentadas por dichas líneas.
- Las canalizaciones estarán constituidas por:
 - Conductores aislados, de tensión nominal no inferior a 750 V, colocados bajo tubos protectores, de tipo no propagador de la llama, preferentemente empotrados, en especial en las zonas accesibles al público.
 - Conductores aislados, de tensión nominal no inferior a 750 V, con cubierta de protección, colocados en huecos de la construcción, totalmente contruidos en materiales incombustibles.
 - Conductores rígidos, aislados de tensión nominal no inferior a 1000V, armados directamente sobre paredes.
- Se adoptarán las disposiciones convenientes para que las instalaciones no puedan ser alimentadas simultáneamente por dos fuentes de alimentación independientes entre sí.

4.15 MEJORAMIENTO DEL FACTOR DE POTENCIA

Las instalaciones que suministren energía a receptores de los que resulte un factor de potencial inferior a 0,90 deberán ser compensadas, sin que en ningún momento la energía absorbida por la red pueda ser capacitiva.

La compensación del factor de potencia podrá hacerse por una de las dos formas siguientes:

- Por cada receptor o grupo de receptores que funcionen por medio de un solo interruptor; es decir funcionen simultáneamente.
- Por la totalidad de la instalación. En este caso, la instalación de compensación ha de estar dispuesta para que, de forma automática, asegure que la variación del factor de potencia no sea superior a un 10% del valor medio obtenido en un prolongado periodo de funcionamiento.

Cuando se instalen condensadores y la conexión de estos con los receptores pueda ser cortada por medio de interruptores, estarán provistos aquellos de resistencias o reactancias de descarga a tierra.

4.16 PUESTA A TIERRA

4.16.1 Objetivo de las puestas a tierra

Las puestas a tierra se establecen con el objetivo principal de limitar la tensión que con respecto a tierra pueden presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

4.16.2 Definición

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

4.16.3 Partes que forman la puesta a tierra

➤ Toma de tierra:

Las tomas de tierra están constituidas por los siguientes elementos:

- Electrodo: Es una masa metálica, permanente en contacto con el terreno, para facilitar el paso de las corrientes de defecto que puedan producirse o la carga eléctrica que tenga o pueda tener hasta el terreno.
- Línea de enlace con tierra: Está formada por los conductores que unen el electrodo o conjunto de electrodos con el punto de puesta a tierra.
- Punto de puesta a tierra: Es un punto situado fuera del suelo que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra.

Las instalaciones que lo precisen dispondrán de un número suficiente de puntos de puesta a tierra, convenientemente distribuidos, que estarán conectados al mismo electrodo o conjunto de electrodos.

El punto de puesta a tierra estará constituido por un dispositivo de conexión que permita la unión entre los conductores de las líneas de enlace y principal de tierra, de forma que pueda, mediante útiles apropiados separarse estas, con el fin de poder realizar la medida de resistencia a tierra.



➤ Líneas principales de tierra:

Estarán formadas por conductores que partirán del punto de puesta a tierra y a las cuales estarán conectadas las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de las masas generalmente a través de los conductores de protección.

➤ Derivaciones de las líneas principales de tierra:

Estarán constituidas por conductores que unirán la línea principal de tierra con los conductores de protección o directamente con las masas.

➤ Conductores de protección:

Sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos. En el circuito de puesta a tierra, los conductores de protección unirán las masas a la línea principal de tierra.

En otros casos reciben igualmente el nombre de conductores de protección aquellos que tienen las masas:

- Al neutro de la red.
- A otras masas.
- A elementos metálicos distintos de las masas.
- A un relé de protección.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos, cualesquiera que sean estos. Siempre la conexión de las masas y los elementos metálicos al circuito de puesta a tierra se efectuara por derivaciones desde este.

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

4.16.4 Electrodo, naturaleza, constitución, dimensiones y condiciones de instalación.

Los electrodos pueden ser artificiales o naturales. Se entiende por electrodos artificiales los establecidos con el exclusivo objetivo de obtener la puesta a tierra, y por electrodos naturales las masas metálicas que puedan existir enterradas.

Para las puestas a tierra se emplearán principalmente electrodos artificiales. No obstante, los electrodos naturales que existieran en la zona de una instalación y que presenten y aseguren un buen contacto permanente con el terreno puedan utilizarse bien solos o conjuntamente con otros electrodos artificiales. En general, se puede prescindir de estos cuando su instalación presente requisitos anteriormente señalados, con sección



suficiente y la resistencia de tierra que se obtenga con los mismos presentes un valor adecuado.

➤ Picas verticales:

Las picas verticales podrán estar constituidas por:

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

Las longitudes mínimas de estos electrodos no serán inferiores a 2 metros si son necesarias dos picas conectadas en paralelo con el fin de conseguir una resistencia de tierra admisible, la separación entre ellas es recomendable que sea igual, al menos a la longitud enterrada de las mismas; si son necesarias varias picas conectadas en paralelo, la separación entre ellas deberá ser mayor que en el caso anterior.

4.16.5 resistencias de tierra

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella en cada caso.

Este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor.
- 50 V en los demás casos.

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

Bien entendido que los cálculos efectuados a partir de estos valores no dan más que un valor muy apropiado de la resistencia de tierra del electrodo.

4.16.6 Características y condiciones de instalación de las líneas de enlace con tierra, de las líneas principales de tierra y sus derivaciones.

Los conductores que constituyen las líneas de enlace con tierra, las líneas principales de tierra y sus derivaciones, serán de cobre o de otro metal de alto punto de fusión y su sección debe ser ampliamente dimensionada de tal forma que cumpla las condiciones siguientes:



- La máxima corriente de falta que pueda producirse en cualquier punto de la instalación no debe originar en el conductor una temperatura cercana a la de fusión, ni poner en peligro los empalmes o conexiones en el tiempo máximo previsible de la duración de la falta, el cual sólo podrá ser considerado como menor de dos segundos en los casos justificados por las características de los dispositivos de corte utilizados.
- De cualquier forma los conductores no podrán ser, en ningún caso, de menos de 16 mm² de sección para las líneas principales de tierra ni de 35 mm² para las líneas de enlace con tierra, si son de cobre. Para otros metales o combinaciones de ellos, la sección mínima será aquella que tenga la misma conductancia que un cable de cobre de 16 mm² o 35 mm², según el caso.

Para las derivaciones de las líneas principales de tierra, las secciones mínimas serán las que se indican en la instrucción ITC BT 18 para los conductores de protección. Los conductores de enlace con tierra desnudos enterrados en el suelo se considerará que forman parte del electrodo.

Si en una instalación existen tomas de tierra independientes, se mantendrá entre los conductores de tierra un aislamiento apropiado a las tensiones susceptibles de aparecer entre estos electrodos en caso de falta.

El recorrido de los conductores de la línea principal de tierra, sus derivaciones y los conductores de protección será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y desgaste mecánico. Además los conductores de protección cumplirán con lo establecido en la instrucción ITC BT 18.

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico tanto con las partes metálicas y masa que se desean poner a tierra como con el electrodo. A estos efectos se dispone que las conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y con los electrodos se efectúen con todo cuidado por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando las superficies de contacto de forma que la conexión sea efectiva por medio de tornillos, elementos de compresión, remaches o soldadura de alto punto de fusión tales como estaño, plata, etc.

Los contactos deben disponerse limpios, sin humedad y en forma tal que no sea fácil que la acción del tiempo destruya por efectos electroquímicas las conexiones efectuadas. A este fin, y procurando siempre que la resistencia de los contactos no sea elevada, se protegerán estos de forma adecuada con envoltentes o pastas, si ello se estimase conveniente.

Se prohíbe intercalar en los circuitos de tierra seccionadores, fusibles o interruptores. Sólo se permite disponer de un dispositivo de corte en los puntos de puesta a tierra, de forma que permita medir la resistencia de la toma a tierra.

4.16.7 Separación entre las tomas de tierra de las masas, de las instalaciones de utilización y las masas de un centro de transformación.

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masas, no estarán unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación. Si no se hace el control mediante la medida efectuada entre la toma de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas del centro de transformación, se considera que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

- No existe canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalizaciones de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona donde se encuentran los aparatos de utilización.
- La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra de otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos de 15 metros para terrenos cuya resistividad no sea elevada (100 Ohm·m). Cuando el terreno sea mal conductor esta distancia será aumentada.
- El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización, o bien si está contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, está establecido de tal forma que sus elementos metálicos no estén unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

4.16.8 Revisión de las tomas de tierra

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad, cualquier instalación de toma de tierra deberá ser obligatoriamente comprobada por los servicios oficiales en el momento de dar de alta la instalación para el funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuará esta comprobación anualmente en la época en que el terreno esté mas seco. Para ello se medirá la resistencia de tierra, reparando inmediatamente los defectos que se encuentren. En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, estos, así como también los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

4.16.9 Generalidades

En cada instalación se efectuará una red de tierra. El conjunto de líneas y tomas de tierra tendrán unas características tales, que las masas metálicas no podrán ponerse a una tensión superior a 24V, respecto de la tierra.



Todas las carcassas de aparatos de alumbrado, así como enchufes..., dispondrán de su toma de tierra, conectada a una red general independiente de la de los centros de transformación y de acuerdo con el Reglamento de BT.

Las instalaciones de toma de tierra, seguirán las normas establecidas en el RBT y sus instrucciones complementarias.

Los materiales que compondrán la red de tierra estarán formados por placas, electrodos, terminales, cajas de pruebas con sus terminales de aislamiento y medición, etc...

Donde se prevea falta de humedad o terreno de poca resistencia se colocarán tubos de humidificación además de reforzar la red con aditivos químicos. La resistencia mínima a corregir no alcanzará los 4 ohmios.

La estructura de obra civil será conectada a tierra. Todos los empalmes serán tipo soldadura aluminotermia sistema CADWELL o similar.

4.16.10 Ensayos

La recepción de los materiales se hará comprobando que cumplan las condiciones funcionales y de calidad fijadas en el RBT y en el resto de normativa vigente.

Cuando el material llegue a la obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas normativas, su recepción se realizará comprobando únicamente sus características aparentes.

El tipo de ensayos a realizar, así como su número y las condiciones de no aceptación automática serán los fijados por la NTE-IEP/1973: "Instalaciones de electricidad: Puesta a Tierra".

4.17 CONSIDERACIONES DE CARÁCTER GENERAL

4.17.1 Recepción provisional

Terminadas las obras e instalaciones, y como requisito previo a la recepción provisional de las mismas, la dirección facultativa procederá a la realización de los ensayos y medidas necesarias para comprobar que los resultados y condiciones de la instalación son satisfactorios. Si los resultados no fuesen satisfactorios, el contratista realizará cuantas modificaciones y operaciones sean necesarias para lograrlo.

Obtenidos los resultados satisfactorios, se procederá a la redacción y firma del documento de recepción provisional, al que se acompañarán dos actas firmadas por las direcciones facultativas y visadas por el colegio oficial correspondiente en las que se recoja lo siguiente:



"Al término de las obras y antes de la entrada en servicio serán examinadas y comprobadas por la Dirección Facultativa, las condiciones de funcionamiento de la instalación y, si las mismas son las adecuadas, se procederá a redactar el documento de Recepción Provisional, al que se adjuntarán las siguientes actas".

4.17.2 Acta de comprobación de los resultados eléctricos

Previa comprobación sobre el terreno, se recogerán en acta firmada por la Dirección Facultativa las siguientes medidas eléctricas que nunca podrán ser inferiores a las del Proyecto y a las preceptuadas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias del mismo.

4.17.3 Medición de las caídas de tensión

Con toda la instalación en marcha se medirá la tensión en la acometida desde el Centro de Transformación y en los extremos de los diversos circuitos, comprobándose si las caídas de tensión son las admitidas.

4.17.4 Medición de tierras

Se medirá la resistencia a tierra a lo largo de los elementos que componen el circuito de tierra y se comprobará que no es inferior al límite establecido.

4.17.5 Medida de aislamiento

Con los correspondientes elementos de la instalación conectados, se medirá la resistencia de aislamiento de cada circuito y la total, comprobándose que no es inferior al límite establecido.

4.17.6 Medición del factor de potencia

Se medirá el factor de potencia de la acometida del centro de transformación, estando toda la instalación conectada y se comprobará que es superior o igual a 0,9.

4.17.7 Comprobación del reparto de cargas

Se conectará por separado cada uno de los circuitos y se comprobará que las fases a las que están conectados son las que correspondan.

Seguidamente, se conectarán todos los elementos de la instalación y se medirá la intensidad de régimen de cada una de las fases en el centro de transformación y se comprobará que el desequilibrio es inferior al admisible.

4.17.8 Comprobación de conexiones

Se comprobará que la intensidad nominal de los circuitos no supere el valor de la intensidad máxima admisible en el conductor protegido.



4.18 CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE ECONÓMICA

Como base general de estas condiciones generales de índole económica, se establece el principio de que el contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que éstos se hayan realizado con arreglo y sujeción al proyecto y condiciones generales y particulares que rijan la construcción del edificio y obra aneja contratada.

El ingeniero podrá exigir al contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de si éste reúne todas las condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del contrato. Dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el contratista antes de la firma del Contrato.

Se exigirá al contratista, para que cumpla con lo contratado, una fianza del 10% del Presupuesto de las obras adjudicadas.

Si, el contratista, se negara a hacer por su cuenta los trabajos precisos para realizar la obra en las condiciones contratadas, el ingeniero director, en representación del propietario, las ordenará ejecutar a un tercero o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el propietario en el caso de que el importe de la fianza no bastase para abonar el total de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo.

La fianza depositada será devuelta al contratista en un plazo que no excederá en 8 días, una vez firmada el acta de la recepción definitiva de la obra, siempre que el contratista haya acreditado, por medio de certificación del ayuntamiento, que no existe reclamación alguna contra él por daños y perjuicios que sean de su cuenta o por deudas de los jornales o los materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en los trabajos.

Los precios de unidades de obra, así como de los materiales, se fijarán entre el ingeniero director y el contratista o su representante expresamente designado para estos efectos. El contratista los presentará descompuestos, siendo condición necesaria la presentación y aprobación de estos precios antes de proceder a la ejecución de las unidades de obra correspondientes.

De los precios así acordados se levantarán actas, que firmarán por triplicado: el ingeniero director, el propietario y el contratista o los representantes autorizados a estos efectos por ellos

Si el contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación y observación oportuna, no podrá, bajo ningún pretexto de error u omisión, reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base a la ejecución de la obra.



Tampoco se le admitirá reclamación de clase alguna fundada en indicaciones que sobre las obras se hagan en la memoria, por no ser éste el documento que sirve de base a la contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos que el Presupuesto pueda tener, ya por variación de los precios con respecto de los de los cuadros correspondientes, ya por errores aritméticos en las cantidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de la rescisión del contrato, señalados en los documentos relativos a las condiciones generales o particulares de índole facultativa, salvo en el caso de que el ingeniero director o el contratista los hubieran hecho notar en el plazo de 4 meses, contados desde la fecha de adjudicación.

Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporcional hecha en la Contrata, respecto del importe del presupuesto que a de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones, y la cantidad ofrecida.

Contratándose las obras a riesgo y altura y ventura, es natural por ello que, en principio, no se debe admitir la revisión de los precios contratados. No obstante y dada la variabilidad continua de los precios de los jornales y sus cargas sociales, así como la de los materiales y transportes, que son características en determinadas épocas anormales, se admite durante ellas la revisión de los precios contratados, bien en alza o en baja, y en armonía con las oscilaciones de los precios en el mercado, siempre y cuando se convenga en el oportuno contrato de ejecución de obras.

Por ello, y en los casos de revisión al alza, el contratista puede solicitarla del propietario, en cuanto se produzca cualquier alteración del precio que repercuta aumentando los contratos. Ambas partes convendrán el nuevo precio unitario, antes de comenzar o reanudar la ejecución de la unidad de obra en que intervenga el elemento cuyo precio en el mercado haya aumentado, especificándose y acordándose, también previamente, la fecha a partir de la cual se haya subido, aplicándose el precio revisado y elevado, para lo cual se tendrá en cuenta, siempre que proceda, el acopio de materiales en la obra, en el caso de que estuviesen parcial o totalmente abonados por el contratista.

Si el propietario o el ingeniero director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, el transporte, etc., que el contratista desea percibir, aquél tiene la facultad de proponer al contratista, y éste la obligación de aceptarlos, los materiales, transporte, etc. a precios inferiores de los pedidos por el contratista, en cuyo caso, como es lógico y natural, se tendrá en cuenta para la revisión de los precios de los materiales, transporte, etc. adquiridos por el contratista, merced a la información del propietario.



Cuando el Propietario o el ingeniero director, en su representación, solicita del contratista la revisión de precios, por haber bajado los de jornales, materiales, transporte, etc., se convendrá entre las dos partes la baja a realizar en los precios unitarios vigentes en las obras, en equidad por la baja experimentada por cualquiera de los elementos constitutivos de la unidad de obra y la fecha en que empezarán a regir los precios revisados.

La fórmula de revisión de los precios de la contrata se establecerá de mutuo acuerdo entre las partes contratantes, quedando ésta reflejada en el oportuno contrato de obra.

El Contratista deberá percibir el importe de todas aquellas unidades de obra que haya ejecutado, con arreglo a lo preceptuado en el proyecto, a las condiciones de la Contrata y a las indicaciones y órdenes que, por escrito, entregue el ingeniero director, y siempre dentro de las cifras a que ascienden los presupuestos aprobados.

Tanto en las certificaciones como en la liquidación final, las obras serán, en todo caso, abonadas a los precios que para cada unidad de obra figuran en la oferta aceptada, a los precios contradictorios fijados en el transcurso de las obras, de acuerdo con lo previsto en el presente pliego de condiciones generales de índole económica para estos efectos, así como respecto a las partidas alzadas y obras accesorias y complementarias.

Si las obras se hubiesen adjudicado por subasta o concurso, servirán de base para su valoración los precios que figuran en el presupuesto del proyecto, con las mismas condiciones expresadas anteriormente para los precios de la oferta. Al resultante de la valoración ejecutada en dicha forma, se le aumentará el tanto por ciento necesario para obtención del precio de la contrata, y de la cifra obtenida se descontará la que proporcionalmente corresponda a la baja de subasta a remate.

En ningún caso, el número de unidades que se consigne en el proyecto o en el presupuesto, podrá servir de fundamento para reclamaciones de ninguna clase.

Los pagos se efectuarán por el propietario en los plazos previamente establecidos y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra expedidas por el ingeniero director, en virtud de las cuales se verifican dichos pagos.

En ningún caso, el contratista podrá, alegando retraso en los pagos, suspender los trabajos o ejecutarlos a menor ritmo que el corresponda con arreglo a los plazos en que deben terminarse.

El importe de la indemnización que debe abonar el contratista por causa de retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras contratadas, será el importe de la suma de perjuicios materiales causados por la imposibilidad de la ocupación del inmueble, debidamente justificados.



El contratista no tendrá derecho a indemnización por causa de pérdidas, averías o perjuicios ocasionados en las obras, salvo en los casos de fuerza mayor. Para los efectos de este Artículo, se considerarán como tales casos únicamente los que siguen:

- Los incendios causados por electricidad atmosférica.
- Los daños producidos por terremotos o maremotos.
- Los producidos por vientos huracanados, mareas o crecidas de los ríos, superiores a las que sean de prever en el país y siempre que exista constancia inequívoca de que por el contratista se tomaron las medidas posibles dentro de sus medios, para evitar o atenuar los daños.
- Los que provengan de movimientos del terreno en que se están efectuando las obras.

La indemnización se referirá, exclusivamente, al abono de las unidades de obras ya ejecutadas o materiales almacenados a pie de obra, que, en ningún caso, comprenderán medios auxiliares, maquinaria, instalaciones, etc. propiedad de la contrata.

No se admitirán mejoras en la obra, salvo en el caso de que el ingeniero director haya ordenado por escrito la ejecución de nuevos trabajos o que se mejore la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato.

Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del proyecto, a menos que el ingeniero director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan, por Contrata, los objetos que tengan asegurados.

El importe abonado por la sociedad aseguradora en caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del propietario, para que, con cargo a la citada sociedad, se abone la obra que se construya, y a medida que ésta se va realizando. El reintegro de dicha cantidad al contratista, se efectuará por certificaciones como el resto de los trabajos de construcción.



En ningún caso, salvo conformidad expresa del contratista, hecha en documento público, el propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de la reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto, será motivo suficiente para que el contratista pueda rescindir la contrata, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales almacenados, etc. y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al contratista por el siniestro y que no se le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la sociedad aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el ingeniero director.

En las obras de reforma o reparación se fijará previamente la porción del edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se previene, se entenderá que el seguro a de comprender toda parte del edificio afectada por las obras.

Los riesgos asegurados y las condiciones de la póliza o pólizas de seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del propietario, al objeto de obtener de éste su previa conformidad o sus reparos.

Si el contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el periodo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el propietario antes de la recepción definitiva, el Ingeniero director, en representación del propietario, antes de la recepción, procederá a disponer de todo lo que crea necesario para que atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuera menester para su buena conservación, abonándose todo ello a cuenta de la contrata.

A1 abandonar el contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras como por rescisión del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el ingeniero director fije.

Después de la recepción provisional del edificio, y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del contratista, no deberá haber en él más materiales, útiles, herramientas, muebles, etc. que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuera preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, el contratista está obligado a revisar y repasar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente pliego de condiciones económicas.

El Ingeniero director se niega de antemano al arbitraje de precios, después de



Instalación eléctrica en BT de una nave industrial con CT
Carlos Moreno Chivite
Pliego de condiciones

ejecutada la obra, en el supuesto de que los precios base contratados no sean puestos en su conocimiento previamente a la ejecución de la obra.

Cintruénigo, Abril 2014

Carlos Moreno Chivite



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

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

PRESUPUESTO

Carlos Moreno Chivite

José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Abril 2014



5.1 CAPITULO I: ACOMETIDA	1
5.1.1 Acometida	1
5.2. CAPÍTULO II: PROTECCIONES	1
5.2.1 Cuadro general de distribución	1
5.2.2 Cuadro secundario I.....	2
5.2.3 Cuadro secundario II	3
5.2.4 Cuadro secundario III	3
5.2.5 Cuadro secundario IV (Caldera)	4
5.2.6 Cuadro secundario planta baja e iluminación.....	5
5.2.7 Cuadro secundario primera planta	5
5.2.8 Armarios cuadros secundarios.....	5
5.2.9 Tabla resumen	7
5.3 CAPITULO III: PROTECCIONES Y TUBOS	7
5.3.1 Conductores	7
5.3.2 Tubos	8
5.3.3 Tabla resumen	8
5.4 CAPÍTULO IV: PUESTA A TIERRA	9
5.4.1 Puesta a tierra.....	9
5.5 CAPÍTULO V: EQUIPOS DE ALUMBRADO	10
5.5.1. Alumbrado interior	10
5.5.2. Alumbrado exterior.....	10
5.5.3 Alumbrado de emergencia.....	10
5.5.4 Tabla resumen capitulo V.....	10
5.6. CAPÍTULO VI: ELEMENTOS VARIOS	11
5.6.1. Tomas de corriente, bases, interruptores.....	11
5.7 CAPÍTULO VII: COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA	12
5.7.1 Batería de condensadores	12
5.8 CAPÍTULO VIII: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	12
5.8.1. Obra civil.....	12
5.8.2 Caseta del centro	12
5.8.3 Transformador de potencia.....	13
5.8.4 Aparamenta en media tensión.....	13
5.8.5 Equipo de baja tensión.....	14
5.8.6 Puesta a tierra del centro.....	14
5.8.7 Tabla resumen	15
5.9 SEGURIDAD Y SALUD	14
5.10 RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN	16



5.1 CAPITULO I: ACOMETIDA

5.1.1 Acometida

Nº Orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.1.1.1	Energy RV-k 0,6/1 KV flexible 3x(3 x 150/70)	30 m	294,539	8836,17
5.1.1.2	Arqueta tronco piramidal de 1x1m ² de base y 1m de profundidad. El cierre será con marco y tapa de fundición 0,60x 0,60 m ² .	1	150,00	150,00
5.1.1.3	Zanja sobre tierra de 40x80 cm. con arena lavada debajo del tubo y relleno de tierra excavada.	1	3,15	3,15
5.1.1.4	Tubo de XLPE corrugado de doble pared, de 250mm de diámetro, de 2,2mm de espesor, liso por el interior y corrugado por el exterior, color rojo FU 15 R de resistencia de aplastamiento 140N	30m	5,25	157,5
5.1.1.5	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado	1	280,00	280,00
SUBTOTAL				9426,82

5.2. CAPÍTULO II: PROTECCIONES

5.2.1 Cuadro general de distribución

línea	Orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
Acometida	5.2.1.1	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 22KA calibre 1250 A curva B, III+N	1	6092.39	6092.39
L.1	5.2.1.2	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 22KA calibre 300 A curva C, III+N	1	3034,84	3034,84
L.1	5.2.1.3	Relé diferencial Toroide 600 mA 300 A 4P	1	658,5	658,5
L.2	5.2.1.4	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 22KA calibre 300 A curva C, III+N	1	3034,84	3034,84
L.2	5.2.1.5	Relé diferencial Toroide 600 mA 300 A 4P	1	658,5	658,5
L.3	5.2.1.6	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 22KA calibre 250 A curva C, III+N	1	2324,05	2324,05
L.3	5.2.1.7	Relé diferencial Toroide 600 mA 250 A 4P	1	658,5	658,5



Instalación eléctrica en BT de una nave industrial con CT
Carlos Moreno Chivite
Presupuesto

L.4	5.2.1.8	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 22KA calibre 80 A curva C, III+N	1	380,80	380,80
L.4	5.2.1.9	Relé diferencial Toroide 600 mA 80 A 4P	1	262,44	262,44
L.5	5.2.1.10	Relé diferencial Toroide 300 mA 100 A 4P	1	658,5	658,5
L.5-L.6	5.2.1.11	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 22KA calibre 63 A curva C, III+N	1	301,56	301,56
L.6	5.2.1.12	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 22KA calibre 20 A curva C, III+N	1	223,70	223,70
L.7	5.2.1.13	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 22KA calibre 300 A curva C, III+N	1	3034,84	3034,84
L.7	5.2.1.14	Relé diferencial Toroide 300 mA 320 A 4P	1	658,5	658,5
		Mano de obra y elementos para el montaje	1	110,25	110,25
SUBTOTAL					22.092,21

5.2.2 Cuadro secundario I

línea	Orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
L1	5.2.2.1	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 22KA calibre 300 A curva C, III+N	1	3034,84	3034,84
L1.C1	5.2.2.2	Relé diferencial Toroide 300 mA 80 A 4P	1	262,44	262,44
L1.C1.A	5.2.2.3	Interruptor magnetotérmico Pdc 22KA calibre 25 A curva D, III+N	1	279,07	279,07
L1.C1.B	5.2.2.4	Interruptor magnetotérmico Pdc 22KA calibre 25 A curva D, III+N	1	279,07	279,07
L1.C1.C	5.2.2.5	Interruptor magnetotérmico Pdc 22KA calibre 32 A curva D, III+N	1	321,17	321,17
L1.C2	5.2.2.6	Relé diferencial Toroide 300 mA 125 A 4P	1	658,5	658,5
L1.C2.A	5.2.2.7	Interruptor magnetotérmico Pdc 22KA calibre 10 A curva D, III+N	1	191,25	191,25
L1.C2.B	5.2.2.8	Interruptor magnetotérmico Pdc 22KA calibre 100 A curva D, III+N	1	1464,05	1464,05
L1.C3	5.2.2.9	Relé diferencial Toroide 300 mA 63 A 4P	1	658,5	658,5
L1.C3.A	5.2.2.10	Interruptor magnetotérmico Pdc 22KA calibre 25 A curva D, III+N	1	279,07	279,07
L1.C3.B	5.2.2.11	Interruptor magnetotérmico Pdc 22KA calibre 16 A curva D, III+N	1	265,91	265,91
L1.C3.C	5.2.2.12	Interruptor magnetotérmico Pdc 22KA calibre 16 A curva D, III+N	1	265,91	265,91
L1.C4	5.2.2.13	Interruptor magnetotérmico Pdc 22KA calibre 16 A curva D, III+N	1	265,91	265,91



Instalación eléctrica en BT de una nave industrial con CT
Carlos Moreno Chivite
Presupuesto

L1.C4	5.2.2.14	Relé diferencial Toroide 30 mA 16 A 4P	1	115,7	115,7
	5.2.2.15	Mano de obra y elementos para el montaje	1	110,25	110,25
SUBTOTAL					8451,64

5.2.3 Cuadro secundario II

línea	Orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
L2	5.2.3.1	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 22KA calibre 300 A curva C, III+N	1	3034,84	3034,84
L2.C1	5.2.3.2	Relé diferencial Toroide 300 mA 100 A 4P	1	658,5	658,5
L2.C1.A	5.2.3.3	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 22KA calibre 63 A curva D, III+N	1	301,56	301,56
L2.C1.B	5.2.3.4	Interruptor magnetotérmico Pdc 22KA calibre 25 A curva D, III+N	1	279,07	279,07
L2.C1.C	5.2.3.5	Interruptor magnetotérmico Pdc 22KA calibre 10 A curva D, III+N	1	191,25	191,25
L2.C2	5.2.3.6	Relé diferencial Toroide 300 mA 200 A 4P	1	658,5	658,5
L2.C2.A	5.2.3.7	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 22KA calibre 160 A curva D, III+N	1	2324,05	2324,05
L2.C2.B	5.2.3.8	Interruptor magnetotérmico Pdc 22KA calibre 32 A curva D, III+N	1	321,17	321,17
L2.C3	5.2.3.9	Interruptor magnetotérmico Pdc 22KA calibre 16 A curva D, III+N	1	265,91	265,91
L2.C3	5.2.3.10	Relé diferencial Toroide 30 mA 16 A 4P	1	115,7	115,7
	5.2.3.11	Mano de obra y elementos para el montaje	1	110,25	110,25
SUBTOTAL					8.260,8

5.2.4 Cuadro secundario III

línea	Orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
L3	5.2.4.1	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 10KA calibre 250 A curva C, III+N	1	2324,05	2324,05
L3.C1	5.2.4.2	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 10KA calibre 80 A curva D, III+N	1	380,80	380,80
L3.C1.A	5.2.4.3	Relé diferencial Toroide 300 mA 80 A 4P	1	262,44	262,44



Instalación eléctrica en BT de una nave industrial con CT
Carlos Moreno Chivite
Presupuesto

L3.C2	5.2.4.4	Relé diferencial Toroide 300 mA 100 A 4P	1	658,5	658,5
L3.C2.A	5.2.4.5	Interruptor magnetotérmico Pdc 22KA calibre 50 A curva D, III+ N	1	321,17	321,17
L3.C2.B	5.2.4.6	Interruptor magnetotérmico Pdc 22KA calibre 50 A curva D, III+N	1	321,17	321,17
L3.C3	5.2.4.7	Relé diferencial Toroide 300 mA 20 A 4P	1	121,7	121,7
L3.C3.A	5.2.4.8	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 10KA calibre 10 A curva D, III+N	1	191,25	191,25
L3.C3.B	5.2.4.9	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 10KA calibre 10 A curva D, III+N	1	191,25	191,25
L3.C4	5.2.4.10	Interruptor magnetotérmico Pdc 10KA calibre 16 A curva D, III+N	1	265,91	265,91
L3.C4	5.2.4.11	Relé diferencial Toroide 30 mA 16 A 4P	1	115,7	115,7
		Mano de obra y elementos para el montaje	1	110,25	110,25
SUBTOTAL					5.264,19

5.2.5 Cuadro secundario IV (Caldera)

línea	Orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
L4	5.2.5.1	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 3KA calibre 80 A curva C, III+N	1	380,80	380,80
L4.C1	5.2.5.2	Interruptor magnetotérmico Pdc 3KA calibre 25 A curva D, III+N	1	279,07	279,07
L4.C1	5.2.5.3	Relé diferencial Toroide 300 mA 25 A 4P	1	121,7	121,7
L4.C2	5.2.5.4	Interruptor magnetotérmico Pdc 3KA calibre 25 A curva D, III+N	1	279,07	279,07
L4.C2	5.2.5.5	Relé diferencial Toroide 300 mA 25 A 4P	1	121,7	121,7
L4.C3	5.2.5.6	Interruptor magnetotérmico Pdc 3KA calibre 16 A curva D, III+N	1	265,91	265,91
L4.C3	5.2.5.7	Relé diferencial Toroide 300 mA 16 A 4P	1	115,7	115,7
	5.2.5.8	Mano de obra y elementos para el montaje	1	110,25	110,25
SUBTOTAL					1.674,2



5.2.6 Cuadro secundario planta baja

línea	Orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
L5	5.2.6.1	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 10KA calibre 63 A curva C, III+N	1	301,56	301,56
L5.C1	5.2.6.2	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 10KA calibre 30 A curva D, III+N	1	321,17	321,17
L5.C1	5.2.6.3	Relé diferencial Toroide 30 mA 30 A 4P	1	138,2	138,2
L5.C2	5.2.6.4	Interruptor magnetotérmico Pdc 10KA calibre 10 A curva D, III+ N	1	191,25	191,25
L5.C2	5.2.6.5	Relé diferencial Toroide 30 mA 20 A 4P	1	121,7	121,7
L5.C3	5.2.6.6	Interruptor magnetotérmico Pdc 10KA calibre 6 A curva D, III+ N	1	60,66	60,66
L5.C3	5.2.6.7	Relé diferencial Toroide 30 mA 10 A 4P	1	40,15	40,15
L5.C4	5.2.6.8	Interruptor magnetotérmico Pdc 10KA calibre 3 A curva D, III+ N	1	41,25	41,25
L5.C4	5.2.6.9	Relé diferencial Toroide 30 mA 3 A 4P	1	30,02	30,02
L5.C5	5.2.6.10	Interruptor magnetotérmico Pdc 10KA calibre 3 A curva D, III+ N	1	41,25	41,25
L5.C5	5.2.6.11	Relé diferencial Toroide 30 mA 3 A 4P	1	30,02	30,02
L5.C6	5.2.6.12	Interruptor magnetotérmico Pdc 10KA calibre 16 A curva D, III+ N	1	265,91	265,91
L5.C6	5.2.6.13	Relé diferencial Toroide 30 mA 20 A 4P	1	121,7	121,7
	5.2.6.6	Mano de obra y elementos para el montaje	1	110,25	110,25
SUBTOTAL					1.815,09

5.2.7 Cuadro secundario Primera Planta

línea	Orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
L6	5.2.7.1	Interruptor magnetotérmico Pdc 10KA calibre 20A curva C, III+N	1	223,70	223,70
L6.C1	5.2.7.2	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 10KA calibre 6 A curva D, III+N	1	60,66	60,66
L6.C1	5.2.7.3	Relé diferencial Toroide 30 mA 6 A 4P	1	30,02	30,02
L6.C2	5.2.7.4	Interruptor magnetotérmico Pdc 10KA calibre 16 A curva D, III+N	1	265,91	265,91
L6.C2	5.2.7.5	Relé diferencial Toroide 30 mA 16 A 4P	1	115,7	115,7
	5.2.7.6	Mano de obra y elementos para el montaje	1	110,25	110,25
SUBTOTAL					806,24



5.2.8 Armarios cuadros secundarios

Cuadro	Orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
General de distribución	5.2.8.1	Armario metálico de distribución Marca: Merlin Gerin Modelo: Prisma, Sistema P, con IP55, de medidas: 2050x800x400mm, con su placa de montaje y puesta a tierra	1	1685,50	1685,50
Cuadro secundario 1	5.2.8.2	Armario metálico de distribución. Marca: Merlin Gerin. Modelo: Prisma, Sistema G, con IP55, de 15 módulos, de medida: 850x600x250 mm. Con su placa de montaje y puesta a tierra Ref: 08304	1	214,16	214,16
Cuadro secundario 2	5.2.8.3	Armario metálico de distribución. Marca: Merlin Gerin. Modelo: Prisma, Sistema G, con IP55, de 15 módulos, de medida: 850x600x250 mm. Con su placa de montaje y puesta a tierra Ref: 08304	1	214,16	214,16
Cuadro secundario 3	5.2.8.4	Armario metálico de distribución. Marca: Merlin Gerin. Modelo: Prisma, Sistema G, con IP55, de 15 módulos, de medida: 850x600x250 mm. Con su placa de montaje y puesta a tierra Ref: 08304	1	214,16	214,16
Cuadro secundario 4	5.2.8.5	Armario metálico de distribución. Marca: Merlin Gerin. Modelo: Prisma, Sistema G, con IP55, de 11 módulos, de medida: 650x600x250 mm. Con su placa de montaje y puesta a tierra Ref: 08303	1	188,72	188,72
Cuadro planta baja	5.2.8.6	Armario metálico de distribución. Marca: Merlin Gerin. Modelo: Prisma, Sistema G, con IP55, de 11 módulos, de medida: 650x600x250 mm. Con su placa de montaje y puesta a tierra Ref: 08303	1	188,72	188,72
Cuadro primera planta	5.2.8.7	Armario metálico de distribución. Marca: Merlin Gerin. Modelo: Prisma, Sistema G, con IP55, de 11 módulos, de medida: 650x600x250 mm. Con su placa de montaje y puesta a tierra Ref: 08303	1	188,72	188,72
SUBTOTAL					2.894,14



5.2.9 Tabla resumen

SUBTOTAL	PRESUPUESTO TOTAL CAPITULO II	IMPORTE
5.2.1		22.092,21
5.2.2		8.451,64
5.2.3		8.260,8
5.2.4		5.264,19
5.2.5		1.674,2
5.2.6		1.815,09
5.2.7		806,24
5.2.8		2.894,14
	SUBTOTAL	51.258,51

5.3 CAPITULO III: PROTECCIONES Y TUBOS

5.3.1 Conductores

Nº Orden	Descripción	Cantidad (metros)	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.3.1.1	Energy RV-k 0,6/1 KV flexible 150 mm ² Cu	264	55,21	14575,44
5.3.1.2	Energy RV-k 0,6/1 KV flexible 120 mm ² Cu	210	41,57	8729,70
5.3.1.3	Energy RV-k 0,6/1 KV flexible 70 mm ² Cu	194	26,756	5190,66
5.3.1.4	Energy RV-k 0,6/1 KV flexible 35 mm ² Cu	69	13,300	917,70
5.3.1.5	Energy RV-k 0,6/1 KV flexible 25 mm ² Cu	90	9,512	856,08
5.3.1.6	Energy RV-k 0,6/1 KV flexible 16 mm ² Cu	434	6,210	2695,14
5.3.1.7	Energy RV-k 0,6/1 KV flexible 10 mm ² Cu	510	4,110	2096,10
5.3.1.8	Energy RV-k 0,6/1 KV flexible 6 mm ² Cu	430	2,532	1088,76
5.3.1.9	Energy RV-k 0,6/1 KV flexible 4 mm ² Cu	1993.6	1,826	3640,31
5.3.1.10	Energy RV-k 0,6/1 KV flexible 2,5 mm ² Cu	886	1,290	1142,94
5.3.1.11	Energy RV-k 0,6/1 KV flexible 1,5 mm ² Cu	1707	1,123	1916,96
	Mano de obra y elementos para el montaje	1	1200,55	1200,55
SUBTOTAL				44.050,35



5.3.2 Tubos

Nº Orden	Descripción	Cantidad (metros)	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.3.2.1	Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20°C, Φ 16 mm	928,06	0,25	232,015
5.3.2.2	Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20°C, Φ 20 mm	419	0,45	188,55
5.3.2.3	Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20°C, Φ 32 mm	161	0,95	152,95
5.3.2.4	Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20°C, Φ 40 mm	15	1,05	15,75
5.3.2.5	Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20°C, Φ 50 mm	12	1,16	13,92
5.3.2.6	Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20°C, Φ 63 mm	70	1,32	92,4
5.3.2.7	Tubo de termoplástico de PVC corrugado de color negro, temperatura máxima de instalación 20°C, Φ 75 mm	88	12,6	1108,8
5.3.2.8	Mano de obra, incluso elementos para su montaje	1	1200,55	1200,55
SUBTOTAL				3004,935

5.3.3 Tabla resumen

SUBTOTAL	PRESUPUESTO TOTAL CAPITULO III	IMPORTE
5.3.1		44.050,35
5.3.2		3004,935
	SUBTOTAL	47.055,29



5.4 CAPÍTULO IV: PUESTA A TIERRA

5.4.1 Puesta a tierra

Nº Orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.4.1.1	Pica de tierra de 2 metros de longitud de acero-cobre. Incluida soldadura aluminotérmica CADWEL a la red de tierra y otros accesorios.	3	19,29	57,87
5.4.1.2	Arqueta de registro de instalación de tierra con tapa de registro URIARTE TR-230, recibida en hormigón HM-20-E-40-2B de espesor 25 cm y 80 cm de profundidad.	3	38,06	114,18
5.4.1.3	Red de tierra constituida con cable de cobre desnudo de 50 mm ² de sección.	190,08	6,95	1321,056
5.4.1.4	Grapa para la conexión de picas, de aleación de cobre, de la marca Klk. Ref: KU-1625 Ix (incluye tornillería de acero inoxidable). Totalmente instalada.	3	5,93	17,79
5.4.1.5	Punto de puesta a tierra, de la marca Klk. Ref: PT-4, (Incluye tornillería de acero inoxidable). Totalmente instalado.	1	14,52	14,52
5.4.1.6	Kits de soldadura aluminotérmica. Totalmente instalada.	20	7,36	147,2
5.4.1.7	Terminales, de la marca Klk. Ref: TK 150 T (incluye tornillería de acero inoxidable). Totalmente instalado.	3	4,95	14,85
5.4.1.8	Material aleatorio a la instalación y medios auxiliares	1	300,00	300,00
SUBTOTAL				1987,466



5.5 CAPÍTULO V: EQUIPOS DE ALUMBRADO

5.5.1. Alumbrado interior

Nº Orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.5.1.1	INDAL 4102102sM1 244-IEV-D-EL	101	343	34643
5.5.1.2	INDAL L_p_IES__36Fa1M2 401-IES-D-1-EL	24	285	6840
5.5.1.3	INDAL Z6082803sA 96126EL+V-90003M	11	105	1155
5.5.1.4	INDAL Z7080801sM3 492-IEV-M-EL	12	270	3240
5.5.1.5	INDAL ZES6129 61290	1	249	249
5.5.1.6	INDAL Z7080701sM2 492-IEV-D-EL	12	265	3180
5.5.1.7	INDAL ZES6026 60260	7	289	2023
5.5.1.8	INDAL L400Bxr3_400HbM1 ISR-BM1	59	789	46551
5.5.1.9	INDAL Z7102202sM2 400139 EL	1	110	110
5.5.1.10	Mano de obra, incluso elementos para su montaje	1	110,25	110,25
SUBTOTAL				98.101,25

5.5.2. Alumbrado exterior

Nº Orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.5.2.1	INDAL P400IZC__250Ht IZC-D	6	434	2604
5.5.2.2	Mano de obra, incluso elementos para su montaje	1	110,25	110,25
SUBTOTAL				2.714,25



5.5.3 Alumbrado de emergencia

Nº Orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.5.3.1	Iverlux Alpha A4800010	19	286,32	5440,08
5.5.3.2	Iverlux Alpha A1350110	18	278,55	5013,09
5.5.3.3	Iverlux Alpha A0600130	18	290,65	5231,7
5.5.3.4	Iverlux Alpha A1350010	1	256,75	356,5
5.5.3.5	Iverlux Alpha A0800010	8	260,55	2084,4
5.5.3.6	Mano de obra, incluso elementos para su montaje	1	110,25	110,25
SUBTOTAL				18.236,02

5.5.4 Tabla resumen capitulo V

SUBTOTAL	PRESUPUESTO TOTAL CAPITULO V	IMPORTE
5.5.1		98.101,25
5.5.2		2.714,25
5.5.3		18.236,02
SUBTOTAL		119.051,52

5.6. CAPÍTULO VI: ELEMENTOS VARIOS

5.6.1. Tomas de corriente, bases, interruptores...

Nº Orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.6.1.1	Toma de corriente (2P+T)de 16 A con caja de empotrar, 230 V. Marca: Legrand	87	8,97	780,39
5.6.1.2	Toma de corriente trifásica de 32 A (4P+T) con caja de empotrar, 400V. Marca: Legrand	20	4,13	82,6
5.6.1.3	Interruptor unipolar 10 A 230/240V	17	3,2	54,4
5.6.1.4	Pulsadores de parada y encendido	16	3,2	51,2
5.6.1.5	Conmutador de cruzamiento 10 A 230/240V	18	10,5	189
5.6.1.6	Mano de obra incluso elementos necesarios para su montaje	1	270,00	270,00
SUBTOTAL				1427,59

5.7 CAPÍTULO VII: COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA

5.7.1 Batería de condensadores

Nº Orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.7.1.1	Suministro y montaje de batería automática de condensadores modelo CISAR, 17,5 KVAR Clase Mini en polipropileno metalizado, con embarrado, fusible y contadores	1	994	994
5.7.1.2	Suministro y montaje de batería automática de condensadores modelo CISAR, 175 KVAR Clase H 400 V en polipropileno metalizado, con embarrado, fusible y contadores	1	3850	3850
5.7.1.3	Mano de obra, incluso elementos para su montaje	1	150,00	150,00
SUBTOTAL				4994

5.8 CAPÍTULO VIII: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

5.8.1. Obra civil

Nº Orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.8.1.1	Edificio de Transformación: PFU-4/20 Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo PFU- 4/20, de dimensiones generales aproximadas 4480 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3045 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según CEI 622171- 202, transporte, montaje y accesorios	1	8400	8400

5.8.2 Caseta del centro

Nº Orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.8.2.1	Caseta tipo PFU-4, de la marca ORMAZABAL, con paneles que forman la envolvente, armaduras de hormigón unidas entre si y al colector de tierras. Se incluye el precio del montaje y del transporte	1	7123	7123



5.8.3 Transformador de potencia

Nº Orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.8.3.1	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 630 KVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 13,2 - 20 kv y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %	1	13175	13175

5.8.4 Aparata en media tensión

Nº Orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.8.4.1	CELDA DE LINEA: CML Celda de llegada de línea, de la marca ORMAZABAL, Vn =24 KV, de 370 mm de ancho por 1800 mm de alto y 850 mm de fondo. Dotada con un interruptor seccionador de tres posiciones, permite comunicar el embarrado de conjunto de las celdas con los cables, cortar la corriente asignada, seccionar esta unión o poner a tierra simultáneamente las tres bornas de los cables de media tensión. Incluido el transporte, montaje y conexión	1	2085	2085
5.8.4.2	CELDA DE MEDIDA: Celda de medida de tensión e intensidad con entrada inferior y salida superior lateral por barras, bajo envolvente metálica, de la marca ORMAZABAL, tipo CMM, Vn=24 KV, In=400 A, de 800 mm de ancho, 1800 mm de alto y 1025 mm de fondo, Con 3 transformadores de tensión y tres de intensidad. Incluido el transporte, montaje y conexión.	1	5114	5114
5.8.4.3	CELDA DE PROTECCION CON FUSIBLES: Celda CMP-F protección con fusibles asociados a la salida del cable, bajo envolvente metálica de la marca ORMAZABAL, Vn= 24KV, In= 400 A, de 480 mm de ancho por 1800 mm de alto y 850 mm de fondo. Incluye tres fusibles limitadores de 24 KV y 40 A. Incluido el transporte, montaje y conexión	1	2727	2727
SUBTOTAL				9926



5.8.5 Equipo de baja tensión

Nº Orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.8.5.1	Armario metálico de distribución. Marca: Merlin Gerin. Modelo: Prisma, Sistema G, con IP55, de 7 módulos, de medida: 450x600x250 mm Con su placa de montaje y puesta a tierra Ref: 0830	1	180,29	180,29
5.8.5.2	Interruptor magnetotérmico regulable Pdc 22KA calibre 1250 A curva B, III+N	1	6092.39	6092.39
5.8.5.3	Relé diferencial Toroide 1,5 A 1250 A 4P	1	1014,32	1014,32
5.8.5.4	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje	1	110,25	110,25
SUBTOTAL				7.397,25

5.8.6 Puesta a tierra del centro

Nº Orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.8.6.1	Tierra de protección del centro de transformación realizada en anillo de 5x4 m a 0,8 m de profundidad con conductor desnudo de cobre de 50 mm ² y 8 picas de acero recubierto de cobre de 14 mm de diámetro y 4 m de largo. Incluida línea de tierra interior formada por conductor de cobre desnudo de 50 mm ² . Incluidas arquetas de registro y caja de seccionamiento. Incluida soldadura aluminotérmica y otros elementos para conexión. Totalmente instalada y conexionada	1	750	750
5.8.6.2	Puesta a tierra interior CT: Conjunto de conductores de cobre de 50 mm ² y conexionado a todas las partes metálicas (celdas, transformador, rejillas, herrajes, puerta, etc.)	1	180,5	180,5
5.8.6.3	Tierra de servicio realizada en anillo de 5x4 m a 0,5 m de profundidad con conductor desnudo de cobre de 50 mm ² y 4 picas de acero recubierto de cobre de 14 mm de diámetro y 2 m de largo. Incluida línea de tierra interior formada por conductor de cobre desnudo de 50 mm ² . Incluidas arquetas de registro y caja de seccionamiento. Incluida soldadura aluminotérmica y otros elementos para conexión. Totalmente instalada y conexionada.	1	435,68	435,68



5.8.6.4	Punta de tipo Franklin de 5 m de altura para la protección ante la descarga atmosférica de rayos de 10 KA. Totalmente instalado y conexionado	1	728,32	728,32
			Subtotal	2094,5

5.8.7 Tabla resumen CAPÍTULO VIII

SUBTOTAL	PRESUPUESTO TOTAL CAPITULO VIII	IMPORTE
5.8.1	O. Civil	8400
5.8.2	Caseta del centro	1123
5.8.3	Transformador de potencia	13175
5.8.4	Aparamenta de media tensión	9926
5.8.5	Equipo de baja tensión	7397.25
5.8.6	Puesta a tierra del C.T	2094,5
SUBTOTAL		42.115,75

5.9 SEGURIDAD Y SALUD

Nº Orden	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.9.1	Casco de seguridad dieléctrico con pantalla para protección de descargas eléctricas, amortizable en 5 usos.	2	3,73	7,46
5.9.2	Arnés de seguridad con amarre dorsal + amarre torsal + amarre lateral, acolchado y cinturón giro 180º para trabajos de electricidad, fabricado con fibra de nylon de 45 mm y elementos metálicos de acero inoxidable, amortizable en 5 obras. Certificado CE	2	54.45	108,9



Instalación eléctrica en BT de una nave industrial con CT
Carlos Moreno Chivite
Presupuesto

5.9.3	Placa señalización- información en PVC serigrafiado de 50x30 cm, fijada mecánicamente, amortizable en 3 usos, incluso colocación y desmontaje.	1	3,43	3,43
5.9.4	Señal triangular y soporte Señal de seguridad triangular de L= 70 cm, normalizada, con trípode tubular, amortizable en 5 usos, colocación y desmontaje según RD. 485/97.	1	15,96	15,96
5.9.5	Gafas contra impactos Gafas protectoras contra impactos, incoloras, amortizables en 3 usos.	2	3,14	6,28
5.9.6	Gafas antipolvo Gafas antipolvo antiempañables, panorámicas, amortizables en 3 usos.	2	0,81	1,62
5.9.7	Cascos protectores auditivos Protectores auditivos con arnés a la nuca, amortizables en tres usos. Certificado CE.	2	3,12	6,24
5.9.8	Juego de tapones antirruido de silicona ajustables. Certificado CE.	4	1,41	5,64
5.9.9	Faja protección lumbar, amortizable en 4 usos. Certificado CE.	2	2,8	5,6
5.9.0	Chaleco de trabajo de poliésteralgodón, amortizable en un uso. Certificado CE.	2	13,50	27
5.9.10	Par de rodilleras ajustables de protección ergonómica, amortizable en tres usos. Certificado CE.	2	2,63	5,26
5.9.11	Cinturón portaherramientas amortizable en 4 usos.	1	5,89	5,89
5.9.12	Mono de trabajo, de una pieza de poliéster- algodón, amortizable en un uso. Certificado CE.	2	15,29	30,58
5.9.13	Par guantes de uso general de lona y serraje. Certificado CE	4	1,4	5,6
5.9.14	Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, amortizable en tres usos. Certificado CE.	2	9,32	18,64
5.9.15	Cinta balizamiento bicolor rojoblanco	24	0,62	14,88



Instalación eléctrica en BT de una nave industrial con CT
Carlos Moreno Chivite
Presupuesto

	de material plástico, incluso colocación y desmontaje.			
5.9.16	Lámpara portátil de mano, con cesto protector y mango aislante, amortizable en tres usos.	1	3,45	3,45
5.9.17	Extintor de polvo ABC 6 Kg. PR. INC Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B, de 6 Kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor, según norma UNE 23110. medida la unidad instalada.	1	22,84	22,84
SUBTOTAL				295,27

5.10 RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN

ORDEN	DESCRIPCIÓN	TOTAL (euros)
CAPITULO I	ACOMETIDA	9426,82
CAPITULO II	PROTECCIONES	51258,51
CAPITULO III	CONDUCTORES, TUBOS, CANALIZACIONES	47055,29
CAPITULO IV	PUESTA A TIERRA	1987,466
CAPITULO V	EQUIPOS DE ALUMBRADO	119051,52
CAPITULO VI	ELEMENTOS VARIOS	1427,59
CAPITULO VII	COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA	4994
CAPITULO VIII	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	42115,75
CAPITULO IX	EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD	295,27
TOTAL	PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL	277.612,216
	GASTOS GENERALES 5%	13880,61
	BENEFICIO INTEGRO 10%	27761,22
	PRESUPUESTO EJECUCIÓN POR CONTRATA	319254,05



Instalación eléctrica en BT de una nave industrial con CT
Carlos Moreno Chivite
Presupuesto

	HONORARIOS DEL PROYECTO 4%	12770,16
	HONORARIOS DIRECCIÓN DE OBRA 4%	12770,16
TOTAL	PRESUPUESTO TOTAL SIN IVA	344794,372
	IVA 21%	72406,82
TOTAL	PRESUPUESTO TOTAL	417201,19

**El total del presente proyecto asciende a la cantidad de
“CUATROCIENTOS DIECISIETE MIL DOSCIENTOS UN EUROS CON
DIECINUEVE CENTIMOS”**

Pamplona, Abril 2014

Carlos Moreno Chivite

18



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

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

SEGURIDAD E HIGIENE

Carlos Moreno Chivite

José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, Abril 2014

6.1. OBJETO	1
6.2. AUTOR DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	2
6.3. DATOS DE LA OBRA	2
6.4 DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA	2
6.5. PROTECCIONES COLECTIVAS	3
6.5.1. GENERALES	3
6.5.2. Protecciones colectivas particulares a cada fase de obra	8
6.6. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	13
6.6.1. Riesgos laborales evitables completamente	13
6.6.2. Riesgos laborales no evitables completamente	13
6.6.3. Equipos de protección individual para trabajos en tensión (en b.t.)	19
6.7. RIESGOS LABORALES ESPECÍFICOS DE ESTA OBRA	22
6.7.1. Fase de la obra de instalación eléctrica de baja tensión, alumbrado de emergencia	22
6.7.2. Fase de pruebas y puesta en servicio de la instalación	23
6.7.3. Protección contra contactos	24
6.8. PRIMEROS AUXILIOS	25
6.9. NORMATIVA APLICABLE	25



6.1. OBJETO

El objeto de este estudio es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1197 del 24 de Octubre por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los diferentes riesgos laborales que puedan ser evitados, proponiendo las posibles medidas técnicas para ello; definiendo la relación de los riesgos que no pueden eliminarse especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a disminuir dichos riesgos.

El siguiente estudio de seguridad es básico, debido a que se cumplen las siguientes condiciones:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o inferior a 450.759 euros.
- Que la duración estimada de las obras e instalaciones sea inferior o igual a 30 días laborables, empleándose en algún momento como máximo 20 trabajadores simultáneamente
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea inferior a 500.

Este estudio de seguridad establece, durante la ejecución de los trabajos de la unidad de obra citada, las previsiones respecto a la prevención de riesgos y accidentes profesionales.

Así mismo, este estudio de seguridad pretende:

- Dar cumplimiento a la Ley 31/1995 de 8 de Noviembre de prevención de riesgos laborales en lo referente a la obligación de un empresario titular de un Centro de Trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.
- Recordar a las diferentes partes, promotor, contratista, etc., de sus obligaciones en materia de seguridad, comunicar a los diferentes organismos la existencia de esta obra, obtener las licencias necesarias, etc.

Basándose en este Estudio Básico de Seguridad, se elaborará un Plan de Seguridad y Salud, en el que tendrán en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato.



6.2. AUTOR DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El autor del presente estudio básico de seguridad es:

Carlos Moreno Chivite
C/ Doctor Arias nº 10
31592 Cintruénigo (Navarra)

6.3. DATOS DE LA OBRA

PROYECTO DE REFERENCIA

Proyecto de instalación eléctrica en B.T. para Nave industrial y centro de transformación.

EMPLAZAMIENTO

Cintruénigo(Navarra)
Polígono industrial
Calle E, Nº 1

Nº DE TRABAJADORES PREVISTOS SIMULTÁNEAMENTE:

20 Trabajadores.

PLAZO DE EJECUCIÓN TOTAL APROXIMADO:

30 Días laborables

INFRAESTRUCTURAS:

Se dispone de acceso rodado, abastecimiento de agua, saneamiento, etc.

6.4 DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA

DATOS DEL EMPLAZAMIENTO	
Acceso a la obra	Los propios del local
Edificaciones colindantes	Naves industriales
Suministro de energía eléctrica	Acometida individual
Suministro de agua	Acometida individual
Sistema de saneamiento	El de la vivienda
Servidumbres y condicionantes	Saneamientos
OBSERVACIONES: Sin observaciones.	



DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SUS FASES	
Replanteo	Marcado del terreno de las obras indicadas en el proyecto
Reforma de la instalación eléctrica	Instalación de luminarias, cuadros eléctricos y canalizaciones
Remates	Pruebas de la instalación

El contratista acreditará ante la Dirección de obra la adecuada formación y adiestramiento de todo el personal de la obra en materia de prevención y primeros auxilios.

Así mismo la Dirección comprobará que existe un plan de emergencia para atención de personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales precisos. La Dirección y teléfono deberán estar visibles en lugar estratégico.

Antes de comenzar la jornada, los mandos procederán a planificar los trabajos de acuerdo con el plan, informando a los operarios claramente de las maniobras a realizar, los posibles riesgos y las medidas preventivas y de protección a tener en cuenta, deben cerciorarse de que todos lo han entendido.

Aparte de las aquí expuestas, existen unas medidas colectivas de seguridad y salud en obra pudiendo hacer uso de ellas si fuera necesario. En este estudio solo se hace referencia a las individuales de las instalaciones de B.T. y C.T.

6.5. PROTECCIONES COLECTIVAS

6.5.1. GENERALES

SEÑALIZACIÓN:

El Real Decreto 485/1997, de 14 de abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de carácter general relativas a la señalización de seguridad y salud en el trabajo, indica que deberá utilizarse una señalización de seguridad y salud a fin de:

- Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados

riesgos prohibiciones u obligaciones.

- Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.
- Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
- Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

Tipos de señales:

- En forma de panel:

Señales de advertencia:	
Forma:	Triangular
Color de fondo:	Amarillo
Color de contraste:	Negro
Color de símbolo:	Negro

Señales de prohibición:	
Forma:	Redonda
Color de fondo:	Blanco
Color de contraste:	Rojo
Color de símbolo:	Negro

Señales de obligación:	
Forma:	Redonda
Color de fondo:	Azul
Color de símbolo:	Blanco

Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios:	
Forma:	Rectangular o cuadrada
Color de fondo:	Rojo
Color de símbolo:	Blanco

Señales de salvamento de socorro:	
Forma:	Rectangular o cuadrada
Color de fondo:	Verde
Color de símbolo:	Blanco



➤ Cinta de señalización:

En caso de señalar obstáculos, zonas de caída de objetos, caída de personas a distinto nivel, choques, golpes, etc., se señalará con los antes dichos paneles o bien se delimitará la zona de exposición al riesgo con cintas de tela o materiales plásticos con franjas alternadas oblicuas en color amarillo y negro, inclinadas 45°.

➤ Cinta de delimitación de zona de trabajo:

Las zonas de trabajo se delimitarán con cintas de franjas alternas verticales de colores blanco y rojo.

PROTECCIÓN DE PERSONAS EN INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Instalación eléctrica ajustada al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y hojas de interpretación, certificada por instalador autorizado.

En aplicaciones de lo indicado en el apartado 3º del Anexo IV al R.D. 1627/97 de 24/10/97, la instalación eléctrica deberá satisfacer, además, las dos siguientes condiciones.

- Deberá proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañe peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.
- El proyecto, la realización y la elección del material y de los dispositivos de protección deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada, las condiciones de los factores externos y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

Los cables serán adecuados a la carga que han de soportar, conectados a las bases mediante clavijas normalizadas, blindados e interconexionados con uniones antihumedad y antichoque. Los fusibles blindados y calibrados según la carga máxima a soportar por los interruptores.

Continuidad de la toma de tierra en las líneas de suministro interno de obra con un valor máximo de la resistencia de 80Ω. Las máquinas fijas dispondrán de toma de tierra independiente.

Todos los circuitos de suministro a las máquinas e instalaciones de alumbrado estarán protegidos por fusibles blindados o interruptores magnetotérmicos y disyuntores diferenciales de alta sensibilidad en perfecto estado de funcionamiento.



Distancia de seguridad a líneas de Alta Tensión: $3,3 + \text{Tensión (en KV)} / 100$
(ante el desconocimiento del voltaje de la línea, se mantendrá una distancia de seguridad de 5 m).

SEÑALES ÓPTICO – ACÚSTICAS DE VEHÍCULOS DE OBRA.

Las máquinas autoportantes que puedan intervenir en las operaciones de manutención deberán disponer de:

- Una bocina o claxon de señalización acústica cuyo nivel sonoro sea superior al ruido ambiental, de manera que sea claramente audible; si se trata de señales intermitentes, la duración, intervalo y agrupación de los impulsos deberá permitir su correcta identificación, Anexo IV del R.D. 485/97 de 14/4/97.
- Señales sonoras o luminosas (previsiblemente ambas a la vez) para indicación de la maniobra de marcha atrás, Anexo I del R.D. 1215/97 de 18/7/97.
- Los dispositivos de emisión de señales luminosas para uso en caso de peligro grave deberán ser objeto de revisiones especiales o ir provistos de una bombilla auxiliar.
- En la parte más alta de la cabina dispondrán de un señalizado rotativo luminoso destellante de color ámbar para alertar de su presencia en circulación viaria.
- Dos focos de posición y cruce en la parte delantera y dos pilotos luminosos de color rojo detrás.
- Dispositivo de balizamiento de posición y preseñalización (lamas, conos, cintas, mallas, lámparas, destellantes, etc.).

APARATOS ELEVADORES.

Deberán ajustarse a su normativa específica, pero en cualquier caso, deberán satisfacer igualmente las condiciones siguientes (art. 6C del Anexo IV del R.D. 1627/97):

- Todos sus accesorios serán de buen diseño y construcción, teniendo resistencia adecuada para el uso al que estén destinados.
- Instalarse y usarse correctamente.
- Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
- Ser manejados por trabajadores cualificados que hayan recibido formación adecuada.
- Presentarán, de forma visible, indicación sobre la carga máxima que puedan soportar.
- No podrán utilizarse para fines diferentes de aquellos a los que estén destinados.



Durante la utilización de los mencionados aparatos elevadores, para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores, deberán comprobarse los siguientes sistemas preventivos:

Seguridad de carga máxima:

Es el sistema de protección que impide trabajar con cargas superiores a las máximas admitidas por el cablestante de elevación, es decir, por la carga nominal del pie de flecha.

Normalmente van montadas en pie de flecha o contraflecha y están formados por arandelas tipo “Schnorr”, accionadas por el tiro del cable de elevación. Al deformarse las arandelas, accionan un microrruptor que impide la elevación de la carga y en algunos modelos, también que el carro se traslade hacia delante.

Se regulan de forma que con la carga nominal no corten y lo hagan netamente, al sobrepasar esta carga nominal como máximo en un 10 %.

Seguridad de final de recorrido de gancho de elevación:

Consiste en dos microrruptores, que impiden la elevación del gancho cuando éste se encuentra en las cercanías del carro y el descenso del mismo por debajo de la cota elegida como inferior (cota cero). De ésta forma, se impiden las falsas maniobras de choque del gancho contra el carro y el aflojamiento del cable de elevación por posar el gancho en el suelo.

Normas de carácter general, en el uso de aparatos elevadores:

- Acoplar adecuados pestillos de seguridad a los ganchos de suspensión de los aparatos elevadores.
- Las eslingas llevarán estampilladas en los casquillos prensados la identificación donde constará la carga máxima para la cual están recomendadas, según los criterios establecidos anteriormente en este mismo procedimiento.
- De utilizar cadenas estas serán de hierro forjado con un factor de seguridad no inferior a 5 de la carga nominal máxima, según los criterios establecidos anteriormente en este mismo procedimiento.
- En las fases de transporte y colocación de los encofrados, en ningún momento los operarios estarán debajo de la cadena suspendida. La carga deberá estar bien repartida y las eslingas o cadenas que la sujetan deberán tener argollas o ganchos con pestillo de seguridad. Deberá tenerse en cuenta lo indicado en el apartado 3 del Anexo II del R.D. 1215/97 de 18/7/97.



- El gruista antes de iniciar los trabajos comprobará el buen funcionamiento de los finales de carrera, frenos y velocidades, así como de los licitadores de giro, si los tuviera.
- Si durante el funcionamiento de la grúa se observara que los comandos de la grúa no se corresponden con los movimientos de la misma, se dejará de trabajar y se dará cuenta inmediata a la Dirección técnica de la obra o al Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución.
- Evitar en todo momento pasar las cargas por encima de las personas.
- No se dejará caer el gancho de la grúa al suelo.

6.5.2. Protecciones colectivas particulares a cada fase de obra

PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS DE ALTURA DE PERSONAS U OBJETOS:

El riesgo de caída de altura de personas (precipitación, caída al vacío) es contemplado por el Anexo II del R.D. 1627/97 de 24/10/97 como riesgo especial para la seguridad y salud de los trabajadores, por ello, de acuerdo con los artículos 5.6 y 6.2 del mencionado Real Decreto se adjuntan las medidas preventivas específicas adecuadas.

PASARELAS:

En aquellas zonas que sea necesario, el paso de peatones sobre las zanjas, pequeños desniveles y obstáculos, originados por los trabajos se realizarán mediante pasarelas. Será preferiblemente prefabricadas de metal, o en su defecto realizadas “in situ”, de una anchura mínima de 1 metro, dotada en sus laterales de barandilla de seguridad reglamentaria: La plataforma será capaz de resistir 300 Kg de peso y estará dotada de guirnalda de iluminación nocturna, si se encuentra afectando a la vía pública.

ESCALERAS PORTÁTILES:

Tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas.

Las escaleras que tengan que utilizarse en obra habrán de ser preferentemente de aluminio o hierro, a no ser posible se utilizarán de madera, pero con los peldaños



ensamblados y no clavados. Estarán dotadas de zapatas, sujetas en la parte superior, y sobrepasarán en un metro el punto de apoyo superior.

Previamente a su utilización se elegirá el tipo de escalera a utilizar, en función de la tarea a la que esté destinada y se asegurará la estabilidad. No se emplearán escaleras excesivamente cortas o largas, ni empalmadas.

ACCESOS Y ZONAS DE PASO DEL PERSONAL, ORDEN Y LIMPIEZA

Las aperturas de huecos horizontales sobre los forjados, deben condenarse con un tablero resistente, red, mallazo electrosoldado o elemento equivalente cuando no se esté trabajando en sus inmediaciones con independencia de su profundidad o tamaño.

Las armaduras y/o conectores metálicos sobresalientes de las esperas de las mismas estarán cubiertas por resguardos tipo “seta” o cualquier otro sistema eficaz, en previsión de punciones o erosiones del personal que pueda colisionar sobre ellos.

En aquellas zonas que sea necesario, el paso de peatones sobre las zanjas, pequeños desniveles y obstáculos originados por los trabajos, se realizarán mediante pasarelas.

ESLIGAS DE CADENA.

El fabricante deberá certificar que disponen de un factor de seguridad 5 sobre su carga nominal máxima y que los ganchos son de alta seguridad (pestillo de cierre automático al entrar en carga). El alargamiento de un 5 % de un eslabón significa la caducidad inmediata de la eslinga.

ESLINGA DE CABLE.

A la carga nominal máxima se aplica un factor de seguridad 6, siendo su tamaño y diámetro apropiado al tipo de maniobras a realizar, las gazas estarán protegidas por guardacabos metálicos fijados mediante casquillos prensados y los ganchos serán también de alta seguridad. La rotura del 10 % de los hilos en un segmento superior a 8 veces del diámetro del cable o la rotura de un cordón significa la caducidad inmediata de la eslinga.

CABINA DE LA MAQUINARIA DE MOVIMIENTOS DE TIERRAS.

Todas estas máquinas deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica, pero en cualquier caso deberán satisfacer las condiciones siguientes (apartado 7C del Anexo IV del R.D. 1627/97 de 24/10/97):



- Estar bien diseñados y contruidos, teniendo en cuenta los principios ergonómicos.
- Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
- Utilizarse correctamente.
- Los conductores han de recibir formación especial.
- Adoptarse las medidas oportunas para evitar su caída en excavaciones o en el agua.

Cuando sea necesario, las máquinas dispondrán de cabina o pórtico de seguridad resguardando el habitáculo del operador, dotada de perfecta visión frontal y lateral, estando provista permanentemente de cristales o rejillas irrompibles, para protegerse de la caída de materiales. Además dispondrán de una puerta a cada lado.

CONDICIONES GENERALES EN TRABAJOS DE EXCAVACIÓN Y ATALUZADO.

Los trabajos con riesgos de sepultamiento o hundimiento son considerados especiales por el R.D. 1627/97 (Anexo II) y por ello debe constar en este Estudio de Seguridad y Salud el catálogo de medidas preventivas específicas:

TOPES PARA VEHÍCULOS EN EL PERÍMETRO DE LA EXCAVACIÓN.

Se dispondrá de los mismos a fin de evitar la caída de los vehículos al interior de las zanjas o por las laderas.

ATALUZADO DE LAS PAREDES DE EXCAVACIÓN.

Como criterio general se podrán seguir las siguientes directrices en la realización de taludes con bermas horizontales por cada 1,50 metros de profundidad y con la siguiente inclinación.

- Roca dura 80°.
- Arena fina o arcillosa 20°.

La inclinación del talud se ajustará a los cálculos de la Dirección Facultativa de la obra, salvo cambio de criterio avalado por Documentación Técnica complementaria.

El aumento de la inclinación y el drenado de las aguas que puedan afectar a la estabilidad del talud y a las capas de superficie del mismo, garantizan su comportamiento.



Se evitará, a toda costa, amontonar productos procedentes de la excavación, en los bordes de los taludes ya que, además de la sobrecarga que puedan representar, pueden llegar a embalsar aguas originando filtraciones que pueden arruinar el talud.

En taludes de alturas de más de 1,50 metros se deberán colocar bermas horizontales de 50 o 80 centímetros de ancho, para la vigilancia y alojar las conducciones provisionales o definitivas de la obra.

La colocación del talud debe tratarse como una berma, dejando expedito el paso o incluso disponiendo tableros de madera para facilitarlos.

En taludes de grandes dimensiones, se habrá previsto en proyecto la realización en su base, de cuentones relleno de grava suelta o canto de río de diámetro homogéneo, para retención de rebotes de materiales desprendidos, o alternativamente si, por cuestión del espacio disponible, no pudieran realizarse aquellos, se apantallará la parábola teórica de los rebotes o se dispondrá un túnel isostático de defensa.

BARANDILLAS DE PROTECCIÓN.

En huecos verticales de coronación de taludes, con riesgo de caída de personas u objetos desde alturas superiores a 2 metros, se dispondrán barandillas de seguridad completas empotradas sobre el terreno, constituidas por balaustre vertical homologado o certificado por el fabricante respecto a su idoneidad en las condiciones de utilización por él descritas, pasamanos superior situado a 90 centímetros sobre el nivel del suelo, barra horizontal o listón intermedio (subsidiariamente barrotes verticales o mallazo con una separación máxima de 15 centímetros) y rodapié o plinto de 20 centímetros sobre el nivel del suelo, sólidamente anclados todos sus elementos entre sí, y de resistencia suficiente.

Los taludes de más de 1,50 metros de profundidad, estarán provistos de escaleras preferentemente excavados en el terreno o prefabricadas portátiles, que comuniquen cada nivel inferior con la berma superior, disponiendo una escalera por cada 30 metros de talud abierto o fracción de este valor.

Las bocas de los pozos y arquetas, deben condenarse con un tablero resistente, red o elemento equivalente cuando no se esté trabajando en su interior y con independencia de su profundidad.

En aquellas zonas que sea necesario, el paso de peatones sobre las zanjas, pequeños desniveles y obstáculos, originados por los trabajos, se realizarán mediante pasarelas, preferiblemente prefabricadas de metal, o en su defecto realizadas “in situ”, de una anchura mínima de 1 metro, dotada en sus laterales de barandilla de seguridad reglamentaria y capaz de resistir 300 Kg de peso, dotada de guirnalda de iluminación nocturna



El material de excavación estará apilado a una distancia del borde de la coronación del talud igual o superior a la mitad de su profundidad (multiplicar por dos en terrenos arenosos). La distancia mínima al borde es de 50 centímetros.

El acopio y estabilidad de los elementos prefabricados deberá estar previsto durante su fase de ensamblaje y reposo en superficie, así como las cunas, carteles o utillaje específico para la puesta en obra de dichos elementos.

La madera a utilizar estará clasificada según usos y limpias de clavos, flejadas o formando hileras entrecruzadas sobre una base amplia y nivelada. Altura máxima de la pila (sin tablones estacados y arriostrados lateralmente): 1 metro.

CUERDA DE RETENIDA.

Utilizada para posicionar y dirigir manualmente el canal de derrame del hormigón, en su aproximación a la zona de vertido, constituida por poliamida de alta tenacidad, calabroteada de 12 milímetros de diámetro, como mínimo.

SIRGAS.

Sirgas de desplazamiento y anclaje del cinturón de seguridad. Variables según los fabricantes y dispositivos de anclaje utilizados.

PREVENCIÓN DE INCENDIOS, ORDEN Y LIMPIEZA.

Si las zanjas o pozos entran en contacto con zonas que albergan o transportan sustancias de origen orgánico o industrial, deberán adoptarse precauciones adicionales respecto a la presencia de residuos tóxico, combustibles, deflagrantes, explosivos o biológicos.

La evacuación rápida del personal interior de la excavación debe quedar garantizado por la retirada de objetos en el fondo de zanja, que puedan interrumpir el paso.

Las zanjas de más de 1,30 metros de profundidad, estarán provistas de escaleras preferentemente de aluminio, que rebasen 1 metro sobre el nivel superior del corte, disponiendo una escalera por cada 15 metros de zanja abierta o fracción de este valor, que deberá estar correctamente arriostrada transversalmente.

Las bocas de los pozos deben condenarse con un tablero resistente, red o elemento equivalente cuando no se esté trabajando en su interior y con independencia de su profundidad.

En aquellas zonas que sea necesario, el paso de peatones sobre las zanjas, pequeños desniveles y obstáculos, originados por los trabajos se realizarán

mediante pasarelas, preferiblemente prefabricadas de metal o en su defecto realizadas “in situ”, de una anchura mínima 1 metro, dotada en sus laterales de barandilla de seguridad reglamentaria y capaz de resistir 300 Kg de peso, dotada de guirnaldas de iluminación nocturna.

El material de excavación estará apilado a una distancia del borde de la excavación igual o superior de su profundidad (multiplicar por dos en terrenos arenosos). La distancia mínima al borde es de 50 centímetros.

El acopio y estabilidad de los escudos metálicos de entibación deberá estar previsto durante su fase de ensamblaje y reposo en superficie, así como las cunas, carteles o utillaje específico para este tipo de entibados.

La madera de entibar, estará clasificada según usos y limpias de clavos, flejadas o formando hileras entrecruzadas sobre una base amplia y nivelada.

Altura máxima de la pila (tablones estacados y arriostrados lateralmente): 1 metro.

6.6. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

6.6.1. Riesgos laborales evitables completamente

La tabla siguiente contiene la relación de los riesgos laborales que pudiendo presentarse en la obra, van a ser totalmente evitados mediante la adopción de las medidas técnicas que también se incluyen:

RIESGOS EVITABLES	MEDIDAS TÉCNICAS ADOPTADAS
Derivados de la rotura de instalaciones existentes	Neutralización de las instalaciones existentes
Presencia de líneas eléctricas de alta tensión aéreas o subterráneas	Corte del fluido, puesta a tierra y cortocircuito de los cables

6.6.2. Riesgos laborales no evitables completamente

Este apartado contiene la identificación de los riesgos laborales que no puedan ser completamente evitables, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos. La primera tabla se refiere a aspectos generales que afecten a toda la obra, y las restantes a los aspectos específicos de cada una de las fases en las que puede subdividirse.



TODA LA OBRA
RIESGOS
Caídas de los operarios al mismo nivel
Caídas de los operarios a distinto nivel
Caídas de objetos sobre operarios
Caídas de objetos sobre terceros
Choques o golpes contra objetos
Atrapamientos
Fuertes vientos
Trabajos en condiciones de humedad
Contactos directos e indirectos
Cuerpos extraños en los ojos
Cortes y golpes con maquinaria
sobresfuerzos

MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO DE PROTECCIÓN
Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra	Permanente
Orden y limpieza de los lugares de trabajo	Permanente
Recubrimiento o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas de baja tensión	Permanente
Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra)	Permanente
No permanecer en el radio de acción de las máquinas	Permanente
Puestas a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento	Permanente
Señalización de la obra (señales y carteles)	Permanente
Cintas de señalización y balizamiento a 10 metros de distancia	Alternativa al vallado
Vallado del perímetro completo de la obra, resistente y de altura 2 metros	Nulo
Marquesinas rígidas sobre accesos a la obra	Nulo



Pantalla inclinada rígida sobre aceras, vías de circulación o colindantes	Nulo
Extintor de polvo seco, de eficiencia 21 A-113 B	Permanente
Evacuación de escombros	Frecuente
Escaleras auxiliares	Ocasional
Información específica	Para riesgos concretos
Cursos y charlas de formación	Frecuente
Grúa parada y en posición veleta	Con viento fuerte
Grúa parada y en posición veleta	Final de cada jornada

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
Cascos de seguridad	Permanente
Calzado protector	Permanente
Ropa y calzado de trabajo	Permanente
Ropa y calzado impermeable o de potencia	Con mal tiempo
Gafas de seguridad	Frecuente
Cinturones de protección del tronco	ocasional

FASE: ALBAÑILERÍA Y CERRAMIENTOS
RIESGOS
Caídas de operarios al vacío
Caídas de materiales transportados, a nivel y a niveles inferiores
Atrapamientos y aplastamientos en manos durante el montaje de andamios
Atrapamientos por los medios de elevación y transporte
Lesiones y cortes en manos
Lesiones, pinchazos y cortes en pies
Dermatitis por contacto con hormigones, morteros y otros materiales
Incendios por almacenamientos de productos combustibles
Golpes o cortes con herramientas
Electrocuciones
Proyecciones de particular al cortar materiales



MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO ADOPCIÓN
Apuntalamientos	Permanente
Pasos o pasarelas	Permanente
Redes verticales	Permanente
Redes horizontales	Permanente
Plataforma de carga y descarga de material	Permanente
Barandilla rígida 0,9 metros de altura (con listón intermedio y rodapié)	Permanente
Tableros o planchas rígidas en huecos horizontales	Permanente
Escaleras peldañeadas y protegidas	Permanente
Evitar trabajos superpuestos	Permanente
Bajantes de escombros adecuadamente sujetas	Permanente
Protección de huecos de entrada de material en planchas	Permanente

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
Gafas de seguridad	Frecuente
Guantes de cuero o goma	Frecuente
Botas de seguridad	Frecuente
Cinturones y arneses de seguridad	Frecuente
Mástiles y cables fiadores	Frecuente

FASE: ACABADOS
RIESGOS
Caídas de operarios al vacío
Caídas de materiales transportados
Ambiente pulvígeno
Lesiones, pinchazos y cortes en pies
Dermatitis por contacto con materiales
Incendios por almacenamiento de productos combustibles



Inhalación por almacenamiento de productos combustibles
Inhalación de sustancias tóxicas
Quemaduras
Electrocución
Atrapamientos con o entre herramientas

MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO ADOPCIÓN
Ventilación adecuada y suficiente (natural o forzada)	Permanente
Andamios	Permanente
Plataformas de carga y descarga de material	Permanente
Barandillas	Permanente
Escaleras peldañeadas y protegidas	Permanente
Evitar focos de inflamación	Permanente
Equipos autónomos de ventilación	Permanente
Almacenamiento correcto de los productos	Permanente

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
Gafas de seguridad	Ocasional
Guantes de cuero o goma	Frecuente
Botas de seguridad	Frecuente
Cinturones y arneses de seguridad	Ocasional
Mástiles y cables fiadores	Ocasional
Mascarilla filtrante	Ocasional
Equipos autónomos de respiración	Ocasional

FASE: INSTALACIONES RIESGOS
Lesiones y cortes en manos y brazos
Dermatitis por contacto con materiales
Inhalación de sustancias tóxicas



Quemaduras
Golpes y aplastamiento de pies
Incendios por almacenamiento de productos combustibles
Electrocuciones
Contactos eléctricos directos e indirectos
Ambiente pulverígeno

MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO ADOPCIÓN
Ventilación adecuada y suficiente (natural o forzada)	Permanente
Escalera portátil de tijera con calzos de goma y tirantes	Permanente
Protección del hueco del ascensor	Permanente
Plataforma provisional para ascensoristas	Permanente
Realizar conexiones eléctricas sin tensión	Permanente

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
Gafas de seguridad	Permanente
Guantes de cuero o goma	Ocasional
Botas de seguridad	Ocasional
Cinturones y arneses de seguridad	Ocasional
Mástiles y cables fiadores	Ocasional
Mascarilla filtrante	Ocasional

Se concederá especial importancia a lo anteriormente indicado así como a las especificaciones que se indican a continuación:

- Se establecerán zonas de paso y acceso a la obra.
- Se señalizará y vallará el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- Se señalizará la obligación de utilizar casco en el interior del recinto de la obra.
- Se señalizará convenientemente la necesidad de utilización de medidas de seguridad adicionales en toda la obra.
- Se controlará adecuadamente el proceso de la carga y descarga de camiones.

- Se utilizarán plataformas de trabajo homologadas y adecuadas.
- Se utilizarán andamios homologados y adecuados.
- Se evitará el paso de trabajadores bajo otros operarios.
- La utilización de los EPIs es de carácter obligatorio para todos los trabajadores.

6.6.3. Equipos de protección individual para trabajos en tensión (en b.t.)

EPI: casco aislante	
Riesgo contra los que protege	Protege el cráneo contra: <ul style="list-style-type: none"> - Choques, golpes, caídas. - Proyección de objetos. - Contactos eléctricos.
Modo de empleo	<ul style="list-style-type: none"> - Ajustar la banda de entorno, al perímetro de la cabeza. - En trabajos a cierta altura usar el barboquejo.
Trabajos donde es obligatorio su empleo	Para trabajos que impliquen riesgo para la cabeza como: <ul style="list-style-type: none"> - Trabajos en instalaciones eléctricas de B.T., A.T. y maniobra. - Trabajos de almacenaje, carga y descarga. - Trabajos a diferentes alturas (líneas aéreas).
Verificación, conservación y Mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Comprobación visual del buen estado del casco y atalaje. - Comprobación del perfecto ajuste de banda barboquejo. - Limpieza con agua jabonosa periódicamente. - Reposición de sus partes cuando sea necesario. - Sustitución siempre que haya habido un impacto violento.
Comentarios	<ul style="list-style-type: none"> - En ningún caso se desprenderá el casco en cualquier movimiento normal de la cabeza, tronco, etc. - Su vida útil máxima será de 10 años. - Es de uso personal. - Almacenamiento en lugar seco, ventilado y protegido de focos caloríficos, químicos, etc.

EPI: pantalla facial	
Riesgo contra los que protege	Protege el rostro contra: <ul style="list-style-type: none"> - Proyección de partículas de metal fundido. - Elevada temperatura.
Modo de empleo	<ul style="list-style-type: none"> - Ajustar el adaptador al casco. - Abatir el visor. - Utilizar gafas inactivas (para evitar el deslumbramiento).
Trabajos donde es obligatorio su empleo	<ul style="list-style-type: none"> - En aquellos trabajos que presenten riesgos de proyectar partículas de metal fundido. - En altas temperaturas.
Verificación, conservación y mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Comprobación visual del buen estado de la pantalla, adaptador y buen ajuste al casco. - Limpieza con agua jabonosa periódicamente y secado con paño seco.
Comentarios	<ul style="list-style-type: none"> - Usar a la vez gafas inactivas para evitar deslumbramientos.

EPI: gafas inactivas	
Riesgo contra los que protege	Protegen los ojos contra: <ul style="list-style-type: none"> - Deslumbramiento por cortocircuito.
Modo de empleo	<ul style="list-style-type: none"> - Ajustar a la cara protegiendo los ojos.
Trabajos donde es obligatorio su empleo	<ul style="list-style-type: none"> - En aquellos trabajos en los que se realicen instalaciones que presenten riesgos de deslumbramiento por cortocircuito.
Verificación, conservación y mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Comprobación visual del buen estado. - Limpieza con agua jabonosa periódicamente y secado con paño seco. - Guardarlas en su funda.
Comentarios	<ul style="list-style-type: none"> - Es recomendable su utilización conjunta con la pantalla facial.

EPI: guantes ignífugos	
Riesgo contra los que protege	Protegen las manos contra: <ul style="list-style-type: none"> - La posible fusión del guante aislante de caucho al producirse un arco eléctrico.
Modo de empleo	<ul style="list-style-type: none"> - Emplear debajo de los guantes aislantes.
Trabajos donde es obligatorio su empleo	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajos en los que puede darse un arco eléctrico.
Verificación, conservación y mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Comprobación visual del buen estado. - Una vez utilizados guardar en bolsa.
Comentarios	<ul style="list-style-type: none"> - Estos guantes se usan siempre debajo del guante aislante de caucho. - Son de fibra retardante a la llama y resistente al calor. - Conductividad eléctrica muy baja.

EPI: calzado de seguridad	
Riesgo contra los que protege	Protegen los pies contra: <ul style="list-style-type: none"> - Los riesgos mecánicos.
Modo de empleo	<ul style="list-style-type: none"> - Se colocarán debidamente sujeto al pie de forma que no haya posibilidad de holgura que facilite la penetración de cuerpos extraños.
Trabajos donde es obligatorio su empleo	<ul style="list-style-type: none"> - Los de clase I (puntera de seguridad) en trabajos con riesgo de accidentes en los pies: carga, descarga, etc. - Los de clase II (plantilla de seguridad): cuando sólo haya objetos punzantes en el suelo. - Los de clase III (puntera y plantilla de seguridad): cuando coexistan los dos tipos de riesgos anteriores.
Verificación, conservación y mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Verificación visual de que no presenta roturas, cortes, desgaste, etc.
Comentarios	<ul style="list-style-type: none"> - No se considera un elemento aislante en trabajos en tensión en B.T.

6.7. RIESGOS LABORALES ESPECÍFICOS DE ESTA OBRA

6.7.1. Fase de la obra de instalación eléctrica de baja tensión, alumbrado de emergencia

ACTIVIDAD	RIESGO	ACTUACIÓN PREVISTA Y PROTECCIONES
Acopio de carga y descarga	Golpes, heridas.	Mantenimiento de equipos Utilización de EPIs
	Caídas de objetos y atrapamientos	Adecuación de cargas Control de maniobras
Instalación de canalizaciones y detectores, luminarias y emergencias	Caídas de objetos desde altura	Utilización de EPIs Orden y limpieza Utilización de plataformas y andamios homologados.(Obligatoria su utilización: trabajos a realizar por encima del nivel del suelo y que requieran esfuerzos, trabajos a realizar por encima de 5 metros de altura).(En todos estos casos no se pueden utilizar escaleras de mano)
	Caídas de trabajadores desde altura	Utilización de EPIs Orden y limpieza
		Utilización de EPIs
		Adecuado mantenimiento de la maquinaria con todos los elementos de protección
		Adecuada puesta a tierra de las instalaciones Instalaciones eléctricas auxiliares ejecutadas por especialistas Adecuado mantenimiento de las instalaciones
		Utilización de EPIs Fajas lumbares
	Daños oculares Golpes, cortes, etc.	
	Electrocución	
	Sobre esfuerzos	

6.7.2. Fase de pruebas y puesta en servicio de la instalación

ACTIVIDAD	RIESGO	ACTUACIÓN PREVISTA Y PROTECCIONES
Pruebas y puestas en servicio	Golpes, heridas, etc.	Mantenimiento de los equipos Utilización de EPIs
	Caídas de objetos	Cargas adecuadas Utilización de EPIs
	Atrapamientos	Control de maniobras Vigilancia continua Utilización de EPIs
	Caídas altura	Utilización de sistemas colectivos de protección y equipos adecuados Utilización de EPIs
	Electrocución	Utilización de EPIs Coordinación con empresa suministradora para enganches Reunión diaria y comunicación expresa a los operarios de los puntos con corriente Prohibición de trabajar en tensión
	Quemaduras o explosión por acumulación de gas	Coordinación con empresa suministradora para enganches Reunión diaria y comunicación expresa a los operarios de los puntos con gas Prohibición de realizar trabajos en tuberías con gas combustible Realización de las pruebas de presión, estanqueidad, etc., con aire comprimido o gas inerte



6.7.3. Protección contra contactos

ACTIVIDAD	RIESGO	ACTUACIÓN PREVISTA Y PROTECCIONES
Instalación en servicio	Contactos eléctricos indirectos	Puesta a tierra de las masas de la maquinaria eléctrica asociada a un dispositivo diferencial El valor de la resistencia a tierra será tan bajo como sea posible, y como máximo igual o inferior al cociente de dividir la tensión de seguridad (Vs) que en locales secos será de 50 V y en los locales húmedos de 24 V, por la sensibilidad en amperios del diferencial (A).
	Contactos eléctricos directos	Los cables eléctricos que presenten defectos del recubrimiento aislante se habrán de reparar para evitar la posibilidad de contactos eléctricos con el conductor. Los cables eléctricos deberán estar dotados de clavijas en perfecto estado a fin de que la conexión a los enchufes se efectúe correctamente. En general cumplirán lo especificado en el presente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

6.8. PRIMEROS AUXILIOS

De acuerdo con el apartado A 3 del Anexo VI del R.D. 486/97, la obra dispondrá del material de primeros auxilios que se indica en la tabla siguiente, en la que se incluye además la identificación y las distancias a los centros de asistencia sanitaria más cercanos:

PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA		
NIVEL DE ASISTENCIA	NOMBRE Y UBICACIÓN	DISTANCIA APROXIMADA (KM)
Primeros auxilios	Botiquín portátil	En la obra
Asistencia Primaria-Urgencias	Centro de Salud Solchaga	9
Asistencia Especializada-Hospital	Hospital de Navarra	11

6.9. NORMATIVA APLICABLE

Ley de prevención de riesgos laborales	Ley 31/95	08-11-95	J. estado	10-11-95
Reglamento de los servicios de prevención	RD 39/97	17-01-97	M. Trab.	31-01-97
Disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción (Transposición Directiva 92/57/CEE)	RD 1627/97	24-10-97	Varios	23-04-97
Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud.	RD 485/97	14-04-97	M. Trab.	23-04-97



Instalación eléctrica en BT de una nave industrial con CT
 Carlos Moreno Chivite
 Estudio de seguridad y salud

Modelo de libro de incidencias. Corrección de errores.	Orden	20-09-86	M. Trab.	13-10-86 31-10-86
Modelo de notificación de accidentes de trabajo.	Orden	16-12-87		29-12-87
Reglamento de seguridad e higiene en el trabajo de la construcción	Orden	20-05-52	M. Trab.	15-06-52
Modificación	Orden	19-12-53	M. Trab.	22-12-53
Complementario	Orden	02-09-66	M. Trab.	01-10-66
Cuadro de enfermedades profesionales	RRD 1995/78			25-08-78
Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo	Orden	09-03-71	M. Trab.	16-03-71
Corrección de errores				06-04-71
Ordenanza trabajo industrias construcción, vidrio y cerámica.	Orden	28-08-79	M. Trab.	
Anterior no derogada	Orden	28-08-70	M. Trab.	05-09-70
Corrección de errores				17-10-70
Modificación (no derogada), Orden 28-08-70	Orden	27-07-73	M. Trab.	
Interpretación de varios artículos	Orden	21-11-70	M. Trab.	28-11-70
Interpretación de varios artículos	Resolución	24-11-70	M. Trab.	05-12-70
Señalización y otras medidas en obras fijas en vías fuera de poblaciones	Orden	31-08-87	M. Trab.	



Protección de riesgos derivados de exposición a ruidos. Disposiciones mín. seg. Y salud sobre manipulación manual de cargas (Directiva 90/269/CEE)	RD 1316/89	27-10-89	M. Trab.	02-11-87
Reglamentos sobre trabajos con riesgo de amianto. Corrección de errores.	RD 487/97	23-04-97	M. Trab.	23-04-97
Normas complementarias	Orden	31-10-84	M. Trab.	07-11-84
Modelo de libro de registro				22-11-84
	Orden	07-01-87	M. Trab.	15-01-87
	Orden	22-12-87	M. Trab.	29-12-87
Estatuto de los trabajadores	Ley 8/80	01-03-80	M. Trab.	
Regulación de la jornada laboral	RD 2001/83	28-07-83		03-08-83
Formación de comités de seguridad	D. 423/71	11-03-71	M. Trab.	16-03-71

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)

Condiciones comerc. Y libre circulación de EPI (directiva 89/686/CEE)	RD 1407/92	20-11-92	MRCor.	28-12-92
--	------------	----------	--------	----------



Modificación: “CE” de conformidad y año de colocación. Modificación RD 159/95	RD 159/95	03-02-95		08-03-95
	Orden	20-03-97		06-03-97
Disp. Mínimas de seg. Y salud de equipos de protección individual (Transposición Directiva 89/656/CEE)	RD 773/97	30-05-97	M. Presid	12-06-97
EPI contra caída de altura. Disp. de descenso	UNEEN341	22-05-97	AENOR	23-06-97
Requisitos y método de ensayo: calzado seguridad / protección / trabajo.	UNEEN 344/A1	20-10-97	AENOR	07-11-97
Especificaciones calzado seguridad uso profesional	UNEEN 345/A1	20-10-97	AENOR	07-11-97
Especificaciones calzado trabajo uso profesional	UNEEN 346/A1	20-10-97	AENOR	07-11-97
Especificaciones calzado trabajo uso profesional	UNEEN 347/A1	20-10-97	AENOR	07-11-97



INSTALACIONES Y EQUIPOS DE OBRA				
Disp. Mín. de seg. Y salud para utilización de los equipos de trabajo (Transposición Directiva 89/656/CEE)	RD 1215/97	18-07-97	M. Trab	18-07-87
ITC-BT-28 del reglamento para baja tensión	Orden	31-10-73	MI	27-12-73
ITC MIE-AEM 3 Carretillas automotoras de mantenimiento	Orden	26-05-89	MIE	09-06-69
Reglamento de aparatos elevadores para obras	Orden	23-05-77	MI	14-06-77
Corrección de errores		18-07-77		
Modificación	Orden	07-03-81	MIE	14-03-81
Modificación	Orden	16-11-81	P. Gob.	21-07-86
Reglamento Seguridad en las Máquinas	RD 1495/89	23-05-86	P. Gob.	21-07-86
Corrección de errores		04-10-86		
Modificación	RD 590/89	19-05-89	M.R. Cor	19-05-89
Modificación en la ITC MSG-SM	Orden	08-04-91	M.R. Cor	11-04-91
Modificación (Adaptación a directivas de la CEE)	RD 830/91	24-05-91	M.R. Cor	31-05-91
Regulación potencia acústica de maquinarias (Directiva 84/852/CEE)	RD 245/89	27-02-89	MIE	11-03-89
Ampliación y nuevas especifi.	RD 71/92	31-01-92	MIE	06-02-92
Requisitos de seguridad y salud en máquinas (Directiva 89/392/CEE)	RD 1435/92	27-11-92	M.R. Cor	07-07-88



Instalación eléctrica en BT de una nave industrial con CT
Carlos Moreno Chivite
Estudio de seguridad y salud

ITC-MIE-AEM2. Grúas Torre desmontable para obra	Orden	28-06-88	MIE	07-07-88
Corrección de errores	Orden	28-06-88		05-10-88
ITC-MIE-AEM4. Grúas móviles autopropulsadas usadas	RD 2370/96	18-11-96	MIE	24-12-96
Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación y las instrucciones técnicas complementarias.	RD 3275/82		MIE	
Texto refundido de la ley general de la seguridad social	RD 1/1994	20-06-94		
Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo	RD 486/97	14-04-97		
Reglamento electrotécnico para baja tensión	RD2413/73	20-09-73	MIE	
Normas técnicas reglamentarias sobre homologación de los medios de protección personal	O.M.	17-05-74	MIE	

Pamplona, Abril 2014

Carlos Moreno Chivite



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

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

BIBLIOGRAFÍA

Carlos Moreno Chivite
José Javier Crespo Ganuza
Pamplona, Abril 2014



7.1 REGLAMENTO, NORMATIVAS Y LIBROS	1
7.2 PÁGINAS WEB DE EMPRESAS	2
7.2.1 Empresas de las que se han escogido los productos	2
7.2.2 Otras direcciones WEB de interés	3
7.2.3 Otras páginas de interés	4



7.1 REGLAMENTO, NORMATIVAS Y LIBROS

Para la realización de este proyecto se han debido de consultar, los reglamentos, normativas y libros que a continuación se exponen:

- Reglamento Electrónico de Baja Tensión (R.D.842/2002, de 2 agosto 2002)
- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Colección de Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento sobre Acometidas Eléctricas. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el Suministro de energía Eléctrica.
- Normas Tecnológicas de la edificación. Código Técnico de la Edificación.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de “ Iberdrola distribución eléctrica”
- Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para C.T. conectados a redes de tercera categoría (UNESA)
- Instalaciones eléctricas de enlace y centros de transformación. Alberto Guerrero Fernández. Ed. McGraw-Hill.
- LUMINOTECNIA enciclopedia CEAC de electricidad, cuyo autor es D. José Ramírez Vázquez.
- Puesta a tierra en edificios y en instalaciones eléctricas. Ed. Paraninfo 1997. Juan José Martínez Requera y José Carlos Toledano Gasca.



- Instalaciones eléctricas de alumbrado e industriales. Fernando Martínez Domínguez. Ed. Paraninfo.
- Instalaciones eléctricas en media y baja tensión. José García Trasanco. Ed. Paraninfo.
- Técnicas y procesos en las instalaciones eléctricas de media y baja tensión. José Luis Sanz Serrano, José Carlos Toledano Gasca, Enrique Iglesias Álvarez. Ed. Paraninfo.
- Desarrollo de instalaciones electrotécnicas en los edificios. Jesús Trashorras Montecelos. Ed. Paraninfo.
- Instalaciones eléctricas en baja tensión. Narciso Moreno Alfonso. Ed. Thomson.
- Manual Práctico de Iluminación. Franco Martín. AMV Ediciones.
- Instalaciones eléctricas de baja tensión comerciales e industriales. Ángel Lagunas Marqués. Ed. Paraninfo.
- Libro de DIBUJO ELÉCTRICO, de Esquemas de Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión de José Javier Crespo Ganuza e Iñaki Ustarroz Irizar.
- Catálogos Aparamenta de BT de MERLIN GERIN: Interruptores automáticos, diferenciales, contactores y bases de corriente.
- Catálogo de lámparas y luminarias PHILIPS.

7.2 PÁGINAS WEB DE EMPRESAS

7.2.1 Empresas de las que se han escogido los productos

Las direcciones de las páginas Web de los distintos fabricantes de los que se han escogido los distintos elementos para realizar el presente proyecto son las siguientes:

- **PRYSMIAN:** Cables eléctricos desde Muy Alta Tensión hasta Muy Baja Tensión para aplicaciones terrestres, aéreas y submarinas.

<http://www.es.prysmian.com/>

- **INDAL:** Todo tipo de lámparas y luminarias para cualquier determinado local.

<http://www.indal-lighting.es/>



- **VOLTIUM:** Catálogo multimarca del sector eléctrico, con información sobre las normativas y reglamentos del mundo de la instalación

<http://www.voltium.es/>

- **LEGRAND:** Tomas de corriente. Caja para tomas de corriente. Placa de montaje para tomas de corriente...

<http://www.legrand.es/>

- **BJC:** Bases de enchufe, interruptores, conmutadores...

<http://www.bjc.es/>

- **MERLIN GERIN:** Todo tipo de productos y sistemas de distribución eléctrica. Celdas del centro de transformación, interruptores automáticos, magnetotérmicos, interruptores automáticos diferenciales, transformadores de potencia...

<http://www.schneiderelectric.es/>

<http://www.merlengerin.es/>

- **ORMAZABAL:** Edificio prefabricado para el centro de transformación y Centro de Transformación.

<http://www.ormazabal.com/>

- **IVERLUX:** Luminarias de emergencia y señalización.

<http://www.iverlux.com/>

- **CISAR:** Baterías de condensadores

<http://www.cisar.net/>

7.2.2 Otras direcciones WEB de interés

- **UNESA:** Asociación de la Industria Española.

<http://www.unesa.es/>

- **IBERDROLA:** Genera, distribuye y comercializa electricidad y gas natural.

<http://www.iberdrola.es/>



7.2.3 Otras páginas de interés

<http://www.soloingenieria.net/>

<http://www.soloarquitectura.com/>

<http://foros.emagister.com/>

<http://www.todoexpertos.com/>

<http://www.ilighting.es/>

Pamplona, Abril 2014

Carlos Moreno Chivite