



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

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

Daniel Martínez Ibero

Tutor: Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 29 de julio de 2010



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

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

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

Daniel Martínez Ibero

Tutor: Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 29 de julio de 2010

ÍNDICE

1.1. Introducción	4
1.1.1. Objeto del proyecto.....	4
1.1.2. Situación	4
1.1.3. Descripción general	4
1.1.4. Normativa	5
1.2. Esquema de distribución	6
1.2.1. Introducción	6
1.2.2. Tipos de esquemas de distribución	7
1.2.3. Esquema de distribución escogido.....	8
1.3. Iluminación.....	8
1.3.1. Introducción	8
1.3.2. Sistemas de iluminación	8
1.3.3. Lámparas.....	9
1.3.4. Aparatos de alumbrado	14
1.3.5. Clasificación de las luminarias	16
1.3.6. Niveles de iluminación	18
1.3.7. Cálculo del alumbrado interior	19
1.3.8. Solución adoptada.....	23
1.3.9. Cálculo del alumbrado exterior.....	25
1.3.10. Solución adoptada.....	25
1.3.11. Características de las lámparas y luminarias escogidas.....	26
1.3.12. Alumbrado especiales: de emergencia y señalización.....	26
1.3.13. Elección del sistema de alumbrado especial.....	28
1.4. Tipos de receptores	32
1.4.1. Introducción	32
1.4.2. Motores	33
1.4.3. Receptores de alumbrado.....	33
1.4.4. Tomas de corriente.....	33
1.4.4.1. Introducción	33
1.4.4.2. Tipos de tomas de corriente	34
1.4.4.3. Situación de las tomas de corriente.....	34
1.4.5. Interruptores.....	35
1.5. Previsión de cargas	35
1.6. Instalación de enlace.....	45
1.6.1. Introducción	45
1.6.2. Solución adoptada.....	45
1.7. Conductores y cables eléctricos	46
1.7.1. Introducción	46
1.7.2. Tipos de conductores	46
1.7.3. Sección del conductor	49
1.7.4. Canalizaciones	49
1.7.5. Normas para la elección de cables y tubos	52

1.7.6. Código de colores	53
1.7.7. Soluciones adoptadas	53
1.7.7.1. Conductores	53
1.7.7.2. Características de los tipos de conductores escogidos	53
1.7.7.3. Canalizaciones	54
1.7.7.4. Conducciones de las líneas	54
1.8. Cuadros eléctricos.....	55
1.8.1. Interconexión de las distintas partes de la instalación	55
1.8.2. Ubicación	55
1.8.3. Composición	55
1.8.4. Características de los cuadros de distribución	57
1.8.5. Características de los circuitos.....	57
1.9. Compensación del factor de potencia.....	58
1.9.1. Introducción	58
1.9.2. Ventajas de un elevado factor de potencia.....	58
1.9.3. Procedimientos para mejorar el factor de potencia de una instalación.....	59
1.9.3.1. Procedimientos directos	59
1.9.3.2. Procedimientos indirectos	60
1.9.4. Características de los compensadores	60
1.9.4.1. Compensador síncrono	60
1.9.4.2. Compensador estático	60
1.9.5. Solución adoptada.....	61
1.10. Protecciones de baja tensión	61
1.10.1. Introducción	61
1.10.2. Dispositivos de protección.....	62
1.10.3. Protección de la instalación	63
1.10.3.1. Protección contra sobrecargas	63
1.10.3.2. Protección contra cortocircuito	64
1.10.3.3. Calculo de las intensidades de cortocircuito.....	66
1.10.3.4. Coordinación de protecciones.....	70
1.10.4. Protección de las personas	71
1.10.4.1. Protección contra contactos directos.....	71
1.10.4.2. Protección contra contactos indirectos.....	72
1.10.5. Solución adoptada.....	73
1.11. Puesta a tierra	96
1.11.1. Introducción	96
1.11.2. Características de la puesta a tierra.....	97
1.11.3. Compensadores de la puesta a tierra.....	98
1.11.4. Elementos a conectar a tierra	100
1.11.5. Solución adoptada.....	101
1.12. Centro de transformación	101
1.12.1. Reglamentación	101
1.12.2. Centro de transformación “de red pública” y centro de transformación “de abonado”	101

1.12.3. Situación y emplazamiento	102
1.12.4. Obra civil	102
1.12.5. Características generales del centro de transformación	105
1.12.6. Potencia necesaria para el centro de transformación	105
1.12.7. Instalación eléctrica	106
1.12.7.1. Características de la red de alimentación.....	106
1.12.7.2. Características de la aparamenta de alta tensión.....	106
1.12.7.3. Características material vario de alta tensión	110
1.12.7.4. Característica de la aparamenta de baja tensión	111
1.12.7.5. Medida de la energía eléctrica	111
1.12.8. 1.12.8. Puesta a tierra.....	111
1.12.9. Instalaciones secundarias	112
1.13. Resumen del presupuesto	115

1.1 INTRODUCCIÓN

1.1.1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del proyecto es el diseño, cálculo y descripción del montaje, maquinaria y materiales que son necesarios para el suministro de energía eléctrica a los diferentes receptores de fuerza y alumbrado de una nave industrial situada en el término municipal de Huarte, en la provincia de Navarra, y cuya actividad consistirá en el tratamiento y revestimiento de piezas metálicas y su almacenamiento.

El suministro eléctrico demandado a la empresa distribuidora IBERDROLA S.A. será de media tensión por lo cual se precisa la instauración de un centro de transformación. Dicho centro de transformación debe ser capaz de soportar la carga existente de la nave industrial, teniendo en cuenta las prescripciones oficiales.

Se estudiarán las necesidades eléctricas de la empresa en función de las cuales se proyectará la instalación eléctrica, reuniendo las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la autorización administrativa para su puesta en marcha, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicho proyecto.

1.1.2. SITUACIÓN

La instalación objeto de este proyecto se encuentra situado en el polígono industrial Areta, C/Nueva en el término municipal de Huarte (Navarra). Parcela Urbana: 1314

1.1.3. DESCRIPCIÓN GENERAL

La nueva instalación será una nave industrial de 1143,22 m² de superficie útil total y una superficie construida de 1050 m². En cuanto a la altura, tendremos dos niveles distintos, el área de oficinas (tanto planta baja como la entreplanta) y vestuarios tendrá una altura de 2,5m y el área de producción tendrá una altura de 7m.

La nave estará situada en la parcela mencionada anteriormente, cuya superficie es de 1598 m².

Esta nave estará dividida en dos zonas, una, la zona de oficinas, donde se harán los trámites administrativos, y la zona de producción, donde se procederá al mecanizado de las piezas metálicas y una vez terminado el proceso, también se almacenará el producto hasta la recogida del mismo.

La distribución de superficies de la nave será la siguiente:

ZONA	SUPERFICIE ÚTIL
PLANTA BAJA	
Recepción	18,82 m ²
Zona administrativa	38,90 m ²
Despacho 1	13,44 m ²
Despacho 2	13,04 m ²
Sala reuniones	26,88 m ²
Distribuidor	11,05 m ²
Cuarto rack	7,16 m ²
Office	11,00 m ²
Aseos	10,56 m ²
Baño hombre	4,96 m ²
Baño mujer	4,96 m ²
Vestuarios hombres	20,02 m ²
Vestuarios mujeres	20,02 m ²
Cuarto encargado	10,00 m ²
Departamento de calidad	51,26 m ²
Taller	739,82 m ²
TOTAL	979,03m²

PRIMERA PLANTA	
Sala de muestras y formación	59,28 m ²
Distribuidor	28,10 m ²
Despacho gerencia	26,70 m ²
Despacho dirección	26,76 m ²
Aseos	10,56 m ²
Baño hombres	4,96 m ²
Baño mujeres	4,96 m ²
Escaleras	2,87 m ²
TOTAL	164,19 m²

1.1.4. NORMATIVA

En la realización de este proyecto, se han tenido en cuenta todas las normas del R.E.B.T. (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, pero por afectar más directamente, se enumeran las siguientes:

- ITC-BT 07 Redes de distribución subterránea de baja tensión
- ITC-BT 10 En cuanto a previsión de Cargas
- ITC-BT 11 En cuanto a Acometida
- ITC-BT 12 En cuanto a Instalaciones de enlace
- ITC-BT 15 En cuanto a Derivaciones individuales
- ITC-BT 16 En cuanto a Contadores
- ITC-BT 17 Dispositivos de Mando y protección

ITC-BT 18 Puesta a tierra de la instalación
 ITC-BT 19 En cuanto a Normas generales
 ITC-BT 20 En cuanto a sistemas de Instalación
 ITC-BT 21 Tubos y canales protectores
 ITC-BT 22 Protecciones contra sobre intensidades
 ITC-BT 23 Protecciones contra sobre tensiones
 ITC-BT 24 Protecciones contra contactos directos e indirectos
 ITC-BT 29 Locales con riesgo de incendio y explosión
 ITC-BT 44 Receptores para alumbrado

- Normas UNE y recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de “Iberdrola distribución eléctrica S.A.”
- Ley de prevención de riesgos laborales. Real Decreto 31/1995, de 8 de noviembre.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de riesgos laborales. Real Decreto 1267/1997 sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Reglamento sobre centrales eléctricas subestaciones y centros de transformación. Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias. Ministerio de Industria y Energía. Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre.
- Reglamento de verificaciones eléctricas y regularidad en el suministro de energía eléctrica. Real Decreto de 12 de Marzo de 1954.
- Reglamento sobre Acometidas Eléctricas. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía. Real Decreto 2949/1982 de 15 de octubre.
- Normas Tecnológicas de la Edificación, Instalaciones: IEB: Baja tensión; IEI: Alumbrado interior; IEP: Puesta a tierra.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Anexo IV: Reglamento de iluminación en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 diciembre. Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales.
- NBC-CPI/96: condiciones de Protección contra Incendios en los Edificios, aprobada por el Real Decreto 2177/1996, de 4 de octubre, y publicada en el BOE el día 29 de octubre de 1996.

1.2. ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN

1.2.1. INTRODUCCIÓN

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

Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación, por un lado. Y de las masas de la instalación receptora, por otro. Y se clasifican mediante un código de dos letras.

La primera letra (T o I) considera la situación del neutro respecto a tierra en el origen de la instalación. La letra T indica una conexión directa del neutro a tierra. La letra I indica, bien conexión del neutro a tierra a través de una impedancia elevada (1000 a 2000 Ω), bien aislamiento de las partes activas respecto a tierra. La segunda letras (T o N) considera la situación de las masas respecto a tierra. La letra T indica que las masas están conectadas directamente a tierra. La letra N indica que las masas están conectadas al neutro.

1.2.2. TIPOS DE ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN

▪ ESQUEMA TN:

Los esquemas TN tienen un punto de la alimentación, generalmente en 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:

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

▪ ESQUEMA TT:

En el esquema TT el neutro o compensador se conecta directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación. Ambas tierras deben estar lo suficientemente separadas para evitar los riesgos de transferencia de potencias entre ellas. Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivos de protección, deben estar interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. Si varios dispositivos de protección van montados de serie, esta prescripción se aplica por separado a las masas protegidas por cada dispositivo.

El punto neutro de cada generador o transformador limitada por la impedancia de las tomas de tierra, pero puede generar una tensión de contacto peligrosa. La corriente de fallo es generalmente demasiado débil como para requerir protecciones contra sobrecorrientes, por lo que se eliminara preferentemente mediante un dispositivo de corriente diferencial residual.

En el esquema TT, se utilizan los dispositivos de protección siguientes:

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

- **ESQUEMA IT:**

En el esquema IT, la alimentación de la instalación está aislada de tierra, o conectada a ella con una impedancia Z elevada. Esta conexión se lleva a cabo generalmente en el punto neutro o en un punto neutro artificial. En caso de fallo de aislamiento, la impedancia del bucle de fallo es elevada (viene determinada por la capacidad de la instalación con respecto a tierra o por la impedancia Z).

En el primer fallo, el incremento de potencial de las masas permanece limitado y sin peligro. La interrupción no es necesaria y la continuidad está asegurada, pero debe buscarse y eliminarse el fallo para lograr un servicio competente. Con ese objeto, un controlador permanente de aislamiento (CPA) vigila el estado de aislamiento de la instalación. Si al primer fallo no eliminado se añade un segundo, se transforma en cortocircuito, el cual deberá ser eliminado por los dispositivos de protección contra sobrecorrientes pertinentes.

1.2.3 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN ELEGIDO

El esquema de distribución elegido para distribuir las líneas que alimentan todas las máquinas de la nave industrial, es el esquema TT. Las ventajas que este esquema tiene en lo que respecta a su mantenimiento, ampliaciones futuras y seguridad contra incendios aconsejan su empleo en este proyecto.

1.3. ILUMINACIÓN

1.3.1. INTRODUCCIÓN

La iluminación es uno de los requerimientos ambientales más importantes de los interiores, tanto que la visibilidad en un espacio es una condición esencial a la hora de realizar cualquier tipo de tareas de manera adecuada, segura y confortable.

El objetivo de una iluminación es producir un ambiente adecuado ambiente visual. Un ambiente es adecuado si asegura el confort visual y si cumple con los requerimientos para las tareas visuales según la función del local. Una buena iluminación requiere igual atención en la cantidad como en la calidad de luz. Un espacio interior cumple con esos requerimientos si sus partes pueden verse bien sin ninguna dificultad y si una tarea visual dada puede ser realizada sin esfuerzo.

En un principio se detallan los principales conceptos luminotécnicos y un resumen de las bases teóricas que van a fundamentar los cálculos realizados.

1.3.2. SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

Los sistemas de iluminación básicos son tres: alumbrado general, alumbrado general localizado y alumbrado localizado. Su elección depende de las condiciones y necesidades de las tareas que se realizaran en el lugar.

Alumbrado general: Los sistemas de alumbrado general tienen el objetivo de garantizar un determinado nivel de iluminación homogéneo a todos los puestos situados en un mismo plano en el local.

Alumbrado general localizado: Los sistemas de alumbrado general localizado no tienen el objetivo de garantizar un nivel de iluminación uniforme para todo el local, sino de iluminar, con el mismo o con diferentes niveles de iluminación, el local por zonas, en las cuales están situados los medios de producción de manera no uniforme.

Alumbrado localizado: Los sistemas de alumbrado localizado siempre están asociados a unos de los dos sistemas anteriores. Su objetivo es suministrar, mediante una luminaria situada en el propio puesto de trabajo, la cantidad de luz necesaria para que, agregado a la aportada por un sistema general o general localizado, complete el nivel de iluminación requerido por la tarea que se realiza en ese puesto

1.3.3. LÁMPARAS

Las lámparas empleadas tanto en iluminación de interiores como en el de exteriores abarcan casi todos los tipos existentes en el mercado (incandescentes, halógenas, fluorescentes, etc.). Las lámparas escogidas, por lo tanto, serán aquellas cuyas características (fotométricas, cromáticas, consumo energético, economía de instalación y mantenimiento, etc.) mejor se adapte a las necesidades de cada instalación (nivel de iluminación, dimensiones del local, ámbito de uso, potencia de la instalación...).

Los tipos de lámparas más utilizados según el ámbito de uso se detallan a continuación:

Ámbito de uso	Tipos de lámparas más utilizados
Domestico	<ul style="list-style-type: none"> - Incandescente. - Fluorescente. - Halógenas de baja potencia. - Fluorescentes compactas.
Oficinas	<ul style="list-style-type: none"> - Alumbrado general: fluorescentes. - Alumbrado localizado: incandescentes y halógenas de baja tensión.
Comercial (Depende de las dimensiones y características del comercio)	<ul style="list-style-type: none"> - Incandescentes. - Halógenas. - Fluorescentes. - Grandes superficies con techos altos: mercurio o alta presión y halogenuros metálicos.
Industrial	<ul style="list-style-type: none"> - Todos los tipos. - Luminarias situadas a baja altura (≤ 6 m): fluorescentes. - Luminarias situadas a gran altura (> 6 m): lámparas de descarga a alta presión montadas en proyectores, - Alumbrado localizado: incandescentes.
Deportivo	<ul style="list-style-type: none"> - Luminarias situadas a baja altura: fluorescentes. - Luminarias situadas a gran altura: lámparas de vapor de mercurio a alta presión, de vapor de sodio a alta presión y halogenuros metálicos.

A continuación se describen las características más importantes de cada tipo de lámpara:

- Lámparas incandescentes: El fundamento de la incandescente es conseguir luz por medios de la agitación térmica de los átomos del material con el que esta hecho el filamento. El filamento se comporta como un radiador térmico con una emisividad espectral cercana a la unidad.
- Lámparas halógenas: Esencialmente son lámparas incandescentes, a las que se añade al gas de la ampolla una débil cantidad de un elemento químico de la familia de los halógenos (flúor, cloro, bromo, yodo) con objeto de crear una reacción química, un ciclo de regeneración del wolframio; así, se evita el problema que presentan las incandescentes convencionales, que pierden parte de su flujo luminoso con el paso del tiempo.
- Lámparas fluorescentes: Constan de un tubo de vidrio, lleno de gas inerte y una pequeña cantidad de mercurio, inicialmente en forma líquida, y en cada uno de sus extremos va alojado un electrodo sellado herméticamente. Su funcionamiento se basa en la descarga del vapor de mercurio a baja presión. No pueden funcionar mediante conexión directa a la red, necesitan un dispositivo llamado, balasto, el cual limite el flujo de la corriente eléctrica a través de ella y que también proporcione el pico de tensión para el encendido de la lámpara.
- Lámparas fluorescentes compacta: Es un tipo de lámpara fluorescentes que se puede usar con casquillos estándar con rosca Edison estándar y están concebidas para sustituir a las lámparas incandescentes.
- Lámparas de vapor de mercurio: El funcionamiento de este tipo de lámparas es el siguiente: se conecta la lámpara a través del balasto, se aplica una diferencia de potencial entre los electrodos principal y auxiliar o de arranque, lo que hace que entre ellos y a través del argón contenido en el bulbo de descarga, salte un pequeño arco. El calor generado vaporiza el mercurio permitiendo el establecimiento del arco entre los dos electrodos principales a través de la atmósfera de vapor de mercurio.
- Lámparas de halógenos metálicos: Su constitución es similar a las de vapor de mercurio de alta presión, conteniendo halógenos (indio, talio, etc.) que mejoran la eficacia y el rendimiento de color. No producen apenas radiaciones ultravioletas por lo que se construyen normalmente transparentes y con ampollas cilíndricas. Las condiciones de funcionamiento son similares a las de vapor de mercurio. Este tipo de lámparas tienen una gran variedad de aplicaciones tanto en interior como en exterior.
- Lámparas de vapor de sodio a baja presión: En estas lámparas la descarga eléctrica se produce a través del metal sodio a baja presión. Al conectar la lámpara se produce una descarga a través del neón cuyo calor generado produce la vaporización progresiva del sodio, pasándose a efectuar la descarga a través del mismo.
- Lámparas de vapor de sodio a alta presión: Desarrolladas con el objetivo de mejorar el tono y la reproducción de la luz, ya que su distribución espectral permite distinguir todos los colores de la radiación visible.

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

A continuación se muestran tres tablas con las ventajas, desventajas y características principales de cada una de las diferentes lámparas, para realizar una comparación de manera más sencilla y así escoger la más apropiada para nuestro proyecto.

CARACTERÍSTICAS FOTOMÉTRICAS						
Tipo de lámpara		Potencia (W)		Flujo (lm)		Eficacia (lm/W)
Incandescente	15	100	90	18800	6	18,8
Halógenas	60	2000	900	49000	15	24,5
Fluorescentes estándar	18	58	1350	5200	75	93
Fluorescentes compactas	18	55	1200	4800	66.7	87.3
Vapor de mercurio	50	1000	1800	58500	40	59
Halogenuros metálicos	250	400	17000	30600	71	77
Sodio baja presión	18	180	1800	32300	103	179
Sodio alta presión	70	1000	5600	125000	80	130
Inducción	55	85	3500	6000	64	71

CARACTERÍSTICAS CROMÁTICAS Y DURACIÓN						
Tipo de lámpara	Apariencia de color	Temperatura de color (K)	Ra	Vida útil (h)	Perdida de flujo (%)	Supervivencia (%)
Incandescente	Blanco cálido	2600-2800	100	1000	20	100
Halógenas	Blanco	3000	100	2000	20	100
Fluorescentes estándar	Diferentes blancos	2600-6500	50-95	10000	16	50
Fluorescentes compactas	Blanco cálido	2700	80	6000-9000	15-17	72
Vapor de mercurio	Blanco	3800-4500	40-45	25000	21	86
Halogenuros metálicos	Blanco frío	6000	65-95	9000	23	72
Sodio baja presión	Amarillo	1800	No aplicable	6000	12	87
Sodio alta presión	Blanco amarillo	2200	27	9000	15	80
Inducción	Diferentes blancos	2700-4000	80	60000	30	80

TIPO DE LAMPARA	VENTAJAS	DESVENTAJAS	USO RECOMENDADO
Incandescentes	<ul style="list-style-type: none"> - Buena reproducción cromática. - Encendido instantáneo. - Variedad de potencias. - Bajo coste de adquisición. - Facilidad de instalación. - Apariencia de color cálido. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reducción eficacia luminosa. - Corta duración. - Elevada emisión de calor. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alumbrado interior. - Alumbrado de acentuación. - Casos especiales de muy buena reproducción cromática.
Halógenas	<ul style="list-style-type: none"> - Buena reproducción cromática. - Encendido instantáneo. - Variedad de tipos. - Coste de adquisición. - Facilidad de instalación. - Elevada intensidad luminosa. - Apariencia de color cálida. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reducción eficacia luminosa. - Corta duración. - Elevada emisión de calor. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alumbrado interior. - Reduce decoloración (filtro UV). - En bajo voltaje, con equipos electrónicos. - Con reflector dicroico (luz fría) con reflector aluminio (menor carga térmica).
Fluorescentes estándar	<ul style="list-style-type: none"> - Buena eficacia luminosa. - Larga duración. - Bajo coste de adquisición. - Variedad de apariencias de color. - Distribución luminosa adecuada para utilización de interiores. - Posibilidad de buena reproducción de colores. - Mínima emisión de calor. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dificultad de control de temperatura de color en las reposiciones. - Sin equipos electrónicos puede dar problemas, retardo de estabilización, etc. - Dificultad de lograr contrastes e iluminación de acentuación. - Forma y tamaño, para algunas aplicaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alumbrado interior. - Con equipos electrónicos: - Bajo consumo. - Aumenta la duración. - Menor depreciación. - Ausencia de interferencias.

Fluorescentes compactas	<ul style="list-style-type: none"> - Buena eficacia luminosa. - Larga duración. - Facilidad de aplicación en iluminación compactas. - Mínima emisión de calor. - Variedad de tipos. - Posibilidad de buena reproducción cromática. 	<ul style="list-style-type: none"> - Variación de flujo con la temperatura. - Coste de adquisición medio-alto. - Retardo en alcanzar máximo flujo (> 2 minutos). - Acortamiento vida por mínima de encendidos 	<ul style="list-style-type: none"> - Sustitución de lámparas incandescentes - Consumo para flujos equivalentes es un 20 % y duran 10 veces más.
Vapor de mercurio	<ul style="list-style-type: none"> - Eficacia luminosa. - Larga duración. - Flujo luminoso unitario importante en potencias altas. - Variedad de potencias posibilidad de utilizar a doble nivel. 	<ul style="list-style-type: none"> - En ocasiones alta radiación UV. - Flujo luminoso no instantáneo. - Depreciación del flujo importante. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alumbrado exterior e industrial. - En aplicaciones especiales con filtros UV. - Lámparas de color mejorado.
Halogenuros metálicos	<ul style="list-style-type: none"> - Buena eficacia luminosa. - Duración media. - Flujo luminoso unitario importante en potencias altas. - Variedad de potencias. - Casos de reducidas dimensiones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alta depreciación del flujo. - Sensibilidad a variaciones de tensión. - Requiere equipos especiales para arranque en caliente. - Dificultad de control de apariencias de color en reposición. - Flujo luminoso no instantáneo. - Poca estabilidad de color. 	<ul style="list-style-type: none"> - En alumbrado deportivo o monumental. - Con equipo especial para encendido en caliente.
Sodio baja presión	<ul style="list-style-type: none"> - Excelente eficacia luminosa. - Larga duración. 	<ul style="list-style-type: none"> - Muy mala reproducción cromática en versión estándar. 	<ul style="list-style-type: none"> - En alumbrado de seguridad. - En alumbrado de túneles.

	<ul style="list-style-type: none"> - Reencendidos instantáneos en caliente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Flujo luminoso no instantáneo. - Sensibilidad a subestaciones. 	
Sodio alta presión	<ul style="list-style-type: none"> - Muy buena eficacia luminosa. - Larga duración. - Aceptable rendimiento de color en tipos especiales. - Poca depreciación de flujo. - Posibilidad de reducción de flujo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mala reproducción cromática en versión estándar. - Estabilización no instantánea. - En potencias especiales. - Poca depreciación de flujo. - Posibilidad de reducción de flujo. 	<ul style="list-style-type: none"> - En alumbrado exterior. - En alumbrado interior industrial. - En alumbrado de túneles pequeñas gran sensibilidad a sobretensión. - Equipos especiales para reencendido en caliente.

1.3.4. APARATOS DE ALUMBRADO

Las luminarias son los aparatos que distribuyen, filtran o transforman la luz emitida por una o varias lámparas y que contienen todos los elementos necesarios par fijarlas, protegerlas y conectarlas al circuito de alimentación y en caso necesario, los circuitos auxiliares en combinación con los medios de conexión con la red de alimentación. De manera general consta de los siguientes componentes:

- **Armadura o carcasa:** Es el elemento físico mínimo que sirve de soporte y delimita el volumen de la luminaria conteniendo todos sus elementos.
- **Equipo eléctrico:** Sería adecuado a los distintos tipos de fuentes de luz artificial y en función de la siguiente clasificación:
 - Incandescentes normales sin envolventes auxiliares.
 - Halógenas de alto voltaje a la tensión normal de la red, o de bajo voltaje con transformador o fuente electrónica.
 - Fluorescentes con reactancias o balastos, condensadores e ignitores, o conjuntos electrónicos de encendido y control.
 - De descarga con reactancias o balastos, condensadores e ignitores, o conjuntos electrónicos de encendido y control.
- **Reflectores:** Son determinadas superficies en el interior de la luminaria que modelan la forma y dirección de flujo de la lámpara. La mayoría de las luminarias convencionales van provistas de un reflector de una y otra forma con objeto de crear una distribución adecuada de la luz.

- **Difusores:** Elemento de cierre o recubrimiento de la luminaria en la dirección de la radiación luminosa. Los tipos más usuales son:
 - Opal liso (blanca) o prismática (metacrilato traslucido).
 - Lamas o reticular (con influencia directa sobre el ángulo de apantallamiento).
 - Especular o no especular (con propiedades similares a los reflectores).
- **Filtros:** En posible combinación con los difusores sirven para potenciar o mitigar determinadas características de la radiación luminosa.

Las principales características que se suelen exigir a una luminaria son las siguientes:

Características ópticas:

- Tener una repartición luminosa adaptada a su utilización.
- La luminancia tiene que ser menor o igual que un valor determinado en una dirección de observación. Es decir, que deslumbre poco.
- Tener un rendimiento luminoso elevado.

Características eléctricas y mecánicas:

- Construcción eléctrica que permita su uso sin riesgo de descargas.
- Equipo eléctrico adecuado que permita su colocación y mantenimiento de forma sencilla.
- Calentamiento compatible con su constitución y utilización.
- Resistencia mecánica suficiente.
- Que este fabricado en un material adaptado a su utilización y entorno.
- Facilidad de montaje y limpieza.
- Proteger eficazmente las lámparas y el equipo eléctrico contra el polvo, la humedad y otros agentes atmosféricos.

Otros conceptos luminotécnicos a tener en cuenta al calcular la iluminación son los siguientes:

- *Coefficiente de utilización:* El coeficiente de utilización es la relación entre el flujo de la zona a luminar y el flujo luminoso instalado por metro cuadrado. Este valor está íntimamente relacionado con el índice del local, es decir con las características geométricas del local. También dependerá en gran medida del color y la textura de las paredes, sobre todo en los locales pequeños.
- *Factor de mantenimiento:* El factor de mantenimiento de la luminaria tiene en cuenta la disminución del flujo luminoso de la luminaria en consecuencia del ensuciamiento en esta última. Viene a ser la relación entre el rendimiento de una luminaria al momento de la limpieza y el valor inicial. Depende de la forma de construcción de la luminaria y de la posibilidad de ensuciamiento que conlleva, es decir, dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local.

La estimación de este coeficiente debe hacerse teniendo en cuenta diversos factores relativos a la instalación, tales como el tipo de luminaria, grado de polvo y suciedad existente en la nave a iluminar, tipo de lámparas utilizadas, número de limpiezas anuales y frecuencia en la reposición de las lámparas defectuosas.

Para una limpieza anual de las luminarias se puede tomar los siguientes valores:

Ambiente	Factor de mantenimiento
Limpio	0,8
Sucio	0,6

1.3.5. CLASIFICACIÓN DE LAS LUMINARIAS

Las luminarias pueden clasificarse de muchas maneras aunque lo más común es utilizar criterios ópticos, mecánicos o eléctricos.

Clasificación según las características ópticas de la lámpara

Una primera manera de clasificar las luminarias es según el porcentaje del flujo luminoso emitido por encima y por debajo del plano horizontal que atraviesa la lámpara. Es decir, dependiendo de la cantidad de luz que ilumine hacia el techo o al suelo. Según esta clasificación se distinguen seis clases.

- **Alumbrado directo:** Es el que presenta mayor rendimiento luminoso en el plano horizontal. La mayoría (90-100%) del flujo está dirigido hacia la zona a iluminar. Se consigue colocando un material reflector por encima de la lámpara. Se recurre a él siempre que se necesitan altos niveles de iluminación. El principal problema es la proyección de sombras fuertes y duras sobre el plano del trabajo; la iluminación general de paredes y espacio en general es deficiente, y los techos quedan oscuros. Este tipo es totalmente necesario en locales de gran altura.
- **Alumbrado semindirecto:** Es aconsejable para locales de altura reducida y con techos claros para aprovechar la luz reflejada. Tiene peor rendimiento que el sistema anterior, aunque la componente indirecta reduce en parte los contrastes que produce la directa. Puede ser empleado en oficinas y colegios, ya que la mayor parte del flujo luminoso (60-90 %) incide sobre la superficie del trabajo, y las paredes y techos quedan moderadamente iluminados.
- **Alumbrado directo-indirecto y difuso:** Si el flujo se reparte al cincuenta por ciento entre procedencia directa e indirecta hablamos de iluminación difusa. El riesgo de deslumbramiento es bajo y no hay sombras, lo que le da un aspecto monótono a la sala y sin relieve a los objetos iluminados. Para evitar las pérdidas por absorción de la luz en techo y paredes es recomendable pintarlas con colores claros o mejor blancos.
- **Alumbrado semindirecto:** En este caso poca parte (10-40%) del flujo va a la superficie a iluminar, el resto (60-90 %) va a la superficie contraria. Así se consigue una iluminación suave y agradable, con buena uniformidad, resta plasticidad al ambiente pero puede ser interesante en determinadas tareas (por

ejemplo, en locales “limpios” como laboratorios, clínicas, etc.). Produce efectos tranquilizantes en el ánimo observador y se evitan deslumbramientos.

- **Alumbrado indirecto:** En la iluminación indirecta casi toda la luz va a la superficie contraria a iluminar (90-100 %). De esta manera se consigue una iluminación de calidad muy parecida a la luz natural, por lo que es recomendable para cualquier tarea, pero dado su bajo rendimiento, se utiliza en pocas ocasiones. Se puede utilizar cuando no son necesarios altos niveles de iluminación, y por los efectos que produce es adecuado para salas de espera, locales de recepción, etc. Los techos y paredes tienen una gran importancia, debiendo ser claros y limpios, tener un acabado mate para que no se reflejen las fuentes de luz, y será necesaria una frecuente renovación del techo para mantener las condiciones originales.

Clasificación según las características mecánicas de la lámpara

Las luminarias se clasifican según el grado de protección contra el polvo, los líquidos y los golpes. En estas clasificaciones, según las normas nacionales (UNE 20324) e internacionales, las luminarias se designan por las letras IP seguidas de tres dígitos. El primer número va de 0 (sin protección) a 6 (máxima protección) e indica la protección contra la entrada de polvo y cuerpos sólidos en la luminaria. Además, simultáneamente garantiza la protección de las personas contra el acceso a partes peligrosas. El segundo va de 0 a 8 e indica el grado de protección contra la penetración de líquidos y sus efectos perjudiciales. A medida que aumenta su valor la cantidad de agua que se necesita para acceder al interior de la envolvente es mayor. Por último, el tercero da el grado de resistencia a los choques.

Clasificación según las características eléctricas de la lámpara

Las luminarias deben asegurar la protección de las personas contra los contactos eléctricos. Según el grado de protección eléctrica que ofrezcan las luminarias se dividen en cuatro clases (0, I, II, III).

- **Clase 0:** Luminarias en las que la protección contra los choques eléctricos recae exclusivamente sobre el aislamiento principal; descansando la protección, en caso de fallos de aislamiento principal, sobre el medio circulante. La luminaria tiene aislamiento normal sin toma de tierra.
- **Clase I:** Luminarias en las que la protección contra los choques eléctricos recae exclusivamente sobre el aislamiento principal y un conductor de protección conectado a tierra, que debe conectarse al borne marcado.
- **Clase II:** Luminarias en las que la protección contra los contactos eléctricos no recae exclusivamente sobre el aislamiento principal, sino que comprende medidas suplementarias, tales como el doble aislamiento o el aislamiento reforzado. Estas luminarias no incorporan toma de tierra.
- **Clase III:** Luminarias en las que la protección contra los contactos eléctricos, se realiza alimentando las luminarias a una muy baja tensión de seguridad entre 40 y 50 voltios (MBTS).

1.3.6. NIVELES DE ILUMINACIÓN RECOMENDADOS

Los niveles de iluminación recomendados para un local dependen de las actividades que se vayan a realizar en él. En general, podemos distinguir entre tareas con requerimientos luminosos mínimos, normales o exigentes.

En el primer caso tenemos las zonas de paso (pasillo, vestíbulos, etc.) o los locales poco utilizados (almacenes, cuartos de maquinaria...) con iluminancias entre 50 y 200 lux. En el segundo caso tenemos las zonas de trabajo y otros locales de uso frecuente con iluminancias entre 200 y 1000 lux. Por último están los lugares donde son necesarios niveles de iluminación muy elevados (más de 1000 lux) porque se realizan tareas visuales con un grado elevado de detalle que se puede conseguir con iluminación local.

Las iluminancias recomendadas según la actividad que va a ser desarrollada y el tipo de local se recogen en el siguiente tabal:

Tareas y clases de local	Iluminación media en servicio (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Óptimo
<i>Zonas generales de edificios</i>			
Zonas de circulación, pasillos	50	100	150
Escaleras, escaleras móviles, roperos, lavabos, almacenes y archivos	100	150	200
<i>Centros docentes</i>			
Aulas laboratorios	300	400	500
Bibliotecas, salas de estudio	300	500	750
<i>Oficinas</i>			
Oficinas normales, mecanografiado, salas de proceso de datos, salas de conferencias	450	500	750
Grandes oficinas, salas de delineación CAD/CAM/CAE	500	750	1000
<i>Comercios</i>			
Comercio tradicional	300	500	750
Grandes superficies, supermercados, salones de muestras	500	750	1000
Industria (en general)			
Trabajos con requerimientos visuales limitados	200	300	500
Trabajos con requerimientos visuales normales	500	750	1000

Trabajos con requerimientos especiales visuales	1000	1500	2000
<i>Viviendas</i>			
Dormitorios	100	150	200
Cuartos de aseo	100	150	200
Cuartos de estar	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuartos de trabajo o estudio	300	500	750

1.3.7. CÁLCULO DE ALUMBRADO INTERIOR

A la hora de realizar el cálculo del alumbrado interior se deben tener en cuenta varios factores:

- Precisar las dimensiones del local y la altura del plano de trabajo, la cual en el presente proyecto será de 0.85 m.
- Determinar el nivel de iluminancia media (E_m) para cada parte del local, dependiendo de la tarea a realizar en el mismo, los cuales se han precisado en el apartado anterior.
- Escoger el tipo de lámpara (incandescente, fluorescente...) más adecuada de acuerdo con el tipo de actividad a realizar.
- Escoger el sistema de alumbrado que mejor se adapte a nuestras necesidades y las luminarias correspondientes.
- Determinar la altura de suspensión de las luminarias según el sistema de iluminación escogido.

Tipo de local	Altura de las luminarias
Locales de altura normal (oficinas, viviendas, aulas...)	Lo más altas posibles
Locales con iluminación directa, semidirecta y difusa	Mínimo: $h = \frac{2}{3} \times (h' - 0.85)$ Óptimo: $h = \frac{4}{5} \times (h' - 0.85)$
Locales con iluminación indirecta	$D' \approx \frac{1}{3} \times (h' - 0.85)$ $H \approx \frac{3}{4} \times (h' - 0.85)$

Donde:

d' : Altura entre el techo y las luminarias.

h : Altura entre el plano de trabajo y las luminarias.

h' : Altura del local.

- Determinar el índice del local k , que depende de la geometría del mismo.

$$K = \frac{a \times b}{a + b} \times h$$

Donde:

a : Anchura del local.

b : Longitud del local.

h : Altura entre el plano de trabajo y las luminarias.

- Determinar el factor de reflexión tanto del techo, como de las paredes y del suelo. Usaremos los factores que se muestran en la siguiente tabla:

	Color	Factor de reflexión (ρ)
Techo	Blanco o muy claro	0.7
	Claro	0.5
	Medio	0.3
Paredes	Claro	0.5
	Medio	0.3
	Oscuro	0.1
Suelo	Claro	0.3
	Oscuro	0.1

- Determinar el coeficiente de utilización, a partir de los factores de reflexión y el índice del local cuyos valores se pueden obtener de las tablas facilitadas por los fabricantes de los distintos tipos de luminaria. En las tablas encontraremos para cada tipo de luminaria los factores de iluminación en función de los coeficientes de reflexión y el índice del local. Estas son las tablas utilizadas en el presente proyecto:

Tipo de lámparas: Fluorescente empotrado (factores de reflexión: 70%,50%)

Índice local	Factor de utilización
0,6	0,45
0,8	0,48
1	0,52
1,25	0,55
1,50	0,58
2	0,60
2,5	0,65
3	0,66
4	0,67
5	0,68

Tipo de lámparas: Fluorescentes descubierto (regleta) (factores de reflexión: 70%,50%).

Índice local	Factor de utilización
0,6	0,32
0,8	0,40
1	0,44
1,25	0,48
1,50	0,52
2	0,57
2,5	0,62
3	0,65
4	0,69
5	0,71

Tipo de lámparas: luminaria industrial abierta (factores de reflexión: 70%,50%)

Índice local	Factor de utilización
0,6	0,38
0,8	0,47
1	0,51
1,25	0,55
1,50	0,58
2	0,63
2,5	0,68
3	0,70
4	0,73
5	0,74

- Determinar los factores de mantenimiento de las luminarias, cuyos valores han sido mencionados al final del apartado 3.5 de la presente memoria.
- Determinar el número de lúmenes totales necesarios. El número de se calcula multiplicando el nivel de iluminación que hemos decidido para nuestro local por las dimensiones (largo y ancho) de éste y dividiendo por los coeficientes de utilización y mantenimiento.

$$\text{Nº lúmenes} = \frac{Em \times a \times b}{Cu \times Cm}$$

Donde:

a: Anchura del local.

b: Longitud del local.

Cu: Coeficiente de utilización.

Cm: Coeficiente de mantenimiento.

Em: Nivel de iluminancia (lux).

- Determinar el número de luminarias necesarias para obtener el nivel de iluminación requerido. El número de luminarias necesarias es el resultado que sale de dividir el número totales que necesitamos para iluminar nuestra área de trabajo por el número de lúmenes que nos proporciona el tipo de luminarias que hemos escogido.

$$N^{\circ}\text{luminarias} = \frac{N\text{lumenes}}{n \times \Phi}$$

Donde:

Φ : Flujo luminoso de la lámpara (lúmenes).

n: Número de lámparas por luminaria.

- Determinar la distribución de las luminarias a lo largo del local a iluminar. La colocación de las luminarias depende de la arquitectura general y dimensiones del edificio, tipo de luminaria, etc. En los locales de planta rectangular las luminarias se reparten de forma uniforme en filas paralelas a los ejes de simetría del local según las fórmulas:

$$N^{\circ}\text{ancho} = \frac{\sqrt{Nlu \text{ min arias}}}{b \times a}$$

$$N^{\circ}\text{longitud} = N^{\circ}\text{ancho} \times \frac{b}{a}$$

Donde:

a: Anchura del local.

b: Longitud del local.

La distancia máxima de separación entre las luminarias dependerá del ángulo de apertura del haz de luz y de la altura de la luminaria más superficie iluminará aunque será menor el nivel de iluminancia que llegará al plano de trabajo tal y tal como dice la ley inversa de los cuadrados. De la misma manera, vemos que las luminarias próximas a la pared necesitan estar más cerca para iluminarla (normalmente la mitad de la distancia).

Las conclusiones sobre la separación entre las luminarias las podemos resumir como sigue:

Tipo de luminaria	Altura del local	Distancia máxima entre luminarias
<i>Intensiva</i>	> 10 m	$e \leq 1.2 h$
Extensiva	6 – 10 m	$e \leq 1.5 h$
Semiextensiva	4 – 6 m	
Extensiva	$\leq 4 m$	$e \leq 1.6 h$
Distancia entre pared y luminaria		$e/2$

Si después de calcular la posición de las luminarias nos encontramos que la distancia de separación es mayor que la distancia máxima admitida quiere decir que la distribución luminosa obtenida no es del todo uniforme. Esto puede deberse a que la potencia de las lámparas escogida sea excesiva. En estos casos conviene recalculer la instalación,

utilizando lámparas menos potentes, más luminarias o emplear luminarias o emplear luminarias con menos lámparas.

- Comprobar la validez de los resultados mirando si la iluminancia media obtenida en la instalación diseñada es igual o superior a la recomendada en las tablas.

$$E_m = \frac{C_u \times C_m \times N^{\circ} \text{lu min arias} \times n \times \Phi}{a \times b} \geq E_{\text{tablas}}$$

1.3.8. SOLUCIÓN ADOPTADA

Para hacer los cálculos lumínicos se ha utilizado el programa Dialux que tendrá en cuenta todos los aspectos y cálculos anteriormente mencionados.

Las características de las luminarias elegidas se encuentran anexas a esta memoria.

A continuación se hace un resumen de los resultados obtenidos.

1. Planta Baja

Recepción

- Solución adoptada:
- 6 lámparas Downlight 2*18 W.

Zona administrativa

- Solución adoptada:
- 6 lámparas Fluor 4x18 W.

Despacho

- Solución adoptada:
- 3 lámparas Fluor 4x18W.

Despacho

- Solución adoptada:
- 3 lámparas Fluor 4x18W.

Sala de reuniones

- Solución adoptada:
- 6 lámparas Fluor 4x18W.

Distribuidor

- Solución adoptada:
- 6 lámparas Downlight 2*18 W.

Office

- Solución adoptada:
- 2 lámparas Downlight 4*18 W.

Cuarto Rack

- Solución adoptada:
- 2lámparas Fluor 2x36 W.

Aseos

- Solución adoptada:
- 6 lámparas Downlight 1*50 W.

Baño hombres

- Solución adoptada:
- 3 lámparas Downlight 2*18 W.

Baño mujeres

- Solución adoptada:
- 3 lámparas Downlight 2*18 W.

Vestuario hombres

- Solución adoptada:
- 3 lámparas Fluor 2x58 W.

Vestuario mujeres

- Solución adoptada:
- 3 lámparas Fluor 2x58 W.

Cuarto encargado

- Solución adoptada:
- 2 lámparas Fluor 2x58 W.

Departamento de calidad

- Solución adoptada:
- 6 lámparas Fluor 2x58 W.

Escaleras

- Solución adoptada:
- 2 lámparas Trol 1 x T-R 40 W.

2. Primera planta

Distribuidor

- Solución adoptada:
- 12 lámparas Downlight 2*18 W.

Aseos

- Solución adoptada:
- 6 lámparas Downlight 1*50 W.

Baño hombres

- Solución adoptada:
- 3 lámparas Downlight 2*18 W.

Baño mujeres

- Solución adoptada:
- 3 lámparas Downlight 2*18 W.

Sala de muestras y formación

- Solución adoptada:
- 10 lámparas Fluor 4x18 W.

Despacho gerencia

- Solución adoptada:
- 6 lámparas Fluor 4x18 W.

Despacho dirección

- Solución adoptada:
- 6 lámparas Fluor 4x18 W.

3. Expedición

- Solución adoptada:
- 45 lámparas Disano 418 W.

1.3.9. CÁLCULO DEL ALUMBRADO EXTERIOR

Además del cálculo de número de lámparas necesarias para el alumbrado exterior, también se debe calcular el ángulo que ha de tener el proyector, a través de la siguiente fórmula.

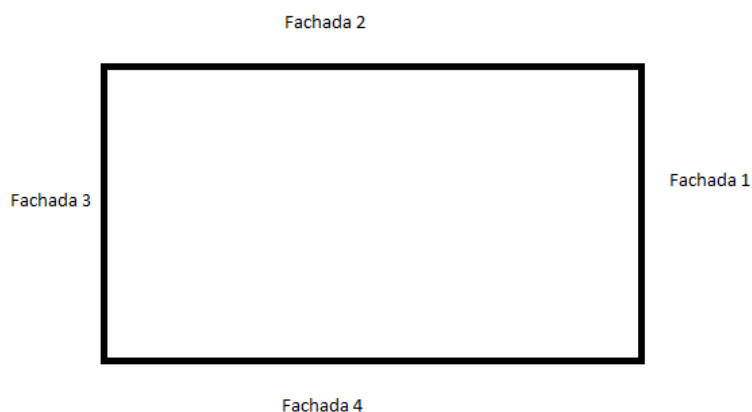
$$H = \frac{D}{\tan \alpha}$$

H = Altura a la que se coloca la luminaria (metros).

D = Distancia que se quiere iluminar (metros).

α = Angulo del proyector (metros).

Para calcular la iluminación exterior se han supuesto x zonas diferentes, correspondientes a las 4 fachadas.



1.3.10. SOLUCIÓN ADOPTADA

Fachada	Componente	Marca	Modelo	Potencia lámpara (W)	Cantidad	Potencia (W)
Fachada 1	Lámpara	DISANO	DISANO 167,9 W	167,9	3	503,7
	Luminaria	DISANO	Proyector exterior 1149 LITIO ASIMETRICO	-	3	-
Fachada 2	Lámpara	DISANO	DISANO 167,9 W	167,9	3	503,7
	Luminaria	DISANO	Proyector exterior 1149 LITIO ASIMETRICO	-	3	

Fachada 3	Lámpara	DISANO	DISANO 167,9 W	167,9	3	503,7
	Luminaria	DISANO	Proyector exterior 1149 LITIO ASIMETRICO		3	
Fachada 4	Lámpara	DISANO	DISANO 167,9 W	167,9	3	503,7
	Luminaria	DISANO	Proyector exterior 1149 LITIO ASIMETRICO	-	3	-

1.3.11. CARACTERÍSTICAS DE LAS LÁMPARAS Y LUMINARIAS ESCOGIDAS

Las características de las luminarias y lámparas utilizadas en el presente proyecto, se pueden consultar en los catálogos de los distintos fabricantes.

1.3.12. ALUMBRADO ESPECIALES: DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN.

Según la ITC-BT 28, las instalaciones destinadas a alumbrados especiales tienen por objeto asegurar, aún faltando el alumbrado general, la iluminación en los locales y el acceso hasta las salidas, para un eventual evacuación de público o iluminar otros puntos que señalen (quirófanos, etc.).

Las líneas que alimentan directamente a los circuitos individuales de las lámparas de los alumbrados especiales, estarán protegidas por interruptores automáticos, con una intensidad nominal de 10 amperios como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz, o si en la misma dependencia existiesen varios puntos de luz de alumbrado especial, estos deben ser repartidos al menos entre todas dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a 12.

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

- Alumbrado de señalización

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

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

Se situará en las salidas de los locales y dependencias en cada caso y en las señalizaciones indicadoras de la dirección de los mismos. Además, cuando los locales, dependencias o indicaciones que deben iluminarse con este alumbrado coinciden con los que precisan el de emergencia, los puntos de luz de ambos pueden ser los mismos.

- Alumbrado de emergencia

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

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

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

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

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

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

Como regla práctica para distribución de las luminarias de emergencia, se determinara que:

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

Criterio de ubicación de las luminarias de emergencia

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

1.3.13. ELECCIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO ESPECIAL

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

- Luminarias autónomas: Se caracteriza porque el suministro de energía eléctrica se efectúa en la propia luminaria o a un metro de distancia de la misma como máximo. Los aparatos autónomos para el alumbrado de emergencia pueden ser de tipo permanente o no permanente.
- Luminarias centralizas: Se caracteriza porque la fuente de suministro de energía eléctrica se emplaza a más de un metro de distancia de las luminarias. Las luminarias de alimentación centralizada, pueden ser de tipo permanente o no permanente.

Justificación de los tipos de lámparas y luminarias empleadas.

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

En concreto, se utilizarán luminarias de la marca LEGRAND. Estas luminarias disponen de varias referencias las cuales varían en cuanto a lúmenes proporcionados (de 45 a 800), autonomía (1 o 3 horas), potencia de las lámparas de (6 a 13 W), índices de protección y tipo de acumuladores de carga.

Las características principales de estas lámparas se pueden consultar en el catalogo del fabricante.

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

Así en el área de oficinas y zona de vestuarios se colocaran justo encima de los marcos de las puertas o similar, a una altura de 2,10 metros.

En los locales con grandes alturas como es el caso de la zona de producción se colocarán a una altura superior, tienen que iluminar un área mayor. En estos locales las luminarias se colocarán a una altura de 6,20 metros las de emergencia y a 2,30 metros las de señalización.

A continuación, se detalla el número de luminarias de emergencia que se van a colocar en las distintas estancias de la nave industrial, así como la marca y el modelo escogido:

1. Planta Baja.

1.1. Zona administrativa

- **Tipo de lámpara:** lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510. Potencia de la lámpara 6 W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 100 lm.
- **Solución:** 2 luminarias de 100 lm.
- **Potencia:** 12 W

1.2. Recepción

- **Tipo de lámpara:** lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510. Potencia de la lámpara 6 W.
- **Solución:** 1 luminarias de 100 lm.
- **Potencia:** 6 W

1.3. Distribuidor

- **Tipo de lámpara:** lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510. Potencia de la lámpara 6 W.
- **Solución:** 1 luminaria de 100 lm.
- **Potencia:** 6 W

1.4. Despacho 1.

- **Tipo de lámpara:** lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510. Potencia de la lámpara 6 W.
- **Solución:** 1 luminaria de 100 lm.
- **Potencia:** 6 W

1.5. Despacho 2.

- **Tipo de lámpara:** lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510. Potencia de la lámpara 6 W.
- **Solución:** 1 luminarias de 100 lm.
- **Potencia:** 6 W

1.6. Sala de reuniones.

- **Tipo de lámpara:** lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510.. Potencia de la lámpara 6 W.
- **Solución:** 2 luminarias de 100 lm.
- **Potencia:** 12 W

1.7. Office.

- **Tipo de lámpara:** lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510... Potencia de la lámpara 6 W.
- **Solución:** 1 luminarias de 100 lm.
- **Potencia:** 6 W

1.8. Cuarto Rack.

- **Tipo de lámpara:** lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510.. Potencia de la lámpara 6 W.
- **Solución:** 1 luminarias de 100 lm.
- **Potencia:** 6 W

1.9. Aseos

- **Tipo de lámpara:** lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510... Potencia de la lámpara 6 W.
- **Solución:** 1 luminarias de 100 lm.
- **Potencia:** 6 W

1.10. Aseos hombres.

- **Tipo de lámpara:** lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510... Potencia de la lámpara 6 W.
- **Solución:** 1 luminarias de 100 lm.
- **Potencia:** 6 W

1.11. Aseos mujeres.

- **Tipo de lámpara:** lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510... Potencia de la lámpara 6 W.
- **Solución:** 1 luminarias de 100 lm.
- **Potencia:** 6 W

1.12. Vestuario hombres.

- **Tipo de lámpara:** lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510.. Potencia de la lámpara 6 W.
- **Solución:** 1 luminarias de 100 lm.
- **Potencia:** 6 W

1.13. Vestuario mujeres.

- **Tipo de lámpara:** lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510.. Potencia de la lámpara 6 W.
- **Solución:** 1 luminarias de 100 lm.
- **Potencia:** 6 W

1.14. Cuarto encargado.

- **Tipo de lámpara:** lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510.. Potencia de la lámpara 6 W.
- **Solución:** 1 luminarias de 100 lm.
- **Potencia:** 6 W

1.15. Departamento de calidad.

- **Tipo de lámpara:** lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510.. Potencia de la lámpara 6 W.
- **Solución:** 3 luminarias de 100 lm.
- **Potencia:** 18 W

2. 1ª Planta.

2.1. Despacho dirección.

- **Tipo de lámpara:** lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510.. Potencia de la lámpara 6 W.
- **Solución:** 2 luminarias de 100 lm.
- **Potencia:** 12 W

2.2. Despacho gerencia.

- **Tipo de lámpara:** lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510.. Potencia de la lámpara 6 W.
- **Solución:** 2 luminarias de 100 lm.
- **Potencia:** 12 W

2.3. Sala de muestras y formación.

- **Tipo de lámpara:** lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510.. Potencia de la lámpara 6 W.
- **Solución:** 3 luminarias de 100 lm.
- **Potencia:** 18 W

2.4. Aseos

- **Tipo de lámpara:** lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510.. Potencia de la lámpara 6 W.
- **Solución:** 1 luminarias de 100 lm.
- **Potencia:** 6 W

2.5. Aseos hombres.

- **Tipo de lámpara:** lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510.. Potencia de la lámpara 6 W.
- **Solución:** 1 luminarias de 100 lm.
- **Potencia:** 6 W

2.6. Aseos mujeres.

- **Tipo de lámpara:** lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510.. Potencia de la lámpara 6 W.
- **Solución:** 1 luminarias de 100 lm.
- **Potencia:** 6 W

2.7. Distribuidor

- **Tipo de lámpara:** lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510.. Potencia de la lámpara 6 W.
- **Solución:** 2 luminarias de 100 lm.
- **Potencia:** 12 W

3. Expedición.

- **Tipo de lámpara:** lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510. Potencia de la lámpara 6 W. Ref. 61516
- **Solución:** 10 luminarias de 500 lm y 2 luminarias de 100 lm.
- **Potencia:** 122 W

1.4 TIPOS DE RECEPTORES

1.4.1. INTRODUCCIÓN

Los aparatos receptores para conseguir un buen funcionamiento deberán cumplir unos requisitos conformes a una correcta instalación, utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberían 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, puedan producirse en funcionamiento.

1.4.2. MOTORES

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

- Un solo motor: Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la intensidad a plena carga del motor en cuestión.
- Varios conductores: Los conductores de conexión que alimentan a varios motores deberán estar dimensionados para una intensidad no menor 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.

1.4.3. RECEPTORES DE ALUMBRADO

Según indica el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, en su instrucción 44, las instalaciones que contengan lámparas de descarga, deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Los circuitos de alimentación de lámparas o tubos de descarga estarán provistos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque.
- 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 obligatorio la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

1.4.4 TOMAS DE CORRIENTE

1.4.4.1. INTRODUCCIÓN

Se han colocado tomas de corriente trifásica y monofásica en la zona de producción. También se han colocado tomas de corriente monofásicas de 15 A, en la zona de oficinas de la forma más conveniente para su utilización continua y eventual. También se dispone de tomas de alimentación por un S.A.I. para los ordenadores de las oficinas. Las tomas de corriente utilizada en el presente proyecto son de la marca Legrand.

1.4.4.2. TIPOS DE TOMAS DE CORRIENTE

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

- Tomas de corriente monofásicas de 15 A a 230 V. (2p + T).
- Tomas de corriente trifásicas de 16 A a 400 V. (3p + T).

1.4.4.3. SITUACIÓN DE LAS TOMAS DE CORRIENTE

Las tomas de corriente irán fijadas a las paredes por sus medios convencionales a una altura de 40 cm en la zona de las oficinas excepto en servicios que irán fijadas a una altura de 1m, quedando distribuidas de la siguiente forma:

Local	Tomas monofásicas	Tomas trifásicas
Recepción	0	0
Despacho	3	0
Despacho	3	0
Zona administrativa	12	0
Sala reuniones	3	0
Distribuidor	0	0
Office	5	0
Cuarto Rack	2	0
Aseos	2	0
Baños mujeres	0	0
Baños hombres	0	0
Vestuarios mujeres	2	0
Vestuarios hombres	2	0
Cuarto encargado	4	0
Departamento calidad	10	9
Sala de muestras y formación	5	0
Aseos 1ª planta	2	0
Baños hombres 1ª planta	0	0
Baños mujeres 1ª planta	0	0
Distribuidor 1ª planta	0	0
Despacho gerencia	4	0
Despacho dirección	4	0
Expedición	10	10

1.4.5. INTERRUPTORES

Los interruptores escogidos en el presente proyecto y los cuales se utilizan para el encendido y apagado del alumbrado son de la marca Legrand. Los encendidos se indican en el apartado Planos.

1.5. PREVISIÓN DE CARGAS.

La potencia neta demandada es de **477510,26 W**, distribuida en diferentes cuadros desde donde se alimentan todos los circuitos y receptores de la nave.

- Cuadro General de Distribución

CUADRO GENERAL DISTRIBUCIÓN	Pc (W)	Qc(Var)	Sc(VA)	V(V)	Cos φ	Ic(A)	In(A)	<i>Fase</i>
Cuadro 1	13198,8	5944,56	14576,03	400	0,94	44,49	31,50	Trifásica
Cuadro 2	7461,6	3255,51	8195,08	400	0,94	26,20	17,96	Trifásica
Cuadro 3	43407,5	20217,81	48676,01	400	0,89	70,25	56,20	Trifásica
Cuadro 4	54062,5	26724,44	60320,86	400	0,87	87,07	69,65	Trifásica
Cuadro 5	21875	12397,15	25143,67	400	0,87	36,29	29,05	Trifásica
Cuadro 6	13041	74254,27	150066,07	400	0,86	210,97	183,07	Trifásica
Cuadro 7	14901	50876,82	102652,28	400	0,86	148,17	147,15	Trifásica
Cuadro 8	41700,94	14462,2	42224,6	400	0,9	64,21	51,05	Trifásica
	210624,84	208704,75	452989,31		0,89	692,58	603,58	

- Cuadro auxiliar 1:

Cuadro 1	P(W)	Fa	Fs	Pc(W)	V(V)	Cos φ	S(VA)	Q(Var)	In(A)	Ic(A)
A1. Zona administración, cuarto rack y office.	720	1,8	1	1296	230	0,95	1364,21	425,97	3,30	5,93
A2. Despacho 1, despacho 2 y sala de reuniones	864	1,8	1	1555,2	230	0,95	1637,05	511,17	3,95	7,12
A3. Aseos, distribuidor, y recepción.	988	1,8	1	1778,4	230	0,95	1872	584,53	4,52	8,14
A4. Departamento calidad	696	1,8	1	1252,8	230	0,95	1318,74	411,78	3,19	5,73
A5. Cuarto encargado	232	1,8	1	417,6	230	0,95	439,58	137,26	1,06	1,91
A6. Vestuarios	696	1,8	1	1252,8	230	0,95	1318,74	411,78	3,19	5,73
E1. Emergencias	24	1	1	24	230	0,95	24,21	7,55	0,11	0,11
E2. Emergencias	18	1	1	18	230	0,95	18,98	5,92	0,082	0,082
E3. Emergencias	30	1	1	30	230	0,95	31,58	9,86	0,14	0,14
E4. Emergencias	12	1	1	12	230	0,95	12,63	3,94	0,054	0,054
E5. Emergencias	6	1	1	6	230	0,95	6,32	1,97	0,027	0,027
E6. Emergencias	36	1	1	36	230	0,95	37,89	11,83	0,16	0,16
Tomas monofásicas	3450	1	0,8	2760	400	0,85	3247,05	1710,50	5,86	4,68
Tomas monofásicas	3450	1	0,8	2760	400	0,85	3247,05	1710,50	5,86	4,68
	11222			13198,8		0,94	14576,03	5944,56	31,50	44,49

- Cuadro auxiliar 2:

Cuadro 2	P(W)	Fa	Fs	Pc(W)	V(V)	Cos φ	S(VA)	Q(Var)	In(A)	Ic(A)
1. Aseos, distribuidor y escalera.	988	1,8	1	1778,4	230	0,95	1872	584,53	4,52	8,14
2. Sala de muestras y formación.	720	1,8	1	1296	230	0,95	1364,21	425,97	3,30	5,93
3. Despacho gerencia y despacho direccion.	864	1,8	1	1555,2	230	0,95	1637,05	511,17	3,95	7,12
E1. Emergencias	30	1	1	30	230	0,95	31,58	9,86	0,14	0,14
E2. EMergencias	18	1	1	18	230	0,95	18,98	5,92	0,082	0,082
E3. Emergencias	24	1	1	24	230	0,95	24,21	7,559	0,11	0,11
Tomas monofásicas	3450	1	0,8	2760	400	0,85	3247,05	1710,50	5,86	4,68
	6094			7461,6		0,94	8195,08	3255,51	17,96	26,20

- *Cuadro auxiliar 3*

Cuadro 3	P(W)	Fa	Fs	Pc(W)	V(V)	Cos φ	S(VA)	Q(Var)	In(A)	Ic(A)
Puerta enrollable	1104	1,25	1	1380	400	0,87	1586,206	782,08	1,832	2,29
Puerta exterior	736	1,25	1	920	400	0,87	1057,471	521,39	1,221	1,526
Puerta exterior	736	1,25	1	920	400	0,87	1057,471	521,39	1,221	1,526
Polipasto 5 TN	18400	1,25	1	23000	400	0,87	26436,782	13034,7	30,527	38,159
Carga baterias	5000	1,25	1	6250	400	0,87	7183,908	3542,038	8,295	10,369
Aire acondicionado	5750	1,25	1	7187,5	400	1	7187,5	0	8,29	10,37
SAI	3000	1,25	1	3750	400	0,9	4166,67	1816,21	4,81	6,01
	34276			43407,5		0,89	48676,01	20217,81	56,20	70,25

- *Cuadro auxiliar 4*

Cuadro 4	P(W)	Fa	Fs	Pc(W)	V(V)	Cos φ	S(VA)	Q(Var)	In(A)	Ic(A)
Sierra manual	1500	1,25	1	1875	400	0,87	2155,172	1062,611	2,49	3,11
Roscadora	750	1,25	1	937,5	400	0,87	1077,59	531,31	1,24	1,55
Esmeril	3000	1,25	1	3750	400	0,87	4310,34	2125,22	4,98	6,23
Compresor 1	19000	1,25	1	23750	400	0,9	26388,88	11502,65	30,47	38,09
Compresor 2	19000	1,25	1	23750	400	0,9	26388,88	11502,65	30,47	38,09
	43250			54062,5		0,88	60320,86	26724,441	69,65	87,07

- *Cuadro auxiliar 5:*

Cuadro 5	P(W)	Fa	<i>F_s</i>	Pc(W)	V(V)	Cos φ	S(VA)	Q(Var)	In(A)	Ic(A)
Torno 1 QTN 200	4500	1,25	1	5625	400	0,87	6465,517	3187,84	7,47	9,33
Torno 2 QTN 200	4500	1,25	1	5625	400	0,87	6465,517	3187,84	7,47	9,33
Torno 3 QTN 200	4500	1,25	1	5625	400	0,87	6465,517	3187,84	7,47	9,33
Fresadora manual MILK	1500	1,25	1	1875	400	0,87	2155,17	1062,61	2,49	3,11
Sierra corte	2500	1,25	1	3125	400	0,87	3591,95	1771,02	4,15	5,188
	17500			21875		0,87	25143,67	12397,15	29,05	36,29

- *Cuadro auxiliar 6:*

Cuadro 6	P(W)	Fa	Fs	Pc(W)	V(V)	Cos φ	S(VA)	Q(Var)	In(A)	Ic(A)
Centro mecanizado VAR	33000	1,25	1	41250	400	0,87	47413,79	23377,45	54,75	68,44
Centro mecanizado VAR	33000	1,25	1	41250	400	0,87	47413,79	23377,45	54,75	68,44
Centro mecanizado VAR	33000	1,25	1	41250	400	0,87	47413,79	23377,45	54,75	68,44
Tomas corriente trifásica	11085	1	0,3	3325,5	400	0,85	3912,35	2060,96	18,823	5,647
	121170			130401		0,86	150066,07	74254,27	183,07	210,967

- *Cuadro auxiliar 7:*

Cuadro 7	P(W)	Fa	Fs	Pc(W)	V(V)	Cos φ	S(VA)	Q(Var)	In(A)	Ic(A)
Centro mecanizado VAR	33000	1,25	1	41250	400	0,87	47413,79	23377,45	54,75	68,44
Centro mecanizado VAR	33000	1,25	1	41250	400	0,87	47413,79	23377,45	54,75	68,44
Tomas corriente trifásicas	11085	1	0,3	3325,5	400	0,85	3912,35	2060,96	18,823	5,647
	81170			14901		0,86	102652,28	50876,82	147,146	148,174

- Cuadro auxiliar 8:

CUADRO AUXILIAR 8	P(W)	Fa	Fs	Pc(W)	V(V)	Cos φ	S(VA)	Q(Var)	In(A)	Ic(A)
Tomas corriente monofásicas	3450	1	0,25	862,5	400	0,85	1014,71	534,53	5,85	1,46
Tomas corriente monofásica	3450	1	0,25	862,5	400	0,85	1014,71	534,53	5,85	1,46
Tomas corriente monofásica	3450	1	0,25	862,5	400	0,85	1014,71	534,53	5,85	1,46
Fachadas	2014,8	1,8	1	3626,64	400	0,95	3817,52	1192,03	3,06	5,51
Alumbrado taller 1	6548,67	1,8	1	11787,6	400	0,95	12408	3874,40	9,95	17,91
Alumbrado taller 2	6548,67	1,8	1	11787,6	400	0,95	12408	3874,40	9,95	17,91
Alumbrado taller 3	6548,67	1,8	1	11787,6	400	0,95	12408	3874,40	9,95	17,91
Alumbrado emergencias taller	132	1	1	132	230	0,95	138,95	43,39	0,60	0,60
	32142,8			41700,94		0,9	42224,6	14462,2	51,05	64,21

1.6. INSTALACIÓN DE ENLACE

1.6.1. INTRODUCCIÓN

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

En este caso la instalación de enlace va desde el centro de distribución de IBERDROLA S.A. situado en el Polígono Industrial Areta en Huarte, hasta el centro de transformación de la nave del abonado.

1.6.2. SOLUCIÓN ADOPTADA

La línea de enlace estará incluida dentro del anillo de alimentación que proporciona IBERDROLA S.A. y partirá del centro de transformación del Polígono Areta, propiedad de la compañía IBERDROLA S.A.

Según el condicionado técnico facilitado por IBERDROLA S.A., la modificación del centro de transformación N° 1 de IBERDROLA, S.A. saldrá una línea subterránea hasta el centro de transformación de la propiedad, situado en la parte delantera de la nave industrial, tal y como se indica en los planos. La distancia entre estos dos puntos es de 15 metros.

Naturaleza del conductor: Aluminio

Designación UNE: Dhz1-12/20 kV

Sección: 50 mm²

Tensión nominal: 13,2 kV

Tensión prueba-5 min: 30kV

Nivel de aislamiento a impulsos: 125kV

Aislamiento: XLPE

Diámetro exterior: 26,2 mm

Intensidad admisible en régimen permanente, 1 terno a 1m de profundidad a 25 °C: 330 A.

Longitud del conductor 15 m

Para el tendido de los conductores se realizará una zanja de 0.70 m de anchura y 1.20 de profundidad. En el fondo de la cual se colocarán dos tubos de PVC rígido de 180 mm diámetro exterior y 0,6 mm de espesor, según determina ITC-BT-21 en la tabla número 9. En el interior de uno de ellos se alojarán los conductores, quedando el otro de reserva.

Los tubos estarán perfectamente asentados sobre un lecho de hormigón y cubiertos por el mismo material con una capa de 8 cm de espesor. Encima de dicha capa se colocará una cinta de señalización de polietileno y se rellenará la zanja con zahorra debidamente compactada.

El cable a utilizar para cada una de las fases será de una sola pieza, y contará en sus extremos con botellas terminales, aptas para el servicio correspondiente al punto de instalación.

Al realizar el tendido de los conductores, se dejará un pequeño bucle tanto en la arqueta junto al apoyo metálico, como en la de llegada al centro de transformación. Esto evitará tener que empalmar el cable en caso de fallo de una botella terminal. Al objeto de facilitar el tendido y posterior mantenimiento de los conductores, se colocarán arquetas de registro, provistas de marcos y tapa de hierro fundido.

Para la elección de los cables tal y como define esta misma instrucción se deberá tener en cuenta que los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida y cumplirán con las normas UNE 21.123 y UNE 2111002.

Para el cálculo de la sección de los cables se tendrá en cuenta la potencia prevista por el usuario, cumpliendo el criterio de intensidades admisibles, teniendo en cuenta lo que se indica en lo dispuesto en ITC-BT-07 para cables aislados en el interior de tubos enterrados.

1.7. CONDUCTORES Y CABLES ELÉCTRICOS

1.7.1. INTRODUCCIÓN

La conducción eléctrica se va a realizar desde el centro de transformación a los distintos receptores de la instalación. La instalación es de baja tensión y por tanto, se emplearan tensiones normalizadas como indica el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Se empleara unas tensiones nominales en corriente alterna de 230 V entre fase y neutro, y 400 V entre fases, para las redes trifásicas de cuatro conductores.

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

1.7.2. TIPOS DE CONDUCTORES

Se llaman conductores eléctricos a los materiales que puestos en contacto con un cuerpo cargado de electricidad transmite ésta a todos los puntos de su superficie. Los mejores conductores eléctricos son los metales y sus aleaciones. Existen otros materiales, no metálicos, que también poseen la propiedad de conducir la electricidad. Para el transporte de la energía eléctrica, así como para cualquier instalación de uso doméstico o industrial, el metal empleado universalmente es el cobre en forma de cables de uno o varios hilos. Alternativamente se emplea el aluminio, metal que si bien tiene una conductividad eléctrica del orden del 60 % de la del cobre es, sin embargo, un material mucho más ligero, lo que favorece su empleo en líneas de transmisión de energía eléctrica en las redes de alta tensión. Para aplicaciones especiales se utiliza como conductor el oro.

Partes que componen un conductor eléctrico

En los conductores se pueden diferenciar claramente tres partes:

- El alma o elemento conductor.
- El aislamiento.
- Las cubiertas protectoras.

Alma o elemento conductor: Se fabrica en cobre o aluminio y su objetivo es servir de camino a la energía eléctrica desde las centrales generadoras a los centros de distribución (subestaciones, redes y empalmes), para alimentar a los diferentes centros de consumo (industriales, viviendas, centros comerciales, etc.). Dependiendo de la forma cómo esté constituida el alma se puede clasificar los conductores eléctricos de la siguiente manera:

- *Alambre:* Conductor eléctrico cuya alma conductora está formada por un solo elemento o hilo conductor. Se emplea en líneas aéreas, como conductor desnudo o aislado, en instalaciones eléctricas a la intemperie, en conductos o directamente sobre aisladores.
- *Cable:* Conductor eléctrico cuya alma conductora está formada por una serie de hilos conductores o alambres de reducida sección, lo que le otorga una gran flexibilidad.

Aislamiento: El objetivo del aislamiento en un conductor es evitar que la energía eléctrica que circula por él, entre en contacto con las personas, con objetos u otros elementos que forman parte de una instalación. Del mismo modo, el aislamiento debe evitar que conductores de distinta tensión puedan hacer contacto entre sí.

Los materiales aislantes usados desde sus inicios han sido sustancias poliméricas, que en química se definen como un material o cuerpo químico formado por la unión de muchas moléculas idénticas, para formar una nueva molécula más gruesa.

Los diferentes tipos de aislamiento de los conductores están dados por su comportamiento técnico y mecánico, considerando el medio ambiente y las condiciones de canalización a que se verán sometidos los conductores que ellos protegen, resistencia a los agentes químicos, a los rayos solares, a la humedad, a altas temperaturas, llamas, etc. Entre los materiales usados para el aislamiento de conductores podemos mencionar PVC o cloruro de polivinilo, el polietileno o PE, el polietileno reticulado o XLPE, la goma y el caucho.

Cubiertas protectoras: El objetivo fundamental de esta parte en un conductor es proteger la integridad de la aislamiento y del alma conductora contra daños mecánicos, tales como raspaduras, golpes, etc. Si las protecciones mecánicas son de acero, latón u otro material resistente, a ésta se le denomina armadura. Los conductores también pueden estar dotados de una protección de tipo eléctrico formado por cintas de aluminio o cobre. En el caso que la protección, en vez de cinta esté constituida por alambres de cobre, se le denomina pantalla.

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 serán de cobre o de aluminio, y serán siempre aislados, exceptuando cuando vayan montados sobre aisladores, tal y como establece el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, es su instrucción número 19.

Conductor neutro

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

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

Conductores de Protección

Estos conductores sirven para conectar las masas de la instalación con la puesta a tierra. Es decir, son conductores que en condiciones normales no soportan tensión. 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 (mm²)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm²)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2
Se respetará siempre un mínimo de 2.5 mm ² si disponen de protección mecánica y de 4 mm ² si no la tienen.	

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

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

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

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

1.7.3. SECCIÓN DEL CONDUCTOR

En primer lugar se ha de calcular cual va a ser la sección adecuada que ha de tener el conductor a lo largo de la instalación. Esta sección a de cumplir lo establecido en el Reglamento de Baja Tensión. Los factores que influyen y que por lo tanto se han de tener en cuenta a la hora de calcular la sección de los conductores son los siguientes:

- Calentamiento de los conductores.
- Caída de tensión.

Calentamiento de los conductores

La temperatura hace que la resistencia de un conductor varíe, por ejemplo, cuanto más caliente está, más se opone el conductor al paso de la electricidad. Los conductores se calientan por efecto de la propia corriente que por el circula, lo cual se debe a la resistencia del conductor, obviamente, cuanto más elevada es la corriente, mayor será el calentamiento y por tanto, mayor pérdida de energía en forma de calor.

Caída de tensión

La circulación de corriente a través de los conductores, ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable, y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y el extremo de la canalización. Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el Reglamento en cada parte de la instalación, con el objeto de garantizar el funcionamiento de los receptores alimentados por el cable. Este criterio suele ser el determinante cuando las líneas son de larga longitud por ejemplo en derivaciones individuales que alimenten a los últimos pisos en un edificio de cierta altura.

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

1.7.4. CANALIZACIONES

Las canalizaciones eléctricas son los elementos utilizados para conducir los conductores eléctricos entre las diferentes partes de la instalación eléctrica. Las instalaciones eléctricas persiguen proveer de resguardo, seguridad a los conductores a la vez de propiciar un camnio adecuado por donde colocar los conductores.

En general, las canalizaciones se pueden agrupar en cuatro grandes apartados:

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

- Canalizaciones semifijas: El desplazamiento de los equipos se efectuara después de dejarlos sin tensión, aunque permanezcan acoplados a la red. Es el caso de algunos equipos de extracción de minería o de obras públicas.
- Canalizaciones semimóviles: Permiten el desplazamiento ocasional de los equipos bajo tensión durante su funcionamiento. Alimentan aparatos semimóviles, tales como lámparas de pie o máquinas de oficina.
- Canalizaciones móviles: Permiten el desplazamiento de los equipos en tensión durante su funcionamiento. Alimentan aparatos móviles. Por ejemplo, grúas, ascensores, montacargas, equipos de máquinas de extracción de minería cabezales de trabajo de equipos industriales, herramientas portátiles, etc.

Evidentemente, la naturaleza de la canalización determina el tipo de cable adecuado al servicio de que se trate.

En el presente proyecto se ha de utilizar canalización fija. Algunas de estas variantes son: conductores desnudos colocados sobre aisladores, conductores aislados colocados sobre aisladores, conductores aislados bajo molduras, conductores aislados fijados directamente sobre las paredes, etc.

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

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

Tubos protectores

Dependiendo de las actividades que se desarrollen en cada zona y del lugar por donde vayan a ser colocados se podrán elegir algunas de estas opciones: tubos metálicos rígidos blindados, tubos metálicos rígidos blindados con aislamiento interior, tubos aislantes rígidos normales curvables, tubos aislantes flexible normal, tubo PVC rígido, etc.

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

Los tubos deberán soportar como mínimo sin deformación alguna, 60 grados centígrados para los tubos aislantes constituidos por PVC o polietileno y 70 grados centígrados para los tubos metálicos con forros aislantes de papel impregnado.

Canalización bajo tubo protectores

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

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originaran reducciones de sección admisibles.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados estos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes.
- Las conexiones entre conductores se realizaran en el interior de cajas apropiadas de material aislante.

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

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas. La distancia entre estas será, como máximo, de 0,5 metros.
- Es conveniente disponer de tubos normales, siempre que sea posible a una altura mínima de 2,5 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.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o “T” apropiados.

La elección definitiva de los tubos con sus diámetros correspondientes esta especificada en el documento cálculos del presente proyecto, mientras que su emplazamiento y forma de colocación esta especificada en el documento planos.

1.7.5. NORMAS PARA LA ELECCIÓN DE CABLES Y TUBOS

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

- El aislamiento del cable ha de ser tal que asegure en su parte conductora una continuidad eléctrica duradera. Normalmente el aislamiento del cable se determina con los picos de tensión que este tiene que soportar en cualquier momento.
- La sección del cable a colocar en el alumbrado normalmente la determina la caída de tensión (si la longitud no es pequeña). La sección de los conductores de fuerza la determina la corriente a transportar y el calentamiento que esta puede producir, de tal forma que nunca se superen temperaturas determinadas por encima de las cuales el cable se deteriora.
- El cable elegido, teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, será capaz de soportar los cortocircuitos que puedan producirse, mejor que cualquier otra parte de la instalación. Se preverá que la temperatura y los esfuerzos electrodinámicos producidos por el cortocircuito, no deterioren en ningún momento el cable.

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

- Los diámetros de los tubos se eligen de acuerdo a las tablas que aparecen en la instrucción 21 del Reglamento de Electrotécnico de Baja Tensión. En estas tablas viene expresado el diámetro interior mínimo en función del número, clase y sección de los conductores que ha de alojar, según el sistema de instalación y la clase de los tubos.
- Para más de cinco conductores por tubo o para conductores de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, la sección inferior de este, ha de ser como mínimo, igual a tres veces la sección total ocupada por los conductores.
- El trazado de las canalizaciones se hará preferentemente siguiendo líneas paralelas a las verticales y horizontales. Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que se aseguren la continuidad de la protección que proporcionan los conductores.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados estos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes y que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 25 metros. Las conexiones entre los conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante.

1.7.6. CÓDIGOS DE COLORES

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

1.7.7. SOLUCIONES ADOPTADAS

1.7.7.1. CONDUCTORES

Según las características de los elementos a alimentar, así como su ubicación etc. Se han de utilizar distintos tipos de conductores.

Derivación individual

La canalización de la acometida se hará enterrada a una profundidad de 0,7 metros. El conductor utilizado para la distribución de la energía desde el centro de transformación, hasta el cuadro general de distribución será el siguiente:

- Marca: Pirelli; Modelo: ENERGY; Ref: RV-K; Tensión nominal 0,6/1KV.

Instalación interior

- Marca: Pirelli; Modelo: ENERGY; Ref: RV-K; Tensión nominal 0,6/1KV.

Alumbrado emergencia

- Marca: Pirelli; Modelo: ENERGY; Ref: RV-K; Tensión nominal 0,6/1 KV.

Alumbrado de exterior

- Marca: Pirelli; Modelo: ENERGY; Ref: RV-K; Tensión nominal 0,6/1KV.

Los conductores tendrán una sección suficiente para que las caídas de tensión, conforme al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y contada desde el origen de la instalación no excedan del 4,5 % para el alumbrado y del 6,5 % para la fuerza, siendo las intensidades máximas previsibles para cada circuito de la instalación.

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

1.7.7.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS TIPOS DE CONDUCTORES ESCOGIDOS

Todas las características relativas a los conductores elegidos se pueden obtener a través de los catálogos o páginas web de los fabricantes de los mismos.

1.7.7.3. CANALIZACIONES

Líneas generales:

La canalización de las líneas generales de la nave se realizara a través de bandeja portacables de malla de acero galvanizado de dimensiones 400x100mm. Las líneas partirán desde el cuadro general de distribución en el interior de tubos metálicos hasta llegar a la altura de la bandeja, que estará a 4 metros del suelo, y a partir de aquí las líneas se llevarán a los diferentes cuadros auxiliares de nuestra nave a través de la bandeja. Cuando las líneas lleguen a donde están situados los cuadros auxiliares, se bajaran mediante tubos metálicos. Esta bandeja rodeará a toda el área de taller por el interior de la nave, a una altura de 4 metros, como se observa en el apartado Planos.

Líneas secundarias:

La canalización de las líneas que alimentan la maquinaria, se realizará partiendo desde el cuadro secundario correspondiente, subiendo los conductores, en el interior de los tubos metálicos grapados contra la pared hasta la altura de la bandeja. Una vez en la bandeja se distribuirán por la nave, se bajarán por la pared mediante tubo metálico hasta el suelo. Las líneas se llevará a las máquinas mediante canalización subterránea a una profundidad de 0,7 metros.

Las máquinas que estén pegadas a la pared, las líneas se bajarán de la bandeja mediante tubo metálico pegado a la pared.

La canalización de las líneas que alimentan los aparatos de alumbrado se realizarán, partiendo del cuadro correspondiente, subiendo los conductores a través de tubos metálicos grapados a la pared hasta la bandeja. Se llevaran a través de la bandeja que rodea la nave y de aquí se volverán a distribuir bajo tubo colgados del techo.

La canalización de la zona de las oficinas y vestuarios, se realizará a través de tubos de PVC que irán a través de falso techo.

El lugar exacto por donde se han de colocar todas las líneas que van sobre la bandeja, así como en el interior de tubos protectores, vienen representados en el documento del presente proyecto.

1.7.7.4. CONDUCCIONES DE LAS LÍNEAS

Las líneas que parten de cada uno de los cuadros para alimentar los diferentes receptores quedan definidas en las tablas del apartado 1.5 Previsión de cargas de la presente memoria. Cabe definir la nomenclatura utilizada:

- A: línea de alumbrado de la zona oficinas.
- B: línea de alumbrado de la zona de producción.
- E: línea de alumbrado de emergencias.
- TM: línea tomas de corriente monofásica.
- TT: línea tomas de corriente trifásica.

1.8. CUADROS ELÉCTRICOS

1.8.1. INTERCONEXIÓN DE LAS DISTINTAS PARTES DE LA INSTALACIÓN

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

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

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

1.8.2. UBICACIÓN

El cuadro general de distribución deberá instalarse en una zona de servicio a la que no tenga acceso al público, a poder ser en el punto más próximo posible a la entrada de la acometida o derivación individual y se colocaran junto a o sobre él, los dispositivos de mando y protección que se establecen en el apartado siguiente. Cuando no sea posible la instalación de estos cuadros en este punto próximo a la entrada de la acometida, se instalará en dicho punto, y dentro de un armario o cofre, un dispositivo de mando y protección (interruptor automático magnetotérmico) para cada una de las líneas. Estos cuadros estarán separados de los locales donde exista un peligro de incendio por medio de elementos a prueba de incendios y puertas resistentes al fuego.

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

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

1.8.3. COMPOSICIÓN

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección, cuya posición de servicio será vertical, se ubicarán en el interior de los cuadros eléctricos de donde partirán los circuitos interiores, y constarán como mínimo de los siguientes elementos:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento y que éste dotado de elemento de protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Este interruptor servirá de protección general con los situados aguas abajo, con los que deberá estar coordinado para que exista la correspondiente selectividad. Este interruptor deberá llevar asociada una protección diferencial, destinada a la protección contra contactos indirectos. Con esta protección en el origen de la instalación se consigue proteger mediante diferenciales toda la instalación y al mismo tiempo conseguir una elevada continuidad de servicio, pues permite actuar ante un fallo fase-masa en los niveles superiores de distribución, o como protección de los usuarios si alguno de los diferenciales ubicados aguas abajo (en los cuadros secundarios, por ejemplo) quedara fuera de servicio de forma accidental o intencionada. Este diferencial en el origen de la instalación, se encontrará en serie con diferenciales instalados aguas abajo por lo que deberá establecerse la adecuada selectividad y con retardo de tiempo.
- Las líneas que partiendo de estos cuadros alimenten otro cuadro secundario, deberán disponer de dispositivos de corte omnipolar destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Dispositivos de protección contra sobretensiones.
- Si además de estos cuadros parten líneas para la alimentación directa de alguna carga, cada uno de los circuitos deberá contar con los siguientes dispositivos:
 - Dispositivos de corte omnipolar destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
 - Un interruptor diferencial, destinado a la protección contra contactos indirectos en los mencionados circuitos, que deberá establecerse con la correspondiente selectividad respecto a la protección diferencial dispuesta en la cabecera de la instalación.

Cuadros secundarios

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento y que este dotado de elemento de protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Interruptores diferenciales destinados a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos, y selectivos respecto a la protección diferencial colocada aguas arriba.
- Dispositivos de corte omnipolar destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de las diferentes circuitos.
- Dispositivos de protección contra sobretensiones.

1.8.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS CUADROS DE DISTRIBUCIÓN

Las dimensiones del cuadro que se elija para la ubicación de toda la paramenta necesaria para la protección, control y maniobra de los circuitos que partirán de él, axial como del nivel de segregación que se pretenda aplicar, debe ser al menos un 30% superior a la dimensiones obtenidas en su cálculo, posibilitando de esta forma posibles ampliaciones en la instalación.

Las envolventes de los cuadros se ajustaran a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.493-3, con un grado de protección mínimo IP30 según UNE 20.324 y de protección mecánica mínima IK07 según UNE 50.102.

La elección de los cuadros debe realizarse de modo que se permita la sustitución de cualquiera de sus componentes en el mismo tiempo posible, evitando siempre la necesidad de desmontar otros no implicados en la sustitución.

Cada cuadro deberá incluir además un sinóptico con el esquema unifilar correspondiente.

1.8.5. CARACTERÍSTICAS DE LOS CIRCUITOS

De los cuadros generales saldrán las líneas que alimentan directamente aparatos receptores o bien las líneas generales de distribución que conectarán los cuadros secundarios de distribución, de los que partirán los distintos circuitos alimentadores.

Deberán preverse circuitos distintos para las partes de la instalación que es necesario controlar separadamente, tales como alumbrado, tomas de corriente, alimentación de la maquinaria, etc., de forma que no se vean afectados dichos circuitos por el fallo de otros, o incluso por su normal funcionamiento como consecuencia de las perturbaciones que se puedan introducir en la red por parte de algunos receptores.

Todos los circuitos deben quedar identificados en sus puntos extremos, así como en las cajas permanentes, su destino, cuadro de procedencia e interruptor que le protege.

Además para distribución de los circuitos interiores se deberá seguir la pauta marcada en los siguientes puntos:

- Se deben instalar uno o varios interruptores diferenciales, garantizando la protección con sensibilidad máxima de 30 mA en todos los circuitos que estén al acceso de personas (en aquellos otros en los que no sea posible el contacto indirecto, por ejemplo, tramos enterrados, tramos entre cuadros inaccesibles, etc., o en aquellos en los que la continuidad del suministro sea fundamental, podrá admitirse el empleo de diferenciales de sensibilidad 300 mA o superior).
- En los receptores especialmente problemáticos (ya sea por el tipo de corriente que generan, por su potencia, por la probabilidad de fallos de aislamiento, por la posibilidad de fugas, etc.) se optara por utilizar un diferencial para cada receptor, con el objeto de que la actuación del mismo no suponga la desconexión de otras partes de la instalación.

- En las instalaciones para alumbrado de locales o dependencias donde se reúna público en general (por ejemplo, vestíbulos, pasillos, corredores, salas de espera y salas de juntas), el número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas a alimentar, deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en los locales o dependencias que se iluminan alimentadas por dichas líneas. Cada una de estas líneas estarán protegidas en su origen contra sobrecargas, cortocircuitos y contra contactos indirectos.
- Los circuitos para el alumbrado de seguridad, en el caso que alimenten aparatos autónomos, podrán estar conectados al circuito de alumbrado normal, debiendo existir un interruptor manual que permita la desconexión del alumbrado normal sin desconectar el alumbrado de emergencia.

1.9. COMPENSACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

1.9.1. INTRODUCCIÓN

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

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

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

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

1.9.2. VENTAJAS DE UN ELEVADO FACTOR DE POTENCIA

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

- Facilita el suministro de la tensión nominal a los aparatos receptores, tales como motores, lámparas, etc.
- Mejora la regulación de tensión en transformadores, motores, etc.
- Disminuye las pérdidas por calentamiento en los conductores de alimentación.
- Disminuye las pérdidas por calentamiento en los transformadores.
- Permite la obtención de la potencia activa nominal en los transformadores y generadores.
- Libera potencia de los generadores y transformadores, lo que les permite soportar sobrecargas adicionales.

- Evita la pérdida de capacidad de carga de los conductores.
- Disminuye los costes de tarificación de energía eléctrica, por una de estas causas:
 - a) Si existe penalización por actuar con bajo factor de potencia.
 - b) Si existe bonificación por actuar con elevado factor de potencia.

1.9.3. PROCEDIMIENTOS PARA MEJORAR EL FACTOR DE POTENCIA DE UNA INSTALACIÓN

Los procedimientos empleados para mejorar el factor de potencia de una instalación, se pueden dividir en dos grandes grupos:

1.9.3.1. PROCEDIMIENTOS DIRECTOS

Actúan directamente sobre las causas mismas de un bajo factor de potencia, es decir, se procura disminuir el consumo innecesario de energía reactiva, actuando sobre las cargas normales de la instalación.

A continuación se detallan los procedimientos más empleados:

- Elegir el equipo eléctrico de acuerdo con el régimen de funcionamiento de los mecanismos o máquinas accionadas.
- Evitar las marchas en vacío o cargas reducidas de los motores eléctricos instalando limitadores de marchas en vacío y dispositivos de enclavamiento eléctrico que paren el motor correspondiente cuando haya terminado su proceso de funcionamiento.
- Sustituir los motores defectuosos o repararlos.
- Aumentar la utilización de los motores eléctricos, haciendo más racional el proceso tecnológico y el aprovechamiento óptimo del equipo eléctrico.
- Reducir la tensión de alimentación de los motores asíncronos no utilizados al máximo. Si se trata de motores asíncronos de gran potencia, puede ser ventajoso la sustitución por motores síncronos de la misma potencia.
- Sustituir los motores no utilizados al máximo, por máquinas de menor potencia, o aprovechamiento de la potencia sobrante.
- Desconectar los motores fuera de las horas de trabajo.
- Reducir las marchas en vacío o con poca carga, de los transformadores.

1.9.3.2. PROCEDIMIENTOS INDIRECTOS

Consisten en compensar el consumo de energía reactiva, mediante elementos productores de energía, compensando total o parcialmente, la energía reactiva consumida por los aparatos receptores. Los dispositivos utilizados para ello se denominan, en general, compensadores de energía reactiva o compensadora del factor de potencia.

Los compensadores utilizados para mejorar el factor de potencia, se pueden dividir en dos grandes grupos:

- Compensadores giratorios o compensadores síncronos: son máquinas síncronas giratorias, con un régimen de funcionamiento especial.
- Compensadores estáticos: están constituidos por baterías de condensadores conectadas adecuadamente. Se pueden conectar en serie y en paralelo, siendo ésta última la conexión más utilizada. Los efectos de los condensadores instalados en paralelo sobre instalación son, entre otros:
 - Disminución de la corriente de carga.
 - Aumento de la tensión de carga.
 - Suministro de potencia reactiva.
 - Reducción en el sistema de las pérdidas de potencia activa y de potencia reactiva, a causa de la disminución de la corriente de carga.
 - Aumento de la posibilidad de producción de energía activa por los generadores.
 - Reducción de los gastos de instalación por kW instalado.

1.9.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPENSADORES

1.9.4.1. COMPENSADOR SÍNCRONO

- El precio por kVA disminuye cuando crece la potencia instalada.
- La regulación de la potencia reactiva es muy fácil y progresiva.
- Incluso durante la marcha en vacío, el compensador síncrono absorbe una potencia activa apreciable, debido a las pérdidas en vacío (hasta un 5% durante la marcha en vacío).
- Su instalación implica considerables gastos de montaje y de vigilancia.

1.9.4.2. COMPENSADOR ESTÁTICO

- Al estar constituido por elementos de la misma potencia, el precio por kVA permanece constante cualquiera que sea la potencia instalada.
- La regulación de la potencia reactiva no es tan progresiva ni tan fácil de realizar automáticamente como en el caso de un compensador síncrono.
- La potencia activa absorbida es muy pequeña (de 0,3 a 0,5% de su potencia aparente).
- Se suprimen prácticamente todos los gastos de vigilancia y mantenimiento.

- Marcha sin desgaste apreciable, lo que quiere decir gran duración de funcionamiento.
- Posibilidad de fraccionar la potencia instalada y modificación del reparto de las baterías, según necesidades.
- Instalación fácil.
- Si un elemento está fuera de circuito por avería, esto no implica el paro total de la batería de condensadores.

1.9.5. SOLUCIÓN ADOPTADA

Teniendo en cuenta las características de los dos tipos de condensadores anteriormente citados, se ha optado por el compensador estático, es decir, utilizar condensadores para producir la energía reactiva necesaria para compensar la energía reactiva consumida en la instalación eléctrica. Concretamente, se va a instalar una batería de condensadores de la serie CIRVAC VR-6 400/50Hz, en concreto, VR 6/6 150-400, de las siguientes características:

- Potencia: 150 KVAr.
- Tipo: batería automática, repartida en bloques de 10+20+35+55+60 kVAr.
- Tensión: 400V.
- Intensidad: 217 A.
- Peso 108 kg.
- Dimensiones: 615x1330x400 mm.

La unión del conductor de la batería de condensadores se hace mediante un cable de cobre con aislamiento de polietileno reticulado de sección 3x70mm².

Se elige un interruptor automático marca, intensidad nominal 400 A y poder de corte de 20kA para proteger la batería de condensadores.

1.10. PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN

1.10.1. INTRODUCCIÓN

Toda la 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 en ella.

Existen muchos tipos de protecciones, que pueden hacer a una instalación eléctrica completamente segura ante cualquier contingencia, pero hay tres que deben usarse en todo tipo de instalación: de alumbrado, domesticas, de furza, redes de distribución, circuitos auxiliares, etc., ya sea de baja o alta tensión.

En las instalaciones de baja tensión, y de acuerdo con las instrucciones 22, 23 y 24 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, debemos considerar las siguientes protecciones:

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

1.10.2. DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN ELÉCTRICA

Los dispositivos utilizados en el presente proyecto son una combinación entre interruptores diferenciales e interruptores magnetotérmicos.

- *Interruptor diferencial*: El interruptor diferencial es un dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones eléctricas con el fin de proteger a las personas de las derivaciones causadas por faltas de aislamiento entre los conductores y tierra o masa de los aparatos. Es un interruptor que tiene la capacidad de detectar la diferencia entre la corriente de entrada y salida en un circuito. Cuando esta diferencia supera un valor determinado (sensibilidad), para el que está calibrado (30mA, 300mA, etc.), el dispositivo abre el circuito, interrumpiendo el paso de la corriente a la instalación que protege.
- *Interruptor magnetotérmico*: El interruptor magnetotérmico es un dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones eléctricas con el fin de protegerlas frente a las intensidades excesivas, producidas como consecuencia de cortocircuitos o por el excesivo número de elementos de consumo conectados a ellas. Su funcionamiento se basa en dos de los efectos producidos por la circulación de corriente eléctrica en un circuito: el magnético y el térmico (efecto Joule). El dispositivo consta, por tanto, de dos partes, un electroimán y una lámina bimetálica, conectadas en serie y por las que circula la corriente que va hacia la carga.

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

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

1.10.3. PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN

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

Cuando se disponen varios interruptores en serie, generalmente se requiere que estos sean selectivos. Un dispositivo de protección se considera selectivo cuando solamente dispara el interruptor inmediatamente anterior al punto defectuoso, tomando como base el sentido del flujo de la energía. En caso de fallar el interruptor, tiene que actuar otro de orden superior. (Protección de reserva).

La selectividad de las protecciones es un elemento esencial que debe ser tomado en cuenta desde el momento de la concepción de una instalación de baja tensión, con el fin de garantizar a los usuarios la mejor disponibilidad de la energía. Se entiende por tiempo de escalonamiento, el intervalo de tiempo necesario para que dispare con seguridad sólo el elemento de protección anterior al punto de defecto. Las características de disparo de los diversos elementos de protección no deben entrecruzarse.

Una selección no selectiva está expuesta a riesgos de diversa gravedad:

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

1.10.3.1. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS

Se denomina sobrecarga, al paso de una intensidad superior a la nominal de la instalación. Esta corriente 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 aumento de la intensidad. La consecuencia más directa de la sobrecarga, es una elevación de la temperatura, que por otra parte es la causa directa de los desperfectos que pueda ocasionar la sobrecarga de la instalación.

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

Las protecciones que se utilizan contra las sobrecargas, se tratan esencialmente de una protección térmica, o sea, basada en la medición directa o indirecta de la temperatura del objeto que se ha de proteger, permitiendo además la utilización racional de la capacidad de sobrecarga de este mismo objeto .

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

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

1.10.3.2. PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS

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

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

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

Desde otro punto de vista, los cortocircuitos pueden ser: monofásicos (el 80% de los casos), bifásicos (el 15% de los casos) y trifásicos (el 5% de los casos). Los bifásicos suelen degenerar en trifásicos.

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

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación.

Se admite, no obstante que, cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecarga, mientras que un solo dispositivo general, pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

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

Todo dispositivo que asegure la protección contra cortocircuito debe responder a las dos siguientes condiciones:

1. Su poder de ruptura deber ser por lo menos, igual a la corriente de cortocircuito presunta en el punto en que se encuentra instalado. Puede admitirse un dispositivo de poder de ruptura inferior, si hay instalado por delante otro con el poder de ruptura inferior, si hay instalado por delante otro con el poder de ruptura necesario y están coordinados, de forma que la energía que dejan pasar no sea superior a la que soporta sin daño el segundo dispositivo y las canalizaciones protegidas por él.
2. El tiempo de ruptura de toda la corriente resultante de un corto circuito producido en un punto cualquiera del circuito, no debe ser superior al tiempo que se requiere para llevar la temperatura de los conductores al límite admisible.

Consecuencia de los cortocircuitos

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

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

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

Según el circuito afectado, pueden presentarse:

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

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

Para los otros circuitos eléctricos de la red afectada o redes próximas:

- Bajadas de tensión durante el tiempo de la eliminación del defecto, de algunos milisegundos a varias centenas de milisegundos.
- Desconexión de una parte más o menos importante de la instalación, según el esquema y la selectividad de sus protecciones.
- Inestabilidad dinámica y pérdida de sincronismo de las máquinas.
- Perturbaciones en los circuitos de mando y control.

1.10.3.3 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

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

Corriente de cortocircuito máxima

Estas corrientes corresponden a un cortocircuito en los bornes de salida del dispositivo de protección, considerando la configuración de la red y el tipo de cortocircuito de mayor aporte. En general, en las instalaciones de baja tensión el tipo de cortocircuito de mayor aporte es el trifásico.

Estas corrientes se utilizan para determinar:

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

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

$$I_{ccmax} = \frac{C \times U_n}{(\sqrt{3})} \times \frac{1}{Z_d}$$

Donde:

I_{ccmax} : Corriente de cortocircuito eficaz en A.

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

U_n : Tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.

Z_d : Impedancia directa por fase de la red aguas arriba del defecto en ohmios.

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

$$PdC \geq I_{ccmax}$$

Siendo el pdc el poder de corte de los interruptores magnetotérmicos.

Corriente de cortocircuitos mínima

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

Estas corrientes se utilizan para determinar:

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

Esta corriente se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc \min} = \frac{C \times U_n \times \sqrt{3}}{2 \times Z_{d_nueva} + Z_o}$$

Donde:

$I_{cc \min}$: Corriente de cortocircuito eficaz en A.

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

U_n : Tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.

Z_{d_nueva} : Impedancia directa en ohmios, teniendo en cuenta la temperatura de cortocircuito que es de 250°C.

Z_o : Impedancia homopolar en ohmios.

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

$$I_{\text{calculado}} \leq I_{\text{nominal}} \leq I_{\text{admisible}}$$

Donde:

- $I_{\text{calculado}}$: Es la intensidad prevista partiendo de la previsión de cargas que va a ser alimentada por la línea en la que está la protección, su tensión y el factor de potencia. Por tanto se puede determinar de la siguiente manera:

$$I_{\text{calculado}} = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi}$$

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

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

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

- Iccmin Mayor o igual que 5 In: La curva es de tipo B.
- Iccmin Mayor o igual que 10 In: La curva es de tipo C.
- Iccmin Mayor o igual que 20 In: La curva es de tipo D.

Calculo de las impedancias

- Calculo de Zd (impedancia directa)

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

- Un elemento resistivo puro R.
- Un elemento inductivo puro X, llamado reactancia.

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

$$Z_d = Z_a + Z_t + Z_l + Z_{aut}$$

- **Calculo de Za**

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

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

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

Donde:

- U: Tensión en vacío del secundario del transformador en voltios.
- S_{cc}: Potencia de cortocircuito en MVA.
- Z_a: Impedancia aguas arriba del defecto jΩ. Es totalmente inductiva.

- Cálculo de Zt

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

$$Z_t = X = U_{cc} \times \frac{U^2}{S}$$

Donde:

U_{cc}: Tensión de cortocircuito en %.

S: Potencia nominal del transformador en Kva.

Z_t: Impedancia del transformador en jΩ. Es totalmente inductiva.

La resistencia del transformador se puede considerar despreciable. La resistencia y reactancia de todo la aparamenta de alta tensión también lo podemos considerar despreciable.

- Cálculo de Zl

Esta impedancia representa a los conductores de la instalación. La resistencia de los conductores se calculará según la fórmula:

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

Donde:

R: Resistencia del conductor en ohmios.

ρ : Resistividad del material. La de un conductor de cobre a 20°C es de 0,01724 Ω x mm²/m y la de un conductor de aluminio a 20°C es de 0,02857 Ωxmm²/m.

L= Longitud del conductor.

S= Sección por fase del conductor.

Para secciones iguales o inferiores a 150mm². se podrá despreciar siempre la reactancia de la línea.

- Cálculo de Zaut

Esta impedancia representa los automatismos (protecciones, relés, bobinas...) de aguas arriba. El valor de la impedancia de cada automatismo es de 0,15 jmΩ.

$$Z_{aut} = X_{aut} = \text{Numero_de_automatismos} \times 0,15 \text{jm}\Omega$$

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

- **Calculo de Z_d _nueva**

Con el objetivo de determinar la curva del interruptor magnetotérmico, se procede a calcular la nueva impedancia directa. Para ello se debe tener en cuenta la impedancia directa de la línea más desfavorable, es decir, también hay que tener en cuenta las impedancias aguas abajo. Otra novedad es que para calcular la nueva impedancia de la línea, hay que calcularla a temperatura de cortocircuito (250°C). Para ello se hace la siguiente transposición:

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

Donde:

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

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

Por tanto:

$$Zd_{\text{nueva}} = Za + Zt + Zl_{250^{\circ}\text{C}} + Zaut$$

- **Calculo de Zo (impedancia homopolar).**

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

$$Zo = Zao + Zto + Zlo + Zauto$$

Donde:

$$Zao = 0$$

$$Zto = Zt$$

$$Zlo = 3 \times Zl_{250^{\circ}\text{C}}$$

$$Zauto = 3 \times Zaut$$

1.10.3.4. COORDINACIÓN DE PROTECCIONES

Si el dispositivo de protección contra las sobrecargas posee un poder de corte al menos igual a la corriente de cortocircuito supuesta en el punto donde éste instalado, se considera que asegura igualmente la protección contra las corrientes de cortocircuito de la canalización situada en el lado de carga de este punto (puede no ser válido para interruptores automáticos no limitadores, cuyo caso habría que verificar la condición de tiempo máximo de disparo).

Cuando se utilizan protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos por protecciones distintas, las características de los dispositivos deben estar coordinadas, de tal forma que la energía que deja pasar el dispositivo de protección contra los cortocircuitos no sea superior a la que pueda soportar sin daño el dispositivo de protección contra las sobrecargas.

1.10.4. PROTECCIÓN DE LAS PERSONAS

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

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

Se han realizado diversos estudios para determinar con exactitud, los valores peligrosos de intensidad y tiempo, trazándose de esta forma curvas límites de tiempo-corriente para diferentes grados de peligrosidad. En general, valores inferiores a 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 Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión fija estos valores en:

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

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

1.10.4.1. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

Para que se pueda considerar correcta la protección contra contactos directos, se tomarán en cuenta las siguientes medidas:

- Alejamiento de las partes activas de la instalación, eliminado la posibilidad de un contacto fortuito con las manos o por la manipulación de objetos conductores cuando estos se utilicen habitualmente cerca de la instalación.
- Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Por ejemplo, armarios eléctricos aislantes o barreras de protección. Si los obstáculos son metálicos, se deben tomar también de protecciones previstas contra contactos indirectos en los mismos.

- Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de un aislamiento apropiado capaz de conservar sus propiedades con el tiempo. No se consideran materiales aislantes apropiados la pintura, los barnices, las lacas o productos similares.

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

1.10.4.2. PROTECCIÓN 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, pueden ser de las siguientes clases:

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

Adoptaremos una protección contra contactos indirectos de la clase B, conductores de protección puestos a tierra, combinados con interruptores diferenciales.

Las tomas de tierra tienen como objetivo evitar que cualquier equipo descargue su potencial eléctrico a tierra, a través de nuestro cuerpo. En condiciones normales, cualquier equipo puede tener en sus partes metálicas una carga eléctrica, bien por electricidad estática o bien por una derivación, para evitar precisamente una descarga eléctrica cuando se toca dicho equipo se exige que este tenga sus partes metálicas puestas a tierras.

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

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

En locales secos: $R \leq (50 / I_s)$
 En locales húmedos o mojados: $R \leq (24 / I_s)$
 Siendo la I_s la sensibilidad en miliamperios.

1.10.5. SOLUCIÓN ADOPTADA

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

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

Se instalarán interruptores diferenciales de diferentes sensibilidades según sea el caso:

En líneas de fuerza $I_s = 300\text{mA}$

En líneas de alumbrado $I_s = 30\text{ mA}$

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

A 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 se incluye en todas las derivaciones del embarrado y cuadros auxiliares que siguen a estas derivaciones, de forma que no pueda tener lugar ninguna electrocución o defecto peligroso.

La protección diferencial debe ser selectividad 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.

Las características de las protecciones utilizadas son las siguientes:

Cuadro general de distribución

Entrada:

Sección del cable: $3 \times 3 \times 240 / 3 \times 120\text{ mm}^2$.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:

Características principales:

- Calibre: 1600 A.
- Poder de corte: 50 kA.
- Nº de polos: III + N.
- Curva: B

Salidas:*Línea Cuadro auxiliar 1:*

Sección del cable: 3 x 10/10 +TT 10 mm².

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 80 A.
 - Poder de corte: 25 kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: C.

- Interruptor diferencial:
Características principales:
 - Calibre: 80 A.
 - Sensibilidad: 300 mA retardo 0,1s.
 - N° de polos: III + N.

Línea Cuadro auxiliar 2:

Sección del cable: 3 x 4/4 +TT 4 mm².

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 40 A.
 - Poder de corte: 25 kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: C.

- Interruptor diferencial:
Características principales:
 - Calibre: 40 A.
 - Sensibilidad: 300 mA retardo 0,1s.
 - N° de polos: III + N.

Línea Cuadro auxiliar 3:

Sección del cable 3 x 16/16 + TT 16 mm².

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 100 A.
 - Poder de corte: 25 kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: C.

- Interruptor diferencial:
Características principales:
 - Calibre: 100 A.
 - Sensibilidad: 300 mA retardo 0,1s.
 - N° de polos: III + N.

Línea Cuadro auxiliar 4:

Sección del cable 3 x 25/16 + TT 16 mm².

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 125 A.
 - Poder de corte: 25 kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: C.

- Interruptor diferencial:
Características principales:
 - Calibre: 125 A.
 - Sensibilidad: 300 mA retardo 0,1s.
 - N° de polos: III + N.

Línea Cuadro auxiliar 5:

Sección del cable 3 x 6/6 + TT 6 mm².

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 80 A.
 - Poder de corte: 25 kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: C.

- Interruptor diferencial:
Características principales:
 - Calibre: 80 A.
 - Sensibilidad: 300 mA retardo 0,1s.
 - N° de polos: III + N.

Línea Cuadro auxiliar 6:

Sección del cable 3 x 70/35 + TT 35 mm².

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 250 A.
 - Poder de corte: 36 kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: C.

- Interruptor diferencial:
Características principales:
 - Calibre: 250 A.
 - Sensibilidad: 300 mA retardo 0,1s.
 - N° de polos: III + N.

Línea Cuadro auxiliar 7:

Sección del cable 3 x 50/25 + TT 25 mm².

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 200. A.
 - Poder de corte: 36 kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: C.

- Interruptor diferencial:
Características principales:
 - Calibre: 200 A.
 - Sensibilidad: 300 mA retardo 0,1s.
 - N° de polos: III + N.

Línea Cuadro auxiliar 8:

Sección del cable 3 x 10/10 + TT 10 mm².

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 100 A.
 - Poder de corte: 25 kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: C.

- Interruptor diferencial:
 - Características principales:
 - Calibre: 100 A.
 - Sensibilidad: 300 mA retardo 0,1s.
 - N° de polos: III + N.

Subcuadro CT::

- Sección del cable 3 x 6/6 + TT 6 mm².
- Interruptor automático magnetotérmico:
 - Características principales:
 - Calibre: 16 A.
 - Poder de corte: 25 kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: C.

 - Interruptor diferencial:
 - Características principales:
 - Calibre: 25 A.
 - Sensibilidad: 300 mA retardo 0,1s.
 - N° de polos: III + N.

Línea Batería Condensadores:

- Sección del cable 3 x 70/50 + TT 50 mm².
- Interruptor automático magnetotérmico:
 - Características principales:
 - Calibre: 320 A.
 - Poder de corte: 36 kA.
 - N° de polos: III + N.
 - Curva: C.

Cuadro auxiliar 1:

Entrada:

Sección del cable: 3 x 10/10 +TT 10 mm².

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca Merlin Gerin:

Características principales:

- Calibre: 80 A.
- Poder de corte: 6 kA.
- N° de polos: III + N.
- Curva: B

Salidas:

- Interruptor diferencial
Características principales:
 - Calibre: 63 A.
 - Sensibilidad: 30mA.
 - N° de polos: I + N.

- Interruptor diferencial:
Características principales:
 - Calibre: 25 A.
 - Sensibilidad: 30 mA retardo 0,1s.
 - N° de polos: I + N.

- Interruptor diferencial
 - Calibre: 25 A.
 - Sensibilidad: 300 mA retardo 0,1s.
 - N° de polos: III+N

Circuito 1.1:

Sección del cable: 1x1,5 /1,5 +TT 1,5 mm²

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 10 A.
 - Poder de corte: 6kA.
 - N° de polos: I + N
 - Curva: C.

Circuito 1.2:

Sección del cable: 1x1,5/1,5 + TT 1,5 mm²

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 10 A.
 - Poder de corte: 6kA.
 - N° de polos: I + N
 - Curva: C.

Circuito 1.3:

Sección del cable: $1 \times 1,5/1,5 + TT 1,5 \text{ mm}^2$

- Interruptor automático magnetotérmico:

Características principales:

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

Circuito 1.4:

Sección del cable: $1 \times 1,5/1,5 + TT 1,5 \text{ mm}^2$

- Interruptor automático magnetotérmico:

Características principales:

- Calibre: 4 A.
- Poder de corte: 6kA.
- N° de polos: I + N
- Curva: C.

Circuito 1.5:

Sección del cable: $1 \times 1,5/1,5 + TT 1,5 \text{ mm}^2$

- Interruptor automático magnetotérmico:

Características principales:

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

Circuito 1.6:

Sección del cable: $1 \times 1,5 / 1,5 + TT 1,5 \text{ mm}^2$

- Interruptor automático magnetotérmico:

Características principales:

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

Emergencias 1:

Sección del cable: $1 \times 1,5/1,5 + TT 1,5 \text{ mm}^2$

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 1 A.
 - Poder de corte: 6kA.
 - N° de polos: I + N
 - Curva: C.

Emergencias 2:

Sección del cable: $3 \times 1,5/1,5 + TT 1,5 \text{ mm}^2$

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 1 A.
 - Poder de corte: 6kA.
 - N° de polos: I + N
 - Curva: C.

Emergencias 3:

Sección del cable: $1 \times 1,5/1,5 + TT 1,5 \text{ mm}^2$

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 1 A.
 - Poder de corte: 6kA.
 - N° de polos: I + N
 - Curva: C.

Emergencias 4:

Sección del cable: $1 \times 1,5/1,5 + TT 1,5 \text{ mm}^2$

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 1 A.
 - Poder de corte: 6kA.
 - N° de polos: I + N
 - Curva: C.

Emergencias 5:

Sección del cable: $1 \times 1,5/1,5 + TT 1,5 \text{ mm}^2$

- Interruptor automático magnetotérmico:

Características principales:

- Calibre: 1 A.
- Poder de corte: 6kA.
- N° de polos: I + N
- Curva: C.

Emergencias 6:

Sección del cable: $1 \times 1,5/1,5 + TT 1,5 \text{ mm}^2$

- Interruptor automático magnetotérmico:

Características principales:

- Calibre: 1 A.
- Poder de corte: 6kA.
- N° de polos: I + N
- Curva: C.

Circuito T1F:

Sección del cable: $3 \times 2,5/2,5 + TT 2,5 \text{ mm}^2$

- Interruptor automático magnetotérmico:

Características principales:

- Calibre: 6 A.
- Poder de corte: 6kA.
- N° de polos: III + N
- Curva: C.

Circuito T1F:

Sección del cable: $3 \times 2,5/2,5 + TT 2,5 \text{ mm}^2$

- Interruptor automático magnetotérmico:

Características principales:

- Calibre: 6 A.
- Poder de corte: 6kA.
- N° de polos: III + N
- Curva: C.

Cuadro auxiliar 2

Entrada:

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

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 40 A.
 - Poder de corte: 6 KA.
 - Nº de polos: III+N
 - Curva B.

Salidas:

- Interruptor Diferencial
Características principales:
 - Calibre: 40 A.
 - Sensibilidad: 30mA.
 - Nº de polos: I+N
- Interruptor Diferencial
Características principales:
 - Calibre: 25 A.
 - Sensibilidad: 30 mA.
 - Nº de polos: I+N
- Interruptor Diferencial
Características principales:
 - Calibre: 25 A.
 - Sensibilidad: 300mA.
 - Nº de polos: III+N

Circuito 2.1:

Sección del cable: $1 \times 1,5/1,5 + TT 1,5 \text{ mm}^2$

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 10 A.
 - Poder de corte: 6kA.
 - Nº de polos: I + N
 - Curva: C.

Circuito 2.2:Sección del cable: 1x1,5/1,5+TT 1,5 mm²**- Interruptor automático magnetotérmico:**

Características principales:

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

Circuito 2.3:Sección del cable: 1x1,5/1,5+TT 1,5 mm²**- Interruptor automático magnetotérmico:**

Características principales:

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

Emergencias 1:Sección del cable: 1x1,5/1,5+TT 1,5 mm²**- Interruptor automático magnetotérmico:**

Características principales:

- Calibre: 1 A.
- Poder de corte: 6kA.
- N° de polos: I + N
- Curva: C.

Emergencias 2:Sección del cable: 1x1,5/1,5+TT 1,5 mm²**- Interruptor automático magnetotérmico:**

Características principales:

- Calibre: 1 A.
- Poder de corte: 6kA.
- N° de polos: I + N
- Curva: C.

Emergencias 3:Sección del cable: 1x1,5/1,5+TT 1,5 mm²

- Interruptor automático magnetotérmico:

Características principales:

- Calibre: 1 A.
- Poder de corte: 6kA.
- N° de polos: I + N
- Curva: C.

Circuito tomas 1F:Sección del cable: 3x2,5/2,5+TT 2,5 mm²

- Interruptor automático magnetotérmico:

Características principales:

- Calibre: 6 A.
- Poder de corte: 6kA.
- N° de polos: III + N
- Curva: C.

Cuadro auxiliar 3**Entrada:**Sección del cable: 3 x 16/16 + TT 16 mm².

- Interruptor automático magnetotérmico:

Características principales:

- Calibre:100 A.
- Poder de corte:10 kA.
- N° de polos:III + N
- Curva C

Salidas:

- Interruptor Diferencial

Características principales:

- Calibre:25 A.
- Sensibilidad:300 mA.
- N° de polos: III+N

- Interruptor Diferencial

Características principales:

- Calibre:63 A.
- Sensibilidad:300 mA.
- N° de polos: III+N

- Interruptor Diferencial

Características principales:

- Calibre: 40 A.
- Sensibilidad: 300 mA.
- N° de polos: III+N

Circuito 3.1:

Sección del cable: $3 \times 1,5/1,5 + TT 1,5 \text{ mm}^2$

- Interruptor automático magnetotérmico:

Características principales:

- Calibre: 4 A.
- Poder de corte: 10kA.
- N° de polos: III + N
- Curva: D.

Circuito 3.2:

Sección del cable: $3 \times 1,5/1,5 + TT 1,5 \text{ mm}^2$

- Interruptor automático magnetotérmico:

Características principales:

- Calibre: 4 A.
- Poder de corte: 10kA.
- N° de polos: III + N
- Curva: D.

Circuito 3.3:

Sección del cable: $3 \times 1,5/1,5 + TT 1,5 \text{ mm}^2$

- Interruptor automático magnetotérmico:

Características principales:

- Calibre: 4 A.
- Poder de corte: 10kA.
- N° de polos: III + N
- Curva: D.

Circuito 3.4:

Sección del cable: 3x6/6+ TT 6 mm²

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 40 A.
 - Poder de corte: 10kA.
 - N° de polos: III + N
 - Curva: D.

Circuito 3.5:

Sección del cable: 3x1,5/1,5+ TT 1,5 mm²

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 16 A.
 - Poder de corte: 10kA.
 - N° de polos: III + N
 - Curva: D.

Circuito 3.6:

Sección del cable: 3x6/6+ TT 6 mm²

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 16 A.
 - Poder de corte: 10kA.
 - N° de polos: III + N
 - Curva: D.

Circuito 3.7:

Sección del cable: 3x1,5/1,5+ TT 1,5 mm²

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 10 A.
 - Poder de corte: 10kA.
 - N° de polos: III + N
 - Curva: D.

Cuadro auxiliar 4

Entrada:

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

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 125 A.
 - Poder de corte: 10 kA.
 - Nº de polos: III+N
 - Curva C

Salidas:

- Interruptor Diferencial
Características principales:
 - Calibre: 40 A.
 - Sensibilidad: 300 mA.
 - Nº de polos: III+N
- Interruptor Diferencial
Características principales:
 - Calibre: 40 A.
 - Sensibilidad: 300 mA.
 - Nº de polos: III+N
- Interruptor Diferencial
Características principales:
 - Calibre: 25 A.
 - Sensibilidad: 300 mA.
 - Nº de polos: III+N

Circuito 4.1:

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

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 40A.
 - Poder de corte: 10kA.
 - Nº de polos: III+ N
 - Curva: D.

Circuito 4.2:

Sección del cable: $3 \times 1,5/1,5 + TT \ 1,5 \text{ mm}^2$

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:

- Calibre: 40 A.
- Poder de corte: 10kA.
- N° de polos: III + N
- Curva: D.

Circuito 4.3:

Sección del cable: $3 \times 1,5/1,5 + TT \ 1,5 \text{ mm}^2$

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:

- Calibre: 6 A.
- Poder de corte: 10kA.
- N° de polos: III + N
- Curva: D.

Circuito 4.4:

Sección del cable: $3 \times 1,5/1,5 + TT \ 1,5 \text{ mm}^2$

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:

- Calibre: 4 A.
- Poder de corte: 10kA.
- N° de polos: III + N
- Curva: D.

Circuito 4.5:

Sección del cable: $3 \times 1,5/1,5 + TT \ 1,5 \text{ mm}^2$

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:

- Calibre: 10 A.
- Poder de corte: 10kA.
- N° de polos: III + N
- Curva: D.

Cuadro auxiliar 5

Entrada:

Sección del cable: 3x6/6 + TT 6 mm²

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 80 A.
 - Poder de corte: 6 kA.
 - N° de polos: III+N
 - Curva D

Salidas:

- Interruptor Diferencial
Características principales:
 - Calibre: 25 A.
 - Sensibilidad: 300 mA.
 - N° de polos: III+N
- Interruptor Diferencial
Características principales:
 - Calibre: 25 A.
 - Sensibilidad: 300 mA.
 - N° de polos: III+N
- Interruptor Diferencial
Características principales:
 - Calibre: 25 A.
 - Sensibilidad: 300 mA.
 - N° de polos: III+N
- Interruptor Diferencial
Características principales:
 - Calibre: 25 A.
 - Sensibilidad: 300 mA.
 - N° de polos: III+N

Circuito 5.1:

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

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 16 A.
 - Poder de corte: 6kA.
 - Nº de polos: III + N
 - Curva: D.

Circuito 5.2:

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

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 16 A.
 - Poder de corte: 6kA.
 - Nº de polos: III + N
 - Curva: D.

Circuito 5.3:

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

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 16 A.
 - Poder de corte: 6kA.
 - Nº de polos: III + N
 - Curva: D.

Circuito 5.4:

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

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 6 A.
 - Poder de corte: 6kA.
 - Nº de polos: III + N
 - Curva: D.

Circuito 5.5:Sección del cable: $3 \times 6/6 + 6 \text{ TT mm}^2$

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 10 A.
 - Poder de corte: 6kA.
 - N° de polos: III+ N
 - Curva: D.

Cuadro auxiliar 6**Entrada:**Sección del cable: $3 \times 70/35 + \text{TT } 35 \text{ mm}^2$

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 250A
 - Poder de corte: 36 kA
 - N° de polos: III + N
 - Curva D

Salidas:

- Interruptor Diferencial
Características principales:
 - Calibre: 80 A.
 - Sensibilidad: 300 mA.
 - N° de polos: III+N
- Interruptor Diferencial
Características principales:
 - Calibre: 80 A.
 - Sensibilidad: 300 mA.
 - N° de polos: III+N
- Interruptor Diferencial
Características principales:
 - Calibre: 80 A.
 - Sensibilidad: 300 mA.
 - N° de polos: III+N
- Interruptor Diferencial
Características principales:
 - Calibre: 25 A.
 - Sensibilidad: 300 mA.
 - N° de polos: III+N

Circuito 6.1:Sección del cable: $3 \times 10/10 + TT 10 \text{ mm}^2$

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 80 A.
 - Poder de corte: 20kA.
 - Nº de polos: III + N
 - Curva: D.

Circuito 6.2:Sección del cable: $3 \times 10/10 + TT 10 \text{ mm}^2$

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 80 A.
 - Poder de corte: 20kA.
 - Nº de polos: III + N
 - Curva: D.

Circuito 6.3:Sección del cable: $3 \times 10/10 + TT 10 \text{ mm}^2$

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 80 A.
 - Poder de corte: 20kA.
 - Nº de polos: III + N
 - Curva: D.

Circuito Tomas 3F:Sección del cable: $3 \times 2,5/2,5 + TT 2,5 \text{ mm}^2$

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 6 A.
 - Poder de corte: 20kA.
 - Nº de polos: III + N
 - Curva: D.

Cuadro auxiliar 7

Entrada:

Sección del cable: $3 \times 50/25 + TT 25 \text{ mm}^2$

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 200A
 - Poder de corte: 36kA
 - N° de polos: III+N
 - Curva C

Salidas:

- Interruptor Diferencial
Características principales:
 - Calibre: 80 A.
 - Sensibilidad: 300 mA.
 - N° de polos: III+N

- Interruptor Diferencial
Características principales:
 - Calibre: 80 A.
 - Sensibilidad: 300 mA.
 - N° de polos: III+N

- Interruptor Diferencial
Características principales:
 - Calibre: 25 A.
 - Sensibilidad: 300 mA.
 - N° de polos: III+N

Circuito 7.1:

Sección del cable: $3 \times 10/10 + TT 10 \text{ mm}^2$

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 80 A.
 - Poder de corte: 10kA.
 - N° de polos: III+ N
 - Curva: D.

Circuito 7.2:Sección del cable: $3 \times 10/10 + TT 10 \text{ mm}^2$

- Interruptor automático magnetotérmico:

Características principales:

- Calibre: 80 A.
- Poder de corte: 10kA.
- N° de polos: III + N
- Curva: D.

Circuito Tomas 3F:Sección del cable: $3 \times 2,5/2,5 + TT 2,5 \text{ mm}^2$

- Interruptor automático magnetotérmico:

Características principales:

- Calibre: 6 A.
- Poder de corte: 10kA.
- N° de polos: III + N
- Curva: D.

Cuadro auxiliar 8**Entrada:**Sección del cable: $3 \times 10/10 + TT 10 \text{ mm}^2$

- Interruptor automático magnetotérmico:

Características principales:

- Calibre: 100A
- Poder de corte: 10kA
- N° de polos: III+N
- Curva B.

Salidas:

- Interruptor Diferencial

Características principales:

- Calibre: 25 A.
- Sensibilidad: 300 mA.
- N° de polos: III+N

- Interruptor Diferencial

Características principales:

- Calibre: 25 A
- Sensibilidad: 30 mA.
- N° de polos: III+N

- Interruptor Diferencial
Características principales:
 - Calibre: 63 A
 - Sensibilidad: 30 mA.
 - Nº de polos: III+N

- Interruptor Diferencial
Características principales:
 - Calibre: 25 A
 - Sensibilidad: 30 mA.
 - Nº de polos: I+N

Circuito 8.1:

Sección del cable: $3 \times 2,5/2,5 + TT 2,5 \text{ mm}^2$

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 6 A.
 - Poder de corte: 6kA.
 - Nº de polos: III + N
 - Curva: C.

Circuito 8.2:

Sección del cable: $3 \times 2,5/2,5 + TT 2,5 \text{ mm}^2$

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 6 A.
 - Poder de corte: 6kA.
 - Nº de polos: III + N
 - Curva: C.

Circuito 8.3:

Sección del cable: $3 \times 2,5/2,5 + TT 2,5 \text{ mm}^2$

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 6 A.
 - Poder de corte: 6kA.
 - Nº de polos: III + N
 - Curva: C.

Circuito 8.4:

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

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 6 A.
 - Poder de corte: 6kA.
 - Nº de polos: III + N
 - Curva: C.

Circuito 8.5:

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

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 63 A.
 - Poder de corte: 6kA.
 - Nº de polos: III + N
 - Curva: C.

Circuito 8.6:

Sección del cable: $1 \times 1,5/1,5 + TT 1,5 \text{ mm}^2$

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 1 A.
 - Poder de corte: 6kA.
 - Nº de polos: I + N
 - Curva: C.

1.11. PUESTA A TIERRA**1.11.1. INTRODUCCIÓN**

Las puestas a tierra se establecen con el objeto 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.

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

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

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

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

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

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

1.11.2. CARACTERÍSTICAS DE LA PUESTA A TIERRA

La denominación ´ puesta a tierra ` comprende toda la instalación 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 de las corrientes de falta, o las de las descargas de origen atmosférico.

Los estudios de las puestas a tierra deberán considerar:

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

Para ello es necesario conocer:

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

1.11.3. COMPONENTES DE LA PUESTA A TIERRA

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

El terreno

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

Este comportamiento viene determinado por la resistividad, que es una característica de todos los materiales y que nos da una idea de la resistencia que ofrece un material al ser atravesado por una corriente eléctrica.

Los cuerpos que tienen una resistividad muy baja, dejan pasar fácilmente la corriente eléctrica, y los materiales que tienen una resistividad alta, se oponen al paso de corriente.

La resistividad depende de cada terreno y se mide en ohmios por metro.

Como los terrenos no suelen ser uniformes en cuanto a su composición, un determinado terreno tendrá una resistividad aparente que promedia los efectos de las diferentes capas que componen el terreno.

La investigación de las características eléctricas del terreno es un requerimiento de la instrucción MIE-RAT-13-2, para realizar el proyecto de una instalación de puesta a tierra, con la excepción de las instalaciones de tercera categoría e intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 KA, donde la investigación de las características (MIE-RAT-13-4) se sustituye por un examen visual del terreno, pudiéndose estimar la resistividad por los valores que para diferentes terrenos se indican en las tablas de la citada instrucción.

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

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

Tomas de tierra

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

La toma de tierra consta de tres partes fundamentales:

1. *Electrodos*

Son la masa metálica que se encuentra en contacto permanente con el terreno para facilitar a este el paso de corrientes de defecto, o la carga eléctrica que pueda tener.

Pueden ser naturales o artificiales; los electrodos naturales, suelen estar constituidos por conducciones metálicas enterradas, como conducciones de agua, cubiertas de plomo de cables de redes subterráneas, pilares metálicos de los edificios que se construyen con estructuras metálicas, etc. Los electrodos artificiales pueden ser barras (picas), tubos, placas metálicas, cables, u otros perfiles que a su vez puedan combinarse formando anillos o mallas.

De la sección en contacto con el terreno dependerá el valor de la resistencia a tierra. En general, la sección de un electrodo no debe ser inferior a $\frac{1}{4}$ de la sección del conductor de línea principal de tierra.

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

2. *Líneas de enlace con tierra*

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

3. *Puntos de puesta a tierra*

El elemento de la puesta a tierra, es el situado fuera del terreno y que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra. El punto de puesta a tierra es un elemento de conexión, placa, regleta, grapa, etc. que une los conductores de la línea de enlace con la principal de tierra. El número de puntos de puesta a tierra conectados al mismo electrodo o conjunto de ellos dependerá del tipo de instalación.

Línea principal de tierra

Es la parte del circuito de puesta a tierra del edificio, que está formado por conductores de cobre, que partiendo de los puntos de puesta a tierra, conecta con las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de todas las masas o elementos necesarios. Serán de cobre y de dimensionarán con la máxima corriente de falta que se prevé, siendo como mínimo de 16mm² 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.

Derivaciones de las líneas principales de tierra

Son los conductores que unen la línea principal de tierra con los conductores de protección o bien directamente las masas significativas que existen en el edificio. Serán de cobre o de otro metal de elevado punto de fusión. El dimensionamiento viene en la ITC-BT 18. La sección mínima (S_p) dependerá de la sección de los conductores activos de la instalación (S), con un mínimo de 2.5 mm²; para secciones de los conductores de fase.

Sección de los conductores de fase de la instalación (mm ²)	Sección mínima de los conductores de protección S_p (mm ²)
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 \leq S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Conductores de protección.

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

El dimensionamiento de estos conductores, viene dado en función de la sección del conductor de fase de la instalación que protege, según la ITC-BT 19.

1.11.4. ELEMENTOS A CONECTAR A TIERRA

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

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

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

1.11.5. SOLUCIÓN ADOPTADA

El electrodo está formada por 4 picas de acero recubiertas de cobre de 20mm de diámetro y 2 metros de longitud, situadas una en cada esquina de la nave, y unidas por medio de un conductor de cobre desnudo de 50mm² de sección. Esta irá unida al mallazo metálico de cimentación a través de un conductor de cobre de 50 mm² de sección por medio de soldaduras aluminotérmicas, formando así una superficie equipotencial a lo largo de la nave.

Del cuadro general de distribución se unirá al conductor principal de tierra a través de un conductor de cobre de 50mm². Del cuadro general de distribución partirán las derivaciones a los cuadros auxiliares de distribuciones y de estos partirán los conductores de protección a los distintos receptores (alumbrado de la nave, tomas de corriente y maquinaria).

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

1.12. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

1.12.1. REGLAMENTACIÓN

En la redacción de este proyecto se han tenido en cuenta todas las especificaciones relativas a centros de transformación contenidas en los reglamentos y disposiciones siguientes:

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

1.12.2. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN “DE RED PÚBLICA” Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN “DE ABONADO”

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

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

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

1.12.3. EMPLAZAMIENTO Y SITUACIÓN

El centro de transformación esta ubicado en la parte delantera de la nave industrial, en un local destinado exclusivamente a su uso.

1.12.4. OBRA CIVIL

1. Local

La caseta será de construcción prefabricada de hormigón modelo PFU-4 de Ormazabal, con unas dimensiones 4460 x 2380 y altura 3045 mm., cuyas características se describen en el apartado de la siguiente memoria.

El acceso al Centro de Transformación estará restringido al personal de la compañía eléctrica suministradora y al personal de mantenimiento especialmente autorizado. Se dispondrá de una puerta peatonal cuyo sistema de cierre permitirá el acceso a ambos tipos de personal, teniendo en cuenta que el primero lo hará con la llave normalizada por la Compañía Eléctrica.

2. Características del local

Se tratará de una construcción prefabricada de hormigón COMPACTO modelo PFU-4 de Ormazabal.

Las características más destacadas del prefabricado de la serie CTC serán:

a) Compacidad

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

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

b) Facilidad de la instalación

La innecesaria cimentación y el montaje en fábrica permitirán asegurar una cómoda y fácil instalación. Las dimensiones exteriores del centro son de 4460 x 2380 x 3045 mm. La superficie del centro es de 10,7 m². Las dimensiones interiores del centro son de 4280 x 2200 x 2355 mm. La profundidad de la excavación para el montaje del centro es de 0,7m.

c) Material

El material empleado en la fabricación de las piezas (bases, paredes y techos) es hormigón armado. Con la justa dosificación y el vibrado adecuado se conseguirán unas características óptimas de resistencia característica (superior a 250 Kg/cm² a los 28 días de su fabricación) y una perfecta impermeabilización.

Los paneles que forman la envolvente están compuestos de hormigón vibrado, estando las armaduras del hormigón unidas entre si y al colector de tierras según la RU 1303, y las puertas y rejillas presentan una resistencia de 10 kΩ respecto a la tierra de la envolvente.

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

d) Equipotencialidad

La propia armadura de mallazo electrosoldado garantizará la perfecta equipotencialidad de todo el prefabricado. Como se indica en la recomendación UNESA 1303 A, las puertas y rejillas de ventilación no estarán conectadas al sistema de equipotencial. Entre la armadura equipotencial, embebida en el hormigón, y las puertas y rejillas existirá una resistencia eléctrica superior a 10.000 ohmios.

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

e) Impermeabilidad

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

f) Grados de protección

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

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

Envolvente

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

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

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

Suelos

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

Cuba de recogida de aceite

La cuba de recogida de aceite se integrará en el propio diseño del hormigón. Tendrá una capacidad suficiente para albergar dos transformadores de hasta 1000KVA, estando diseñada para recoger en su interior todo el aceite del transformador sin que éste se derrame por la base. En la parte superior irá dispuesta una bandeja apagafuegos de acero galvanizado perforada y cubierta por grava.

Puertas y rejillas de ventilación

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

Las puertas se pueden abatir 180° hacia el exterior, y se podrán mantener en la posición de 90° con un retenedor metálico.

1.12.5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El centro de transformación objeto del presente proyecto será de tipo interior, empleado para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envolvente metálica según norma UNE-20.099.

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

Los compartimentos diferenciados serán los siguientes:

- a) Compartimento de aparellaje.
- b) Compartimento del juego de barras.
- c) Compartimento de conexión de cables.
- d) Compartimento de mando.
- e) Compartimento de control.

1.12.6. POTENCIA NECESARIA PARA EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Dimensionaremos el conductor para la potencia nominal del transformador, así estará sobredimensionado previendo una futura ampliación (la demanda de potencia de la nave industrial es de 452,989, kVA).

$$S = 1000 \text{ KVA}$$

$$V = 400 \text{ V.}$$

$$I_a = \frac{S}{V \times \sqrt{3}} = 1443,38 \text{ A.}$$

La distribución de la potencia del centro de transformación al C.G.D. la haremos llegar mediante una línea subterránea que partirá del centro de transformación.

$$L = 22,48\text{m}$$

$$\Delta V = 0,941 \text{ V}$$

$$\Delta V (\%) = 0,235 \%$$

1.12.7. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1.12.7.1. CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN

La red de alimentación al centro de transformación será de tipo subterránea a una tensión de 13.2 kV y 50 Hz de frecuencia.

La potencia de cortocircuito máximo de la red de alimentación será de 500 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

1.12.7.2. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA EN ALTA TENSIÓN

Características generales celdas SM6

- Tensión asignada:
24 KV
- Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:
A frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto:
50 kV ef.
A impulso rayo:
125 kV cresta.
- Intensidad asignada en funciones de línea:
400 A.
- Intensidad asignada en interrup. Automát.
400 A.
- Intensidad asignada en ruptofusibles.
200 A.
- Intensidad nominal admisible de corta duración:
Durante un segundo
16 kA ef.
- Valor de cresta de la intensidad nominal admisible:
40 kA cresta, es decir, 2.5 veces la I_n adm de corta duración.
- Grado de protección de la envolvente: IP307 según UNE 20324-94.
- Puesta a tierra: el conductor de puesta estará dimensionado para soportar la intensidad admisible de corta duración.
- Embarrado: el embarrado estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar y que se detallan en el apartado de cálculos.

1. CELDA DE LINEA/ DE REMONTE:

Celda Ormazabal de interruptor-seccionador de tres posiciones gama SM6, permite comunicar el embarrado del conjunto de celdas con los cables, cortar la corriente nominal, seccionar esta unión o poner a tierra simultáneamente las tres bornas de los cables de Media Tensión.

Las dimensiones de la celda son: 365 mm. de anchura, 735 mm. de profundidad, 1740 mm de altura, y contenido:

- Tensión nominal:
24kV
- Intensidad nominal:
Acometida e interconexión de celdas:
400A

2. CELDA DE PROTECCIÓN CON FUSIBLES

Celda de Ormazabal de interruptor-seccionador de tres posiciones gama SM6, modelo CGCOSMOS-P, Celda modular, de función de protección con fusibles, provista de un interruptor seccionador de tres posiciones (conectado, seccionado y puesto a tierra, antes y después de los fusibles) y con protección con fusibles limitadores.

Se utiliza para las maniobras de conexión, desconexión y protección, permitiendo comunicar con el embarrado del conjunto general de celdas.

Las dimensiones para las maniobras de conexión, desconexión y protección, permitiendo comunicar con el embarrado del conjunto general de celdas.

Las dimensiones de la celda son: 470 mm. De anchura, 735mm. De profundidad, 1600 mm de altura, y conteniendo:

Características eléctricas:

- Tensión nominal:
24kV
- Intensidad nominal:
En barras e interconexión celdas:
400A
Bajante Trafo
200 A
- Tensión soportada nominal a frecuencia industrial durante 1 min.
A tierra entre polos y entre Bornes del seccionador abierto:
50 kV
A la distancia de seccionamiento:
60

- Tensión soportada a impulso tipo rayo:
 - A tierra entre polos y entre bornas del seccionador abierto:
125 kV
 - A la distancia de seccionamiento:
145 kV

- Intensidad de corta duración (circuito principal)
 - Valor eficaz 1s:
16kA
 - Valor eficaz 3s:
16kA
 - Valor de pico:
40kA

- Poder de corte de corriente principalmente activa:
400 A

- Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico):
40 kA

- Categoría de interruptor s/IEC 60265-1:
 - “E3”:
400 A/ 40kA

- Poder de apertura de cortocircuito (fusibles):
16kA

- Intensidad de corta duración (circuito de tierras)

- Valor eficaz 1s:
1/3kA

- Valor eficaz 3s:
1/3kA

- Valor de pico:
2 kA

- Poder de cierre del Secc.de tierra (valor de pico):
2kA

- Categoría del seccionador de tierra s/IEC 60129
E2-M0

- Nº de cierres contra cortocircuito:
5

- Categoría de intersección combinado interruptor-relé ekorRPT

- (I máxima de corte según TD 5 IEC 60420)
1250 A
- Corriente de transición combinado interruptor-fusible
- (I máxima de corte según TD 4 IEC 60420)
1300 A

3. CELDA DE MEDIDA

Celda modular de medida de tensión e intensidad de Ormazabal con entrada inferior lateral por barras y salida inferior lateral por cables gama SME6, modelo CGMCOSMOS-M.

La dimensiones de la celda son: 800 mm de anchura, 1.025mm de profundidad, 1740 mm de altura, y contenido:

- Juegos de barras tripolar de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA.
- Entrada lateral inferior izquierda por barras y salida inferior por cable.
- 3 Transformadores de intensidad de relación 45/5 A, 15 VACL.0.5, Ith=200In y aislamiento 24kV.
- 3 Transformadores de tensión, unipolares, 13,2 kV/110V. Un y aislamiento 24 kV.

4. TRANSFORMADOR

Será un máquina trifásica reductora de tensión, siendo la tensión entre fases a la entrada de 13.2 kV y la tensión a la salida en vacío de 420 V entre fases y neutro.

El transformador a instalar tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural (ONAN), modelo Cotradis de marca Ormazabal, en baño de aceite mineral.

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

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

- Potencia nominal: 1000KVA
- Tensión nominal
 - Primaria: Tensión más elevada para el material 24kV
 - Secundario en vacío: 420V
- Tensión de servicio inicial: 13200 V.
- Regulación en el primario: +2,5% +5% + 7,5% +10%.
- Tensión de cortocircuito: 6%.
- Grupo de conexión: Dyn11.

- Nivel de aislamiento:
Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50s : 125kV.
- Perdidas en Vacío: 1550W
- Perdidas en Carga: 8100W
Tensión de ensayo a 50 Hz 1 min 50kV.
- Rendimiento referido a 75% 99%
- Peso 2260 kg
- Clase térmica B
- Temperatura ambiente 40° C
- Refrigeración por aire natural
- Construidos según normas UNE 20-104 Y UNE 20-178, EN 60742 Y IEC 742.

Conexión en el lado de alta tensión

- Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 16 mm² en Al con sus correspondientes elementos de conexión.

Conexión en el lado de baja tensión

- Juego de puentes III de cables BT unipolares de aislamiento seco RV, aislamiento 0,6/1 kV, de 240 mm² en Cu con sus correspondientes elementos de conexión.

1.12.7.3. CARACTERÍSTICAS MATERIAL VARIO DE ALTA TENSIÓN

Embarrado general celdas SM6

El embarrado general de las celdas SM6 se construye con tres barras aisladas de cobre dispuestas en paralelo.

Piezas de conexión celdas SM6

La conexión del embarrado se efectúa sobre los bornes superiores de la envolvente del interruptor-seccionador con la ayuda de repartidores de campo con tornillos imperdibles integrados de cabeza Allen de M8. El par de apriete será de 2.8 m.da.N.

1.12.7.4. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE BAJA TENSIÓN

Los aparatos de protección en las salidas de Baja Tensión del Centro de Transformación no forman parte de este proyecto sino del proyecto de las instalaciones eléctricas de Baja Tensión.

1.12.7.5. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

La medida de energía se realizará mediante un cuadro de contadores conectado al secundario de los transformadores de intensidad y de tensión de la celda de medida.

El cuadro de contadores estará formado por un armario de doble aislamiento de HIMEL modelo PLA-753/AT-ID de dimensiones 750 mm. de alto x 500 mm. de ancho y 320 mm. de fondo, equipado de los siguientes elementos:

- Regleta de verificación normalizada por la Compañía Suministradora.
- Contador de energía activa de triple tarifa CL 1.
- Contador de energía reactiva, de simple tarifa, CL 3.
- Reloj de conmutación de tarifas.

1.12.8. PUESTA A TIERRA

1. Tierra de Protección

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones, tales como:

- Chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
- Envolventes de los conjuntos de armarios metálicos.
- Puertas metálicas de los edificios.
- Armaduras metálicas de los edificios.
- Blindajes metálicos de los cables.
- Tuberías y conjuntos metálicos.
- Carcasas de transformadores.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

2. Tierra de Servicio

Se conectarán a tierra los elementos de la instalación necesarios y entre ellos:

- Los neutros de los transformadores.
- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida.
- Limitadores, descargadores, autoválvulas, pararrayos, para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.

3. Tierras Interiores

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

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm² de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP545.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm² de cobre aislado formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando al anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP545.

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

1.12.9. INSTALACIONES SECUNDARIAS

1. *Alumbrado*

En el interior del centro de transformación se instalará un mínimo de un punto de luz capaz de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.

2. *Alumbrado de emergencia y señalización*

Se colocarán 1 luminarias de emergencia y señalización de 100 Lm y 6 W.

3. *Tomas de corriente*

Se colocarán 3 toma de corriente monofásica de 16 A.

4. *Protección contra Incendios*

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

5. *Ventilación*

La ventilación del centro de transformación se realizará de modo natural mediante las rejillas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto, siendo la superficie mínima de la rejilla de entrada de aire en función de la potencia del mismo según se relaciona.

Estas rejas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

Los cálculos de sección de la superficie mínima de la reja se encuentran en el apartado 2.7.8 del documento cálculos del presente proyecto.

6. *Medidas de seguridad en celdas SM6*

Las celdas tipo SM6 dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales que responden a los definidos por la Norma UNE 20.099, y que serán los siguientes:

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el seccionador de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

Además de los enclavamientos funcionales ya definidos, algunas de las distintas funciones se enclavarán entre ellas mediante cerraduras según se indica en anteriores apartados.

7. *Protecciones de los elementos del Centro de Transformación*

Entrada:

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 16A
 - Poder de corte: 25kA
 - N° de polos: III+N
 - Curva B.

Salidas:

- Interruptor Diferencial
Características principales:
 - Calibre: 25 A
 - Sensibilidad: 30 mA.
 - N° de polos: III+N

Circuito Alumbrado CT:

Sección del cable: $1 \times 1,5/1,5 + TT 1,5 \text{ mm}^2$

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 4 A.
 - Poder de corte: 25kA.
 - N° de polos: I + N
 - Curva: C.

Circuito Emergencias CT:

Sección del cable: $1 \times 1,5/1,5 + TT 1,5 \text{ mm}^2$

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 1 A.
 - Poder de corte: 25kA.
 - N° de polos: I + N
 - Curva: C.

Circuito tomas 1F CT:

Sección del cable: $1 \times 2,5/2,5 + TT 2,5 \text{ mm}^2$

- Interruptor automático magnetotérmico:
Características principales:
 - Calibre: 6 A.
 - Poder de corte: 25kA.
 - N° de polos: III + N
 - Curva: C.

1.13. RESUMEN DE PRESUPUESTO

El presupuesto total asciende a la cantidad de **DOSCIENTOS CUARENTA Y SIETE MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS** con **SETENTA Y NUEVE CENTIMOS**.

El presupuesto quedará detallado en el **DOCUMENTO N° 5**.

Pamplona, julio 2010.

Daniel Martínez Ibero.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

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

DOCUMENTO N°2: CÁLCULOS

Daniel Martínez Ibero

Tutor: Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 29 de julio de 2010

ÍNDICE

2.1. Iluminación.....	3
2.1.1. Introducción	3
2.1.2. Cálculos de iluminación interior	3
2.1.3. Resumen de las soluciones adoptadas	4
2.1.4. Cálculos de iluminación exterior	5
2.1.5. Resumen de las soluciones adoptadas	8
2.1.6. Cálculos de iluminación de emergencia y señalización.....	8
2.1.7. Resumen de las soluciones adoptadas	16
2.2. Cálculo de las intensidades de línea	16
2.2.1. Introducción	16
2.2.2. Cuadro General de Distribución y Cuadros Auxiliares	17
2.2.3. Cálculo de la potencia del transformador	27
2.3. Sección de los conductores de baja tensión	27
2.3.1. Introducción	27
2.3.2. Derivación individual: Transformador-C.G.D.....	29
2.3.3. Interpretación de las tablas adjuntas	29
2.3.4. Cuadro General de Distribución y Cuadros Auxiliares	30
2.4. Cálculo de las intensidades de cortocircuito.....	40
2.4.1. Introducción	40
2.4.2. Cálculo de la intensidad de cortocircuito en el secundario del transformador	40
2.4.3. Cálculo de la intensidad de cortocircuito en el C.G.D.....	41
2.4.4. Cálculo de la intensidad de cortocircuito en los Cuadros Auxiliares	42
2.5. Cálculo de la instalación de puesta a tierra	52
2.5.1 Introducción	52

2.5.2. Instalación de puesta a tierra.....	52
2.6. Compensación del factor de potencia.....	54
2.6.1. Cálculo de la potencia reactiva a instalar.....	54
2.6.2. Cálculo de la sección del conductor que una la batería	55
2.6.3. Cálculo de la protección de la batería de condensadores.....	55
2.7. Cálculos del Centro de Transformación	56
2.7.1. Intensidad de alta tensión.....	56
2.7.2. Intensidad de baja tensión.....	56
2.7.3. Cortocircuitos.....	56
2.7.3.1. Corriente de cortocircuito en el lado de alta tensión	57
2.7.3.2. Corriente de cortocircuito en el lado de baja tensión.....	57
2.7.4. Conexión celdas-transformador	58
2.7.4.1 Conexión del secundario del transformador al cuadro de baja tensión	58
2.7.5. Selección de las protecciones de alta y baja tensión.....	58
2.7.6. Dimensionado de ventilación del Centro de Transformación	59
2.7.7. Dimensiones del pozo apagafuegos	60
2.7.8. Cálculo de la instalación de puesta a tierra.....	60
2.7.8.1. Método empleado en la instalación de puesta a tierra	61
2.7.8.2. Cálculo de la resistencia del sistema de puesta a tierra	63
2.7.8.3. Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.....	64
2.7.8.4.Cálculo de la tensión de paso en el acceso al centro de transformación	64
2.7.8.5. Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación	65
2.7.8.6 Separación entre sistema de puesta a tierra de protección y sistema de puesta a tierra de servicio.	66
2.7.8.7. Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.....	66
2.7.9 Tablas de la instalación secundaria	66

2.1. ILUMINACIÓN

2.1.1. INTRODUCCIÓN

Para calcular la iluminación se ha utilizado Dialux, programa proporcionado por el proveedor de luminarias. (Ver anexo a este documento, “Calculo de iluminación Dialux”).

Los factores a tener en cuenta para la elección de la iluminación interior son las siguientes:

- Objetivo del alumbrado
- Exigencias arquitectónicas y decorativas
- Tarea que se ha de realizar
- Consideraciones económicas
- Dimensiones y propiedades del local

2.1.2 CÁLCULO DE ILUMINACIÓN INTERIOR

El programa seleccionado da los siguientes pasos básicos para realizar los cálculos, algunos datos tiene que seleccionarlos el usuario y otros los carga el programa según la luminaria elegida.

1. Datos de partida

- Dimensiones del local
- Tarea a desarrollar
- Altura del plano de trabajo
- Factores de reflexión de techo y paredes
- Tabla de factores de utilización y rendimiento de los aparatos luminosos
- Tabla de luminosidad necesaria según tareas
- Mantenimiento y limpieza que se realiza.

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

3. Elección del tipo de lámpara en función de las características de las mismas y de las del propio proyecto.

4. Elección del sistema de iluminación y de las luminarias.

5. Determinación de la altura de suspensión de los aparatos. En los locales de altura normal, tales como oficinas, vestuarios y servicios, la tendencia actual es situar los aparatos de alumbrado tan altos como sea posible, para disminuir el riesgo de deslumbramiento y debido a que pueden separarse los focos luminosos, permite disminuir el número de éstos.

6. *Distribución de los aparatos para conseguir uniformidad en la iluminación.* Generalmente los locales que se trata de iluminar son de forma rectangular. En este caso, los aparatos de alumbrado se sitúan formando hileras paralelas al eje mayor o al menor. En los demás casos, la situación de los aparatos depende de la forma que tenga la superficie de trabajo.

La elección del aparato condiciona la distribución de los aparatos en el local.

Con todo estos datos el programa calcula el nivel de iluminación que hay en cada punto solicitado, en el presente proyecto se calcula el nivel de iluminación de los puntos del plano de trabajo.

2.1.3. SOLUCIONES ADOPTADAS

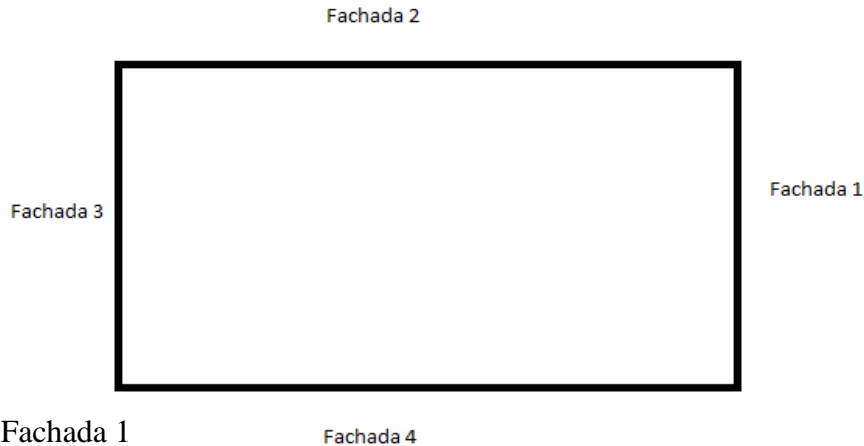
Las soluciones adoptadas se pueden ver con todo detalle en el anexo del documento “Calculo de iluminación Dialux”. Aunque a continuación podemos ver un pequeño resumen de los resultados obtenidos.

Componente	Marca	Modelo	Potencia Lámpara (W)	Cantidad	Potencia total (W)
Lámpara	DISANO	DISANO OSRAM	116	14	1624
Luminaria	DISANO	ESTANCA 921 HYDRO T8 EL FL2x58	-	12	-
Lámpara	DISANO	DISANO 418 W	418	45	18810
Luminaria	DISANO	1170 ARGÓN con cristal	-	45	-
Lámpara	DISANO	DISANO 840 4x18 W	72	42	3024
Luminaria	DISANO	866 RENDINCONFORT T8 óptica satinada rayada	-	42	-
Lámpara	TROLL	TROLL 1x T-N 40W	40	2	80
Luminaria	TROLL	ORBIT 6305/1884	-	2	-
Lámpara	TROLL	TROLL 1x T-C TEL 840 18 W	36	24	864
Luminaria	TROLL	DHS 0331/1884	-		-
Lámpara	TROLL	TROLL 1x QR-CBC 51 50W 38	50	24	1200
Luminaria	TROLL	BT 0148	-	36	-
Lámpara	DISANO	DISANO OSRAM	72	2	144
Luminaria	DISANO	ESTANCA 921 HYDRO T8 EL FL2x36	-	2	-

Potencia total del alumbrado interior: **25746 W**

2.1.4. CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN EXTERIOR

Para el cálculo del alumbrado exterior se ha procedido a diferenciar distintas zonas, quedando iluminadas todas las fachadas de la nave industrial.



1. Fachada 1

Dimensiones del local:

$$H = 7 \text{ m.}$$

$$L = 30 \text{ m}$$

$$A = 7 \text{ m.}$$

Establecimiento del ángulo de inclinación del proyector:

$$H = \frac{D}{\tan \alpha}$$

Datos:

$$H = 7 \text{ m.}$$

$$D = 7 \text{ m.}$$

$$\alpha = 45^\circ$$

Lámparas necesarias:

$$N^\circ = \frac{E \times A \times L}{Cu \times Cm \times \Phi}$$

$$N^\circ = 3 \text{ lámparas}$$

Solución:

- 3 lámparas DISANO 167,9 W.

- 3 luminarias Proyector exterior 1149 LITIO ASIMÉTRICO.

Potencia: 503,7 W

2. Fachada 2

Dimensiones del local:

$$A = 7 \text{ m.}$$

$$L = 35 \text{ m.}$$

$$H = 7 \text{ m.}$$

Establecimiento del ángulo de inclinación del proyector:

$$H = \frac{D}{\tan \alpha}$$

Datos:

$$H = 7 \text{ m.}$$

$$D = 7 \text{ m.}$$

$$\alpha = 45^\circ$$

Lámparas necesarias:

$$N^\circ = \frac{E \times A \times L}{Cu \times Cm \times \Phi}$$

$$N^\circ = 3 \text{ lámparas}$$

Solución:

- 3lámparas DISANO 167,9 W.

- 3luminarias Proyector exterior 1149 LITIO ASIMÉTRICO.

Potencia: 503,7 W

3. Fachada 3

Dimensiones del local:

$$A = 7 \text{ m.}$$

$$L = 35 \text{ m.}$$

$$H = 7 \text{ m.}$$

Establecimiento del ángulo de inclinación del proyector:

$$H = \frac{D}{\tan \alpha}$$

Datos:

$$H = 7 \text{ m.}$$

$$D = 7 \text{ m.}$$

$$\alpha = 45^\circ$$

Lámparas necesarias:

$$N^\circ = \frac{E \times A \times L}{Cu \times Cm \times \Phi}$$

$$N^\circ = 3 \text{ lámparas}$$

Solución:

- 3 lámparas DISANO 167,9 W.
- 3 luminarias Proyector exterior 1149 LITIO ASIMÉTRICO.

Potencia: 503,7 W

4. Fachada 4

Dimensiones del local:

$$A = 7 \text{ m.}$$

$$L = 35 \text{ m.}$$

$$H = 7 \text{ m.}$$

Establecimiento del ángulo de inclinación del proyector:

$$H = \frac{D}{\tan \alpha}$$

Datos:

$$H = 7 \text{ m.}$$

$$D = 7 \text{ m.}$$

$$\alpha = 45^\circ$$

Lámparas necesarias:

$$N^\circ = \frac{E \times A \times L}{Cu \times Cm \times \Phi}$$

$$N^\circ = 3 \text{ lámparas}$$

Solución:

- 3 lámparas DISANO 167,9 W.
- 3 luminarias Proyector exterior 1149 LITIO ASIMÉTRICO.

Potencia: 503,7 W

2.1.5. RESUMEN DE LAS SOLUCIONES ADOPTADAS

A continuación se muestra una tabla resumen del alumbrado exterior.

Componente	Marca	Modelo	Potencia de la lámpara (W)	Cantidad	Potencia (W)
Lámpara	DISANO	DISANO 167,9 W	167,9	12	2014,8
Luminaria	DISANO	Proyector exterior 1149 LITIO ASIMETRICO	-	12	
Potencia total del alumbrado exterior					2014,8

2.1.6. CÁLCULOS DE MEREGENCIA Y SEÑALIZACIÓN

1. Planta Baja.

1.1. Zona administrativa

- Área local: 38,90 m²
- Proporción: 5 lúmenes/ m².
- Flujo necesario: 194,5 lm.
- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61512. Potencia de la lámpara 6 W. Ref. C3 61508. Potencia de la lámpara 6 W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 100 lm.
- Lámparas necesarias:

Nº lúmenes = Φ necesario / Φ lámpara

- Solución: 2 luminarias de 100 lm.
- Lúmenes proporcionados: 200 lm.
- Potencia 12 W

1.2. Recepción

- Área local: 18,81 m²
- Proporción: 5 lúmenes/ m².
- Flujo necesario: 94,05 lm.
- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510. Potencia de la lámpara 6 W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 100 lm.
- Lámparas necesarias:

Nº lúmenes = Φ necesario / Φ lámpara

- Solución: 1 luminarias de 100 lm.
- Lúmenes proporcionados: 100 lm.
- Potencia: 6 W

1.3. Distribuidor

- Área local: 11,05 m²
- Proporción: 5 lúmenes/ m².
- Flujo necesario: 55,25 lm.
- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510. Potencia de la lámpara 6 W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 100 lm.
- Lámparas necesarias:

$$N^{\circ} \text{ lúmenes} = \Phi \text{ necesario} / \Phi \text{ lámpara}$$

- Solución: 1 luminarias de 100 lm.
- Lúmenes proporcionados: 100 lm.
- Potencia: 6 W

1.4. Despacho 1.

- Área local: 13,44 m²
- Proporción: 5 lúmenes/ m².
- Flujo necesario: 67,20 lm.
- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510. Potencia de la lámpara 6 W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 100 lm.
- Lámparas necesarias:

$$N^{\circ} \text{ lúmenes} = \Phi \text{ necesario} / \Phi \text{ lámpara}$$

- Solución: 1 luminarias de 100 lm.
- Lúmenes proporcionados: 100 lm.
- Potencia: 6 W

1.5. Despacho 2.

- Área local: 13,04 m²
- Proporción: 5 lúmenes/ m².
- Flujo necesario: 65,20 lm.
- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510. Potencia de la lámpara 6 W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 100 lm.
- Lámparas necesarias:

$$N^{\circ} \text{ lúmenes} = \Phi \text{ necesario} / \Phi \text{ lámpara}$$

- Solución: 1 luminarias de 100 lm.
- Lúmenes proporcionados : 100 lm.
- Potencia: 6 W

1.6. Sala de reuniones.

- Área local: 26,88 m²
- Proporción: 5 lúmenes/ m².
- Flujo necesario: 65,20 lm.
- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510. Potencia de la lámpara 6 W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 100 lm.
- Lámparas necesarias:

Nº lúmenes = Φ necesario / Φ lámpara

- Solución: 2 luminarias de 100 lm.
- Lúmenes proporcionados: 100 lm.
- Potencia: 12 W

1.7. Office.

- Área local: 11,00 m²
- Proporción: 5 lúmenes/ m².
- Flujo necesario: 55,00 lm.
- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510. Potencia de la lámpara 6 W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 100 lm.
- Lámparas necesarias:

Nº lúmenes = Φ necesario / Φ lámpara

- Solución: 1 luminarias de 100 lm.
- Lúmenes proporcionados: 100 lm.
- Potencia: 6 W

1.8. Cuarto Rack.

- Área local: 7,16 m²
- Proporción: 5 lúmenes/ m².
- Flujo necesario: 35,80 lm.
- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510. Potencia de la lámpara 6 W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 100 lm.
- Lámparas necesarias:

Nº lúmenes = Φ necesario / Φ lámpara

- Solución: 1 luminarias de 100 lm.
- Lúmenes proporcionados: 100 lm.
- Potencia: 6 W

1.9. Aseos

- Área local: 10,56 m²
- Proporción: 5 lúmenes/ m².
- Flujo necesario: 52,80 lm.
- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510. Potencia de la lámpara 6 W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 100 lm.
- Lámparas necesarias:

Nº lúmenes = Φ necesario / Φ lámpara

- Solución: 1 luminarias de 100 lm.
- Lúmenes proporcionados: 100 lm.
- Potencia: 6 W

1.10. Aseos hombres.

- Área local: 4,96 m²
- Proporción: 5 lúmenes/ m².
- Flujo necesario: 24,80 lm.
- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510. Potencia de la lámpara 6 W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 100 lm.
- Lámparas necesarias:

Nº lúmenes = Φ necesario / Φ lámpara

- Solución: 1 luminarias de 100 lm.
- Lúmenes proporcionados: 100 lm.
- Potencia: 6 W

1.11. Aseos mujeres.

- Área local: 4,96 m²
- Proporción: 5 lúmenes/ m².
- Flujo necesario: 24,80 lm.
- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510. Potencia de la lámpara 6 W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 100 lm.
- Lámparas necesarias:

Nº lúmenes = Φ necesario / Φ lámpara

- Solución: 1 luminarias de 100 lm.
- Lúmenes proporcionados: 100 lm.
- Potencia: 6 W

1.12. Vestuario hombres.

- Área local: 19,58 m²
- Proporción: 5 lúmenes/ m².
- Flujo necesario: 97,9 lm.
- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510. Potencia de la lámpara 6 W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 100 lm.
- Lámparas necesarias:

Nº lúmenes = Φ necesario / Φ lámpara

- Solución: 1 luminarias de 100 lm.
- Lúmenes proporcionados: 100 lm.
- Potencia: 6 W

1.13. Vestuario mujeres.

- Área local: 20,02 m²
- Proporción: 5 lúmenes/ m².
- Flujo necesario: 100,1 lm.
- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510. Potencia de la lámpara 6 W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 100 lm.
- Lámparas necesarias:

Nº lúmenes = Φ necesario / Φ lámpara

- Solución: 1 luminarias de 100 lm.
- Lúmenes proporcionados: 100 lm.
- Potencia: 6 W

1.14. Cuarto encargado.

- Área local: 10,00 m²
- Proporción: 5 lúmenes/ m².
- Flujo necesario: 50 lm.
- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510. Potencia de la lámpara 6 W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 100 lm.
- Lámparas necesarias:

Nº lúmenes = Φ necesario / Φ lámpara

- Solución: 1 luminarias de 100 lm.
- Lúmenes proporcionados: 100 lm.
- Potencia: 6 W

1.15. Departamento de calidad.

- Área local: 52,26 m²
- Proporción: 5 lúmenes/ m².
- Flujo necesario: 256,3 lm.
- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510. Potencia de la lámpara 6 W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 100 lm.
- Lámparas necesarias:

$$N^{\circ} \text{ lúmenes} = \Phi \text{ necesario} / \Phi \text{ lámpara}$$

- Solución: 3 luminarias de 100 lm.
- Lúmenes proporcionados: 300 lm.
- Potencia: 18 W

2. 1ª Planta.

2.1. Despacho dirección.

- Área local: 26,76m²
- Proporción: 5 lúmenes/ m².
- Flujo necesario: 133,8 lm.
- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510. Potencia de la lámpara 6 W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 100 lm.
- Lámparas necesarias:

$$N^{\circ} \text{ lúmenes} = \Phi \text{ necesario} / \Phi \text{ lámpara}$$

- Solución: 2 luminarias de 100 lm.
- Lúmenes proporcionados: 100 lm.
- Potencia: 12 W

2.2. Despacho gerencia.

- Área local: 26,70m²
- Proporción: 5 lúmenes/ m².
- Flujo necesario: 133,5 lm.
- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510. Potencia de la lámpara 6 W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 100 lm.
- Lámparas necesarias:

$$N^{\circ} \text{ lúmenes} = \Phi \text{ necesario} / \Phi \text{ lámpara}$$

- Solución: 2 luminarias de 100 lm.
- Lúmenes proporcionados: 100 lm.
- Potencia: 12 W

2.3. Sala de muestras y formación.

- Área local: 59,28m²
- Proporción: 5 lúmenes/ m².
- Flujo necesario: 296,4 lm.
- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510. Potencia de la lámpara 6 W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 100 lm.
- Lámparas necesarias:

$$N^{\circ} \text{ lúmenes} = \Phi \text{ necesario} / \Phi \text{ lámpara}$$

- Solución: 3 luminarias de 100 lm.
- Lúmenes proporcionados: 100 lm.
- Potencia: 18 W

2.4. Aseos

- Área local: 10,56 m²
- Proporción: 5 lúmenes/ m².
- Flujo necesario: 52,80 lm.
- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510. Potencia de la lámpara 6 W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 100 lm.
- Lámparas necesarias:

$$N^{\circ} \text{ lúmenes} = \Phi \text{ necesario} / \Phi \text{ lámpara}$$

- Solución: 1 luminarias de 100 lm.
- Lúmenes proporcionados: 100 lm.
- Potencia: 6 W

2.5. Aseos hombres.

- Área local: 4,96 m²
- Proporción: 5 lúmenes/ m².
- Flujo necesario: 24,80 lm.
- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510. Potencia de la lámpara 6 W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 100 lm.
- Lámparas necesarias:

$$N^{\circ} \text{ lúmenes} = \Phi \text{ necesario} / \Phi \text{ lámpara}$$

- Solución: 1 luminarias de 100 lm.
- Lúmenes proporcionados: 100 lm.
- Potencia: 6 W

2.6. Aseos mujeres.

- Área local: 4,96 m²
- Proporción: 5 lúmenes/ m².
- Flujo necesario: 24,80 lm.
- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510. Potencia de la lámpara 6 W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 100 lm.
- Lámparas necesarias:

Nº lúmenes = Φ necesario / Φ lámpara

- Solución: 1 luminarias de 100 lm.
- Lúmenes proporcionados: 100 lm.

Potencia: 6 W

2.7. Distribuidor

- Área local: 28,10m²
- Proporción: 5 lúmenes/ m².
- Flujo necesario: 140,50 lm.
- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510. Potencia de la lámpara 6 W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 100 lm.
- Lámparas necesarias:

Nº lúmenes = Φ necesario / Φ lámpara

- Solución: 2 luminarias de 100 lm.
- Lúmenes proporcionados: 200 lm.

3. Expedición.

- Área local: 741,50 m²
- Proporción: 5 lúmenes/ m².
- Flujo necesario: 3707,50 lm.
- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61510. Potencia de la lámpara 6 W. Ref. 61516
- Flujo luminoso de la lámpara: 100 lm.
- Lámparas necesarias:

Nº lúmenes = Φ necesario / Φ lámpara

- Solución: 10 luminarias de 500 lm y 2 luminarias de 100 lm.
- Lúmenes proporcionados: 5200 lm.
- Potencia: 122 W

2.1.7. RESUMEN DE LAS SOLUCIONES ADOPTADAS

En la siguiente tabla se recoge de forma resumida todas las luminarias empleadas y sus referencias, para el alumbrado de emergencia y señalización.

Marca	Modelo	Flujo luminoso (lm)	Potencia de la luminaria (W)	Número de luminarias	Potencia (W)
LEGRAND	C3 61510	100	6	33	198
LEGRAND	C3 61516	500	11	12	132
Potencia total del alumbrado de emergencia y señalización					330

2.2. CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES EN LINEA

2.2.1. INTRODUCCIÓN

En este apartado se va a calcular las intensidades de línea que circulan por cada uno de los circuitos que componen la instalación.

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

Receptor monofásico:

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

Donde:

I_a = intensidad nominal (A).

P = potencia consumida en cada receptor (W).

V = tensión nominal (V).

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

Receptor trifásico:

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

Además se tendrá en cuenta el factor de corrección (F_c) que ha de aplicarse en cada caso, dependiendo del tipo de receptor que se tenga (un solo motor, varios motores, lámparas). Al multiplicarse este factor de corrección por la intensidad nominal se obtendrá I_c .

Cuando los receptores sean motores la potencia se multiplica por 1.25, ya que según la dicta el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en su ITC-BT 47, los conductores que alimenta a plena carga del motor. Y en el caso en que la línea alimente varios motores, la línea se dimensiona para una intensidad no inferior a la suma del 125% de la intensidad de 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 calculara para una carga total 1.8 veces la potencia nominal.

También habrá que tener en cuenta el factor de simultaneidad (Fs) ya que al tratarse de un proceso productivo por fases, las máquinas no funcionan a la vez, pudiendo así reducir la potencia a contratar muy por debajo de la instalada.

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

2.2.2. CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN Y CUADROS GENERALES

- *Cuadro General de Distribución*

CUADRO GENERAL DISTRIBUCIÓN	Pc (W)	Qc(Var)	Sc(VA)	V(V)	Cos φ	Ic(A)	In(A)	<i>Fase</i>
Cuadro 1	13198,8	5944,56	14576,03	400	0,94	44,49	31,50	Trifásica
Cuadro 2	7461,6	3255,51	8195,08	400	0,94	26,20	17,96	Trifásica
Cuadro 3	43407,5	20217,81	48676,01	400	0,89	70,25	56,20	Trifásica
Cuadro 4	54062,5	26724,44	60320,86	400	0,87	87,07	69,65	Trifásica
Cuadro 5	21875	12397,15	25143,67	400	0,87	36,29	29,05	Trifásica
Cuadro 6	13041	74254,27	150066,07	400	0,86	210,97	183,07	Trifásica
Cuadro 7	14901	50876,82	102652,28	400	0,86	148,17	147,15	Trifásica
Cuadro 8	41700,94	14462,2	42224,6	400	0,9	64,21	51,05	Trifásica
	210624,84	208704,75	452989,31		0,89	692,58	603,58	

- **Cuadro auxiliar 1:**

Cuadro 1	P(W)	Fa	Fs	Pc(W)	V(V)	Cos φ	S(VA)	Q(Var)	In(A)	Ic(A)
A1. Zona administración, cuarto rack y office.	720	1,8	1	1296	230	0,95	1364,21	425,97	3,30	5,93
A2. Despacho 1, despacho 2 y sala de reuniones	864	1,8	1	1555,2	230	0,95	1637,05	511,17	3,95	7,12
A3. Aseos, distribuidor, y recepción.	988	1,8	1	1778,4	230	0,95	1872	584,53	4,52	8,14
A4. Departamento calidad	696	1,8	1	1252,8	230	0,95	1318,74	411,78	3,19	5,73
A5. Cuarto encargado	232	1,8	1	417,6	230	0,95	439,58	137,26	1,06	1,91
A6.Vestuarios	696	1,8	1	1252,8	230	0,95	1318,74	411,78	3,19	5,73
E1. Emergencias	24	1	1	24	230	0,95	24,21	7,55	0,11	0,11
E2. Emergencias	18	1	1	18	230	0,95	18,98	5,92	0,082	0,082
E3. Emergencias	30	1	1	30	230	0,95	31,58	9,86	0,14	0,14
E4. Emergencias	12	1	1	12	230	0,95	12,63	3,94	0,054	0,054
E5. Emergencias	6	1	1	6	230	0,95	6,32	1,97	0,027	0,027
E6. Emergencias	36	1	1	36	230	0,95	37,89	11,83	0,16	0,16
Tomas monofásicas	3450	1	0,8	2760	400	0,85	3247,05	1710,50	5,86	4,68
Tomas monofásicas	3450	1	0,8	2760	400	0,85	3247,05	1710,50	5,86	4,68
	11222			13198,8		0,94	14576,03	5944,56	31,50	44,49

- **Cuadro auxiliar 2:**

Cuadro 2	P(W)	Fa	Fs	Pc(W)	V(V)	Cos φ	S(VA)	Q(Var)	In(A)	Ic(A)
1. Aseos, distribuidor y escalera.	988	1,8	1	1778,4	230	0,95	1872	584,53	4,52	8,14
2. Sala de muestras y formación.	720	1,8	1	1296	230	0,95	1364,21	425,97	3,30	5,93
3. Despacho gerencia y despacho direccion.	864	1,8	1	1555,2	230	0,95	1637,05	511,17	3,95	7,12
E1. Emergencias	30	1	1	30	230	0,95	31,58	9,86	0,14	0,14
E2. EMergencias	18	1	1	18	230	0,95	18,98	5,92	0,082	0,082
E3. Emergencias	24	1	1	24	230	0,95	24,21	7,559	0,11	0,11
Tomas monofásicas	3450	1	0,8	2760	400	0,85	3247,05	1710,50	5,86	4,68
	6094			7461,6		0,94	8195,08	3255,51	17,96	26,20

- *Cuadro auxiliar 3*

Cuadro 3	P(W)	Fa	Fs	Pc(W)	V(V)	Cos φ	S(VA)	Q(Var)	In(A)	Ic(A)
Puerta enrollable	1104	1,25	1	1380	400	0,87	1586,206	782,08	1,832	2,29
Puerta exterior	736	1,25	1	920	400	0,87	1057,471	521,39	1,221	1,526
Puerta exterior	736	1,25	1	920	400	0,87	1057,471	521,39	1,221	1,526
Polipasto TN 5	18400	1,25	1	23000	400	0,87	26436,782	13034,7	30,527	38,159
Carga baterías	5000	1,25	1	6250	400	0,87	7183,908	3542,038	8,295	10,369
Aire acondicionado	5750	1,25	1	7187,5	400	1	7187,5	0	8,29	10,37
SAI	3000	1,25	1	3750	400	0,9	4166,67	1816,21	4,81	6,01
	34276			43407,5		0,89	48676,01	20217,81	56,20	70,25

- *Cuadro auxiliar 4*

Cuadro 4	P(W)	Fa	Fs	Pc(W)	V(V)	Cos φ	S(VA)	Q(Var)	In(A)	Ic(A)
Sierra manual	1500	1,25	1	1875	400	0,87	2155,172	1062,611	2,49	3,11
Roscadora	750	1,25	1	937,5	400	0,87	1077,59	531,31	1,24	1,55
Esmeril	3000	1,25	1	3750	400	0,87	4310,34	2125,22	4,98	6,23
Compresor 1	19000	1,25	1	23750	400	0,9	26388,88	11502,65	30,47	38,09
Compresor 2	19000	1,25	1	23750	400	0,9	26388,88	11502,65	30,47	38,09
	43250			54062,5		0,88	60320,86	26724,441	69,65	87,07

- **Cuadro auxiliar 5:**

Cuadro 5	P(W)	Fa	Fs	Pc(W)	V(V)	Cos φ	S(VA)	Q(Var)	In(A)	Ic(A)
Torno 1 QTN 200	4500	1,25	1	5625	400	0,87	6465,517	3187,84	7,47	9,33
Torno 2 QTN 200	4500	1,25	1	5625	400	0,87	6465,517	3187,84	7,47	9,33
Torno 3 QTN 200	4500	1,25	1	5625	400	0,87	6465,517	3187,84	7,47	9,33
Fresadora manual MILK	1500	1,25	1	1875	400	0,87	2155,17	1062,61	2,49	3,11
Sierra corte	2500	1,25	1	3125	400	0,87	3591,95	1771,02	4,15	5,188
	17500			21875		0,87	25143,67	12397,15	29,05	36,29

- **Cuadro auxiliar 6:**

Cuadro 6	P(W)	Fa	Fs	Pc(W)	V(V)	Cos φ	S(VA)	Q(Var)	In(A)	Ic(A)
Centro mecanizado VAR	33000	1,25	1	41250	400	0,87	47413,79	23377,45	54,75	68,44
Centro mecanizado VAR	33000	1,25	1	41250	400	0,87	47413,79	23377,45	54,75	68,44
Centro mecanizado VAR	33000	1,25	1	41250	400	0,87	47413,79	23377,45	54,75	68,44
Tomas corriente trifásica	11085	1	0,3	3325,5	400	0,85	3912,35	2060,96	18,823	5,647
	121170			130401		0,86	150066,07	74254,27	183.07	210,967

- **Cuadro auxiliar 7:**

Cuadro 7	P(W)	Fa	Fs	Pc(W)	V(V)	Cos φ	S(VA)	Q(Var)	In(A)	Ic(A)
Centro mecanizado VAR	33000	1,25	1	41250	400	0,87	47413,79	23377,45	54,75	68,44
Centro mecanizado VAR	33000	1,25	1	41250	400	0,87	47413,79	23377,45	54,75	68,44
Tomas corriente trifásicas	11085	1	0,3	3325,5	400	0,85	3912,35	2060,96	18,823	5,647
	81170			14901		0,86	102652,28	50876,82	147,146	148,174

Cuadro auxiliar 8:

CUADRO AUXILIAR 8	P(W)	Fa	Fs	Pc(W)	V(V)	Cos φ	S(VA)	Q(Var)	In(A)	Ic(A)
Tomas corriente monofásicas	3450	1	0,25	862,5	400	0,85	1014,71	534,53	5,85	1,46
Tomas corriente monofásica	3450	1	0,25	862,5	400	0,85	1014,71	534,53	5,85	1,46
Tomas corriente monofásica	3450	1	0,25	862,5	400	0,85	1014,71	534,53	5,85	1,46
Fachadas	2014,8	1,8	1	3626,64	400	0,95	3817,52	1192,03	3,06	5,51
Alumbrado taller 1	6548,67	1,8	1	11787,6	400	0,95	12408	3874,40	9,95	17,91
Alumbrado taller 2	6548,67	1,8	1	11787,6	400	0,95	12408	3874,40	9,95	17,91
Alumbrado taller 3	6548,67	1,8	1	11787,6	400	0,95	12408	3874,40	9,95	17,91
Alumbrado emergencias taller	132	1	1	132	230	0,95	138,95	43,39	0,60	0,60
	32142,8			41700,94		0,9	42224,6	14462,2	51,05	64,21

2.2.3. CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL TRANSFORMADOR

Tras el cálculo de la potencia del e intensidades, que demandará la empresa, se ha visto que para estas necesidades de consumo y de utilización el transformador más adecuado es uno de 1000 KVA ya que proporciona una intensidad de:

$$I = \frac{S}{400 \times \sqrt{3}} = 1443,38 \text{ A.}$$

De esta forma la instalación de la nave que da abastecida, ya que la demanda es de 692,58 A.

2.3. SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN

2.3.1. INTRODUCCIÓN

Una vez conocida la intensidad nominal de cada receptor se calcula la sección de la línea que lo alimenta de la siguiente manera:

1. Elige 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)

Según lo que elijamos se tendrá en cuenta un factor de corrección u otro. El factor de corrección (F_c) es un valor 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 instalación sean distintas de las condiciones tipo, la intensidad admisible se deberá corregir aplicando los factores de corrección que vienen recogidos en las ITC-s BT 06 y 07 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

2. Tras haber tomado la decisión en el punto 1, ya se pueden calcular las secciones de los conductores aplicando los siguientes criterios:

CRITERIO TÉRMICO

Dependiendo de qué opciones se hayan escogido en el punto 1 se hallará la sección necesaria a partir de las tablas que da el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en sus ITC-BT 06 si la línea 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 y con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), excepto la línea de alumbrado que tiene un aislamiento formado por una mezcla especial termoplástico, cero de halógenos, tipo Afumex. La línea utilizada para alimentar los aparatos de alumbrado ubicados en el exterior será aérea e irá unida por el exterior.

Por tanto, mirando la tabla 19.2 de la ITC-BT 19 se obtiene la sección de cada línea por criterio térmico en el caso de toda la instalación, exceptuando el caso de la acometida desde el centro de transformación hasta el cuadro general de distribución que habrá que mirarlo en la ITC-BT 07.

CAIDA DE TENSIÓN

Teniendo en cuenta las condiciones que vienen recogidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, las máximas caídas de tensión en líneas de fuerza será del 6,5%, mientras que será del 4,5% para líneas de alumbrado.

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.

En el caso de que la línea sea trifásica, se calculará la sección con la siguiente expresión:

$$S = \frac{L \times I \times \cos \varphi \times \sqrt{3}}{\sigma \times \Delta V}$$

Y en el caso de que la línea sea monofásica, se calculara mediante la siguiente expresión:

$$S = \frac{2 \times L \times I \times \cos \varphi}{\sigma \times \Delta V}$$

Donde:

S: Sección del conductor en (mm²).

I: Intensidad de la línea en (A).

L: Longitud por el conductor en (m).

σ : Conductividad del material conductor (m/Ωmm²), en este caso la del cobre que es 56 m/Ωmm².

ΔV : Porcentaje de la máxima caída de tensión admisible.

Cos φ : Factor de potencia total por la línea.

- Una vez calculada la sección de la línea según los dos criterios se escogerá el resultado que mayor sección de ambos métodos como definitiva.

4. Para finalizar obtenemos la sección del neutro y del cable de protección siguiendo la tabla 1 de la ITC-BT 07 u otras ITCs correspondientes. El tipo de instalación y los conductores se detallan, así como la tabla completa de cómo quedan los cables, se adjuntan en el anexo de tablas.

A continuación se presentan los resultados más importantes obtenidos tras aplicar el método expuesto para con cada una de las líneas:

2.3.2. DERIVACIÓN INDIVIDUAL. TRANSFORMADOR -C.G.D.

Dimensionaremos el conductor para la potencia nominal del transformador.

La derivación individual será subterránea ($F_c = 0,8 \rightarrow I_a' = 1804,21$) con una longitud de 22,48 m; se tratará de 3 cables unipolares de 240 mm² por fase más 3 conductores para el neutro de 120 mm², de cobre y XLPE (Polietileno reticulado) como material aislante, que es capaz de soportar 550 A en servicio permanente. Comprobación: 3 conductores x 550 A + 1 conductor x 348.A= 1998 A > 1804,21 A.

- S = 1000 KVA.
- V = 400 V.

$$I_a = \frac{S}{400 \times \sqrt{3}} = 1443,38 \text{ A} \rightarrow I_a' = 1804,21$$

- $\cos \varphi = 0,9$

$$\Delta V = \frac{L \times I \times \cos \varphi \times \sqrt{3}}{\sigma \times \Delta V} = \sqrt{3} \times 22,48 \times 1804,21 \times 0,9 / (240 \times 4) \times 56 = 1,18 \text{ V}$$

$$\Delta V(\%) = \frac{\Delta V \times 100}{400} = 0,294 \%$$

2.3.3. INTERPRETACIÓN DE LAS TABLAS ADJUNTAS

A continuación se explican las tablas que aparecen en los siguientes puntos y cuyos elementos ya se han explicado cómo se calculan.

- Línea: designación de la línea eléctrica a la que se hace referencia.
- I_c : intensidad resultante de multiplicar la intensidad nominal por un factor de corrección (este factor depende del tipo de receptor: uno o varios motores, lámparas de inducción o de descarga, etc. y del factor de simultaneidad).
- F_c : factor de corrección.
- I_c' : intensidad resultante de dividir la I_c por el F_c .
- L: longitud de la línea.
- Conductores por fase: Cuando se usa más de un conductor por fase debido a una intensidad elevada.
- Canalización: Lugar por donde transcurre la línea.

- **S**: sección del conductor a utilizar, diferenciando si es fase, el neutro o el conductor de protección.
- ΔV : caída de tensión de la línea en tanto, por ciento.
- ΔVT : caída de tensión total, desde el origen de la instalación, en tanto por ciento.
- **Diámetro del tubo**: diámetro del tubo que protege a los conductores. Se precisa este dato para todas las líneas, aunque hay líneas en las cuales no es necesaria esta protección.

2.3.4. CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN Y CUADROS AUXILIARES

- **Cuadro auxiliar 1:**

CUADRO AUXILIAR 1	Ic(A)	Cosφ	Fc	I'c(A)	Aíslan	Canalización	Cables/fase	Sfase (mm ²)	Sneutro (mm ²)	Sproteccion (mm ²)	L(m)	E(V)	E(%)	Diámetro Tubo (mm)	V(V)
A1. Zona administración, cuarto rack y office.	5,93	0,95	0,9	6,58	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	1,5	1,5	1,5	11,91	1,77	0,77	20	230
A2. Despacho 1, despacho 2 y sala de reuniones	7,12	0,95	0,9	7,91	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	1,5	1,5	1,5	23,7	4,24	1,84	20	230
A3. Aseos, distribuidor, y recepción.	8,14	0,95	0,9	9,04	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	1,5	1,5	1,5	26,11	5,33	2,32	20	230
A7. Departamento calidad	5,73	0,95	0,9	6,37	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	1,5	1,5	1,5	32,97	4,75	2,065	20	230
A8. Cuarto encargado	1,91	0,95	0,9	2,12	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	1,5	1,5	1,5	17,14	0,82	0,36	20	230
A9.Vestuarios	5,73	0,95	0,9	6,37	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	1,5	1,5	1,5	24,72	3,56	1,55	20	230
E1. Emergencias	0,11	0,95	0,9	0,12	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	1,5	1,5	1,5	14,01	0,038	0,016	20	230
E2. Emergencias	0,082	0,95	0,9	0,091	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	1,5	1,5	1,5	11,99	0,025	0,010	20	230
E3.Emergencias	0,14	0,95	0,9	0,15	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	1,5	1,5	1,5	16,12	0,343	0,149	20	230
E7.Emergencias	0,054	0,95	0,9	0,06	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	1,5	1,5	1,5	22,22	0,03	0,013	20	230

E8.Emergencias	0,027	0,95	0,9	0,03	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	1,5	1,5	1,5	17,14	0,012	0,005	20	230
E9.Emergencias	0,16	0,95	0,9	0,17	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	1,5	1,5	1,5	21,72	0,084	0,036	20	230
Tomas monofásicas	4,68	0,85	0,9	5,2	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	2,5	2,5	2,5	86,87	4,75	1,197	20	400
Tomas monofásicas	4,68	0,85	0,9	5,2	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	2,5	2,5	2,5	98,75	5,40	1,349	20	400

- **Cuadro auxiliar 2:**

CUADRO AUXILIAR 2	Ic(A)	Cosφ	Fc	I'c(A)	Aíslan	Canalización	Cables/fase	Sfase (mm ²)	Sneutro (mm ²)	Sproteccion (mm ²)	L(m)	E(V)	E(%)	Diámetro Tubo (mm)	V(V)
1. Aseos, distribuidor y escalera.	8,14	0,95	0,9	9,04	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	1,5	1,5	1,5	41,48	8,48	3,68	20	230
2. Sala de muestras y formación.	5,93	0,95	0,9	6,58	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	1,5	1,5	1,5	29,51	4,39	1,91	20	230
3. Despacho gerencia y despacho direccion.	7,12	0,95	0,9	7,91	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	1,5	1,5	1,5	43,57	7,79	3,39	20	230
E1.Emergencias	0,14	0,95	0,9	0,15	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	1,5	1,5	1,5	16,4	0,035	0,016	20	230
E2.Emergencias	0,082	0,95	0,9	0,091	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	1,5	1,5	1,5	13,1	0,019	0,008	20	230
E3.Emergencias	0,11	0,95	0,9	0,12	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	1,5	1,5	1,5	22,26	0,037	0,016	20	230
Tomas monofásicas	4,68	0,85	0,9	5,2	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	2,5	2,5	2,5	45,68	5,40	1,349	20	400

- *Cuadro auxiliar 3*

CUADRO AUXILIAR 3 Linea	Ic(A)	cosφ	Fc	I'c(A)	aislan	Canalización	Cables/fase	Sfase (mm ²)	Sneutro (mm ²)	Sproteccion (mm ²)	L(m)	E (V)	E(%)	Diámetro tubo(mm)	V(V)
Puerta enrollable	2,29	0,87	0,9	2,544	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	1,5	1,5	1,5	15,26	0,696	0,174	16	400
Puerta exterior	1,526	0,87	0,9	1,695	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	1,5	1,5	1,5	29,99	0,912	0,227	16	400
Puerta exterior	1,526	0,87	0,9	1,695	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	1,5	1,5	1,5	60,06	1,826	0,456	16	400
Polipasto 5 TN	38,159	0,87	0,9	42,399	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	6	6	6	6,64	1,263	0,316	25	400
Carga baterias	10,369	0,95	0,9	11,521	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	1,5	1,5	1,5	27,61	6,231	1,558	16	400
Aire acondicionado	10,37	1	0,9	11,522	XLPE	Bajo tubo	1	6	6	6	15,61	0,881	0,221	25	400
SAI	6,01	0,9	0,9	6,67	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	1,5	1,5	1,5	13,26	1,64	0,410	16	400

- Cuadro auxiliar 4:

CUADRO AUXILIAR 4	Ic(A)	cosφ	Fc	I'c(A)	aislan	Canalización	Cables/fase	Sfase (mm ²)	Sneutro (mm ²)	Sproteccion (mm ²)	L(m)	E (V)	E(%)	Diámetro tubo(mm)	V(V)
Compresor 1	38,09	0,9	0,9	42,32	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	6	6	6	7,13	1,399	0,349	25	400
Compresor 2	38,09	0,9	0,9	42,32	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	6	6	6	9,13	1,793	0,448	25	400
Sierra manual	3,11	0,87	0,9	3,46	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	1,5	1,5	1,5	43,6	2,706	0,676	16	400
Roscadora	1,55	0,87	0,9	1,722	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	1,5	1,5	1,5	44,73	1,382	0,345	16	400
Esmeril	6,23	0,87	0,9	6,922	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	1,5	1,5	1,5	41,69	5,177	1,294	16	400

- **Cuadro auxiliar 5:**

CUADRO AUXILIAR 5	Ic(A)	cosφ	Fc	I'c(A)	aislan	Canalización	Cables/fase	Sfase (mm ²)	Sneuro (mm ²)	Sproteccion (mm ²)	L(m)	E (V)	E(%)	Diámetro tubo(mm)	V(V)
Torno 1 QTN 200	9,33	0,87	0,85	10,976	XLPE	Enterrada bandeja	y 1	6	6	6	12,08	0,649	0,16	50	400
Torno 2 QTN 200	9,33	0,87	0,85	10,976	XLPE	Enterrada bandeja	y 1	6	6	6	16,51	0,812	0,203	50	400
Torno 3 QTN 200	9,33	0,87	0,85	10,976	XLPE	Enterrada bandeja	y 1	6	6	6	20,93	1,03	0,257	50	400
Fresadora manual MILK	3,11	0,87	0,85	3,659	XLPE	Enterrada bandeja	y 1	6	6	6	7,01	0,115	0,028	50	400
Sierra corte	5,18	0,87	0,85	6,094	XLPE	Enterrada bandeja	y 1	6	6	6	2,73	0,075	0,019	50	400

- **Cuadro auxiliar 6:**

CUADRO AUXILIAR 6	Ic(A)	cosφ	Fc	I'c(A)	aislan	Canalización	Cables/fase	Sfase (mm ²)	Sneutro (mm ²)	Sproteccion (mm ²)	L(m)	E (V)	E(%)	Diámetro tubo(mm)	V(V)
Centro mecanizado VAR 1	68,44	0,87	0,85	80,517	XLPE	Enterrada y bandeja	1	10	10	10	21,71	4,704	1,176	63	400
Centro mecanizado VAR 2	68,44	0,87	0,85	80,517	XLPE	Enterrada y bandeja	1	10	10	10	27,43	5,942	1,486	63	400
Centro mecanizado VAR 3	68,44	0,87	0,85	80,517	XLPE	Enterrada y bandeja	1	10	10	10	33,15	7,182	1,796	63	400
Tomas corriente trifásicas	5,647	0,85	0,9	6,274	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	2,5	2,5	2,5	148,58	9,56	2,40	20	400

- **Cuadro auxiliar 7:**

CUADRO AUXILIAR 7	Ic(A)	cosφ	Fc	I'c(A)	aislan	Canalización	Cables/fase	Sfase (mm ²)	Sneutro (mm ²)	Sproteccion (mm ²)	L(m)	E (V)	E(%)	Diámetro tubo(mm)	V(V)
Centro mecanizado VAR 4	68,44	0,87	0,85	80,517	XLPE	Enterrada y bandeja	1	10	10	10	19,55	4,096	1,024	63	400
Centro mecanizado VAR 5	68,44	0,87	0,85	80,517	XLPE	Enterrada y bandeja	1	10	10	10	13,83	2,996	0,749	63	400
Tomas corriente trifásicas	5,647	0,85	0,9	6,274	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	2,5	2,5	2,5	42,20	2,784	0,696	20	400

- **Cuadro auxiliar 8:**

CUADRO AUXILIAR 8	Ic(A)	cosφ	Fc	I'c(A)	aislan	Canalización	Cables/fase	Sfase (mm ²)	Sneutro (mm ²)	Sproteccion (mm ²)	L(m)	E (V)	E(%)	Diámetro tubo(mm)	V(V)
Tomas corriente monofásicas	4,412	0,85	0,9	4,902	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	2,5	2,5	2,5	62,85	3,24	0,81	20	400
Tomas corriente monofásicas	4,412	0,85	0,9	4,902	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	2,5	2,5	2,5	45,85	0,82	0,20	20	400
Tomas corriente monofásicas	4,412	0,85	0,9	4,902	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	2,5	2,5	2,5	51,15	2,63	0,66	20	400
A. Taller 1	17,91	0,95	0,9	19,90	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	4	4	4	72,13	13,87	3,47	20	400
A. Taller 2	17,91	0,95	0,9	19,90	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	4	4	4	81,89	15,16	3,87	20	400
A. Taller 3	17,91	0,95	0,9	19,90	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	4	4	4	91,13	16,03	3,97	20	400
Emergencias taller	0,60	0,95	0,9	0,66	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	1,5	1,5	1,5	42,39	0,64	0,28	16	230
A.Fachadas	5,51	0,95	0,9	6,12	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	4	4	4	210	9,44	2,36	20	400

- Cuadro General de Distribución:

C.G.D	Ic(A)	cosφ	Fc	I'c(A)	aislan	Canalización	Cables/fase	Sfase (mm ²)	Sneutro (mm ²)	Sproteccion (mm ²)	L(m)	E (V)	E(%)	Diámetro tubo(mm)	V(V)
C1	44,49	0,94	0,9	49,43	XLPE	Bandeja	1	10	10	10	40,05	5,76	1,44	25	400
C2	26,20	0,94	0,9	29,11	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	4	4	4	29,98	6,34	1,58	20	400
C3	70,25	0,89	0,9	78,06	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	16	16	16	22,30	4,39	1,09	25	400
C4	87,07	0,88	0,9	96,74	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	25	16	16	37,17	5,08	1,27	32	400
C5	36,29	0,87	0,9	40,32	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	6	6	6	41,72	9,72	2,43	20	400
C6	210,97	0,86	0,9	234,41	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	70	35	35	31,84	2,44	0,61	63	400
C7	148,17	0,86	0,9	164,63	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	50	25	25	50,24	5,22	1,30	50	400
C8	64,21	0,9	0,9	71,34	XLPE	Bajo tubo y bandeja	1	10	10	10	61,94	11,25	2,81	25	400

- Como la distribución a los cuadros auxiliares se realiza por medio de bandeja, no haría falta la colocación de tubos. El diámetro del tubo indicado en esta tabla es el correspondiente a la sección del cable asignado. Pero como la canalización es en bandeja, no utilizaríamos tubo y es meramente informativo.

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 utilizaran para las protecciones diferenciales.

El poder de corte de las protecciones deberá ser igual o superior a la corriente de cortocircuito I_{cc} calculada para su valor máximo en ausencia del dispositivo de protección.

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

2.4.2. CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR

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

$$Z_a = \frac{U^2}{S} = \frac{13200^2}{500 \times 10^6} = j 0,3485 \Omega$$

Deberemos pasar el valor de esta impedancia a baja tensión, para ello usaremos la relación de transformación:

$$Z_{bt} = Z_a \times \frac{U_{bt}^2}{U_{at}^2} = j 0,3485 \Omega \left(\frac{400^2}{13200^2} \right) = j 0,00032 \Omega$$

En segundo lugar se calcula la corriente de cortocircuito en la línea que une la red y nuestro transformador. Puesto que en este tramo de línea la sección de la misma es 50 mm², no podemos despreciar la reactancia de la línea y considerar solo la resistencia deberemos tener en cuenta ambas partes de la impedancia.

$$\rho = 0,028 \Omega \text{mm}^2/\text{m} \text{ (Iberdrola solo usa el aluminio para las acometidas)}$$

$$R_l = \rho \frac{L}{S} = 0,028 \Omega \text{mm}^2/\text{m} \frac{15}{50} = 0,0084 \Omega$$

Deberemos pasar el valor de esta resistencia a baja tensión, para ello usaremos la relación de transformación:

$$R_{bt} = R_1 \times \frac{U_{bt}^2}{U_{at}^2} = 0,0084 \Omega \left(\frac{400^2}{13200^2} \right) = 0,77 \mu\Omega$$

$$X_l = 0,15 \text{ m}\Omega/\text{m} = (0,15 \text{ m}\Omega/\text{m}) \times 4 = j0,6 \text{ m}\Omega$$

$$X_{bt} = X_l \times \frac{U_{bt}^2}{U_{at}^2} = j0,6 \text{ m}\Omega \left(\frac{400^2}{13200^2} \right) = 0,551 \mu\Omega$$

Obteniendo: $Z = 0,77 \mu\Omega + j0,551 \mu\Omega$ (Referido al lado de baja tensión)

En tercer lugar se calculará la impedancia del transformador. Como el transformador es de 1000KVA, el valor de U_{cc} es de 5%.

$$Z = X = \frac{U_{cc}}{100} \times \frac{U_s^2}{100} = \frac{5}{100} \times \frac{400^2}{800 \times 10^3} = j0,01 \Omega$$

Entonces, con estos datos se puede calcular la intensidad de cortocircuito en el secundario del transformador:

$$Z_d = 0,77 \mu\Omega + j0,01032 \Omega$$

Aplicando la formula:

$$I_{ccmax} = \frac{C \times U_s}{Z_d \times \sqrt{3}} = \frac{1 \times 400}{0,01032 \times \sqrt{3}} = 22377,92 \rightarrow \text{pdC} = 35 \text{ kA}$$

Este será el poder de corte de los magnetotérmicos colocados en el cuadro de B.T. del centro de transformación.

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

Se parte de los datos obtenidos en el secundario del transformador en los que tenemos una impedancia $Z_d = 0,77 \mu\Omega + j0,01032 \Omega$, que recoge la impedancia de la red, la de la acometida al C.T. y la del propio C.T. A lo que se añade la impedancia de las protecciones y la de la acometida al Cuadro General de Distribución (siendo esta última de cobre $\rho = 0,017 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$).

Cálculo:

$$Z_d = 0,77 \mu\Omega + j0,01032 \Omega$$

$$Z_{aut} = X_{aut} = 3 \times j0,15 \text{ m}\Omega = j0,45 \text{ m}\Omega$$

$$R_l = \rho \frac{L}{S} = 0,017 \Omega \text{ mm}^2/\text{m} \times \frac{22,48}{4 \times 240} = 0,00040 \Omega$$

$$X_l = 0,08 \text{ m}\Omega/\text{m} = 0,08 \text{ m}\Omega/\text{m} \times 22,48 \text{ m} = j1,798 \text{ m}\Omega$$

No se puede despreciar la parte inductiva del conductor por ser la sección mayor a 150 mm².

$$Z_d = 0,00040\Omega + j0,01257\Omega \rightarrow [Z_d] = 0,01257 \Omega$$

Aplicando la fórmula:

$$I_{cc \max} = \frac{C \times U_s}{Z_d \times \sqrt{3}} = \frac{1 \times 400}{0,01257 \times \sqrt{3}} = 18365,957 \text{ A} \rightarrow \text{pdC} = 22.$$

2.4.4. CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN Y EN LOS CUADROS AUXILIARES.

- *Cálculo de Icc max del CGD*

Línea (CGD-Caux)	L (m)	Sfase(mm ²)	V(V)	Zd(Icc max)	Icc max (A)	PdC(kA)
Cuadro 1	40,05	10	400	0,0696	3315,43	6
Cuadro 2	29,98	4	400	0,1284	1797,95	6
Cuadro 3	22,30	16	400	0,0272	8476,33	10
Cuadro 4	37,17	25	400	0,0251	9214,28	10
Cuadro 5	41,72	6	400	0,1193	1936,01	6
Cuadro 6	31,84	70	400	0,0151	15296,49	20
Cuadro 7	50,24	50	400	0,0216	10682,01	10
Cuadro 8	61,94	10	400	0,1065	2169,25	6

* Si para determinados PdC no existen esos calibres, elegiremos protecciones con poderes de corte superiores.

- **Cuadro auxiliar 1**

CUADRO AUXILIAR 1	L (m)	Sfas e (mm ²)	V (V)	Zd (Iccmax)	Zd (Iccmin)	2Zd + Zo	Iccmax	PdC (KA)	Iccmin	T micc	Ic (A)	Iadm (A)	In (A)	Cu rva
A1. Zona administración, cuarto rack y office.	11,91	1,5	230	0,2499	0,259	1,295	531,37	6	292,23	0,82	5,93	18	10	C
A2. Despacho 1, despacho 2 y sala de reuniones	23,7	1,5	230	0,3836	0,7336	3,668	346,17	6	103,18	6,56	7,12	18	10	C
A3. Aseos, distribuidor, y recepción.	26,11	1,5	230	0,4108	0,7858	3,929	323,25	6	32,11	67,74	8,14	18	10	C
A4. Departamento de calidad	32,97	1,5	230	0,4886	0,938	4,6923	472,60	6	80,65	10,74	5,73	18	10	C

A5. Cuarto encargado	17,14	1,5	230	0,3092	0,7971	3,9856	746,89	6	94,95	7,74	1,91	18	4	C
A6. Vestuarios	24,72	1,5	230	0,3952	0,7589	3,7947	584,36	6	99,73	7,02	5,73	18	10	C
E1. Emergencias	14,01	1,5	230	0,2737	0,5258	2,629	252,93	6	143,95	3,25	0,11	18	1	C
E2. Emergencias	11,99	1,5	230	0,2508	0,4817	2,4085	529,29	6	157,130	2,83	0,082	18	1	C
E3. Emergencias	16,12	1,5	230	0,2977	0,5717	3,4304	446,06	6	110,32	5,74	0,14	18	1	C
E4. Emergencias	22,22	1,5	230	0,3668	0,7044	3,5221	362,02	6	107,45	6,05	0,054	18	1	C
E5. Emergencias	17,14	1,5	230	0,3093	0,5940	2,9701	429,33	6	127,42	4,30	0,027	18	1	C
E6. Emergencias	21,72	1,5	230	0,3612	0,6936	3,4684	367,64	6	109,12	5,87	0,16	18	1	C
Tomas monofásicas	86,87	2,5	400	0,7057	1,3551	6,7757	188,35	6	55,85	62,20	4,68	22	6	C
Tomas monofásicas	98,75	2,5	400	0,8925	1,5103	7,5513	148,69	6	50,11	77,26	4,68	22	6	C

- **Cuadro auxiliar 2:**

CUADRO AUXILIAR 2	L (m)	Sfase (mm ²)	V (V)	Zd (Iccmax)	Zd (Iccmin)	2Zd + Zo	Iccmax	PdC (KA)	Iccmin	T micc	Ic (A)	Iadm (A)	In (A)	Curva
1. Aseos, distribuidor y escalera.	30,10	1,5	230	0,4561	0,8728	4,3640	506,30	6	86,72	9,29	8,14	18	10	C
2. Sala de muestras y formación.	20,6	1,5	230	0,3486	0,6692	3,3461	662,73	6	113,10	5,46	5,93	18	10	C
3. Despacho gerencia y despacho direccion.	40,06	1,5	230	0,5690	1,093	5,463	405,86	6	69,27	14,55	7,12	18	10	C
E1. Emergencias	10,48	1,5	230	0,2338	0,4491	2,2453	567,96	6	168,55	2,46	0,14	18	1	C
E2. Emergencias	6,98	1,5	230	0,1941	0,3728	1,8642	684,49	6	203,01	1,69	0,082	18	1	C
E3. Emergencias	13,86	1,5	230	0,2721	0,5226	2,6130	488,02	6	144,83	3,33	0,11	18	1	C
Tomas monofásicas	98,75	2,5	400	0,8925	1,5103	7,5513	148,69	6	50,11	77,26	4,68	22	6	C

- **Cuadro auxiliar 3:**

CUADRO AUXILIAR 3	L (m)	Sfase(mm)	V (V)	Zd (Iccmax)	Zd (Iccmin)	2Zd + Zo	Iccmax	PdC (kA)	Iccmin	T micc	Ic (A)	Iadm (A)	In (A)	Curva
Puerta enrollable	15,26	1,5	400	0,2125	0,4046	2,0233	1087,02	10	325,29	0,66	2,29	21	4	D
Puerta exterior	29,99	1,5	400	0,3793	0,7251	3,6255	608,72	10	181,54	2,11	1,526	21	4	D
Puerta exterior	60,06	1,5	400	0,7202	1,3796	6,8982	320,66	10	95,413	7,67	1,526	21	4	D
Polipasto 5 TN	6,64	6	400	0,0583	0,1087	0,5440	3959,09	10	1209,93	0,764	38,159	49	40	D
Carga baterías	27,61	1,5	400	0,3524	0,6734	3,3673	655,30	10	195,46	1,828	10,369	21	16	D
Aire acondicionado	25,12	6	400	0,1107	0,2094	1,0470	2086,50	10	628,62	2,82	10,37	49	16	D
SAI	13,26	1,5	400	0,2150	0,3563	1,7816	1074,24	10	369,43	0,51	6,01	21	10	D

- **Cuadro auxiliar 4:**

CUADRO AUXILIAR 4	L (m)	Sfase(mr)	V (V)	Zd (Iccmax)	Zd (Iccmin)	2Zd + Zo	Iccmax	PdC (kA)	Iccmin	T micc	Ic (A)	Iadm (A)	In (A)	Curva
Compresor 1	7,13	6	400	0,0597	0,1057	0,5174	3867,08	10	1272,04	0,69	38,09	49	40	D
Compresor 2	9,13	6	400	0,0653	0,1144	0,5717	3532,48	10	1151,27	0,84	38,09	49	40	D
Sierra manual	43,6	1,5	400	0,5336	1,0245	5,1225	432,77	10	128,49	4,23	3,11	21	6	D
Roscadora	44,73	1,5	400	0,5464	1,0379	5,1897	422,66	10	126,82	4,34	1,55	21	4	D
Esmeril	41,69	1,5	400	0,4741	0,9719	4,8595	487,13	10	78,20	11,43	6,23	21	10	D

- **Cuadro auxiliar 5:**

CUADRO AUXILIAR 5	L (m)	Sfase(mm ²)	V (V)	Zd (Iccmax)	Zd (Iccmin)	2Zd + Zo	Iccmax	PdC (kA)	Iccmin	T micc	Ic (A)	Iadm (A)	In (A)	Curva
Torno 1 QTN 200	16,08	6	400	0,2244	0,4311	2,1552	1028,848	6	305,38	11,98	9,33	72	16	D
Torno 2 QTN 200	20,51	6	400	0,2257	0,4333	2,1667	1023,29	6	303,76	12,11	9,33	72	16	D
Torno 3 QTN 200	24,93	6	400	0,2382	0,4574	2,286	969,496	6	287,82	13,49	9,33	72	16	D
Fresadora manual MILK	11,01	6	400	0,2101	0,4034	2,017	1099,165	6	326,31	10,39	3,11	72	6	D
Sierra corte	7,19	6	400	0,1993	0,3826	1,913	1158,89	6	344,047	9,44	5,19	72	10	D

- **Cuadro auxiliar 6:**

CUADRO AUXILIAR 6	L (m)	Sfase(mm)	V (V)	Zd (Iccmax)	Zd (Iccmin)	2Zd + Zo	Iccmax	PdC (kA)	Iccmin	T micc	Ic (A)	Iadm (A)	In (A)	Curva
Centro mecanizado VAR 1	21,71	10	400	0,08198	0,1540	0,7702	2817,02	20	854,512	4,252	68,44	96	80	D
Centro mecanizado VAR 2	27,43	10	400	0,0916	0,1757	0,8789	2521,11	20	748,816	5,53	68,44	96	80	D
Centro mecanizado VAR 3	33,15	10	400	0,1013	0,1944	0,9721	2279,19	20	677,08	6,77	68,44	96	80	D
Tomas corriente trifásicas	148,58	2,5	400	1,0103	2,111	10,56	218,837	20	62,32	49,955	5,647	29	6	D

- **Cuadro auxiliar 7:**

CUADRO AUXILIAR 7	L (m)	Sfase(m)	V (V)	Zd (Iccmax)	Zd (Iccmin)	2Zd + Zo	Iccmax	PdC (kA)	Iccmin	T micc	Ic (A)	Iadm (A)	In (A)	Curva
Centro mecanizado VAR 4	19,55	10	400	0,05925	0,1137	0,5686	3897,86	10	1157,54	2,31	68,44	96	80	D
Centro mecanizado VAR 5	13,83	10	400	0,0495	0,0950	0,4752	4663,34	10	1385,04	1,618	68,44	96	80	D
Tomas corriente trifásicas	42,20	2,5	400	0,3153	1,04812	5,2406	732,524	10	125,592	11,39	5,647	25	6	D

- **Cuadro auxiliar 8:**

CUADRO AUXILIAR 8	L (m)	Sfase(mm)	V (V)	Zd (Iccmax)	Zd (Iccmin)	2Zd + Zo	Iccmax	PdC (kA)	Iccmin	T micc	Ic (A)	Iadm (A)	In (A)	Curva
Tomas corriente monofásicas	62,85	2,5	400	0,6040	1,160	5,8020	382,11	6	113,44	15,09	4,412	29	6	C
Tomas corriente monofásicas	45,85	2,5	400	0,4887	0,9384	4,6924	472,48	6	140,26	9,86	4,412	29	6	C
Tomas corriente monofásicas	51,15	2,5	400	0,5248	1,0071	5,0380	440,04	6	130,69	11,37	4,412	29	6	C
A. Taller 1	72,13	4	400	0,996	1,993	9,965	695,61	6	205,34	19,24	17,91	38	20	C
A. Taller 2	81,89	4	400	1,012	1,998	9,993	684,61	6	208,35	10,23	17,91	38	20	C
A. Taller 3	91,13	4	400	1,023	2,034	10,171	685,13	6	210,46	10,56	17,91	38	20	C
Emergencias taller	42,39	1,5	400	0,6574	1,2614	6,3072	351,28	6	104,35	2,701	0,6	24	1	C
A.Fachadas	210	4	400	1,0695	2,0534	10,2672	215,93	6	215,93	12,08	5,51	38	6	C

Las protecciones colocadas, vienen descritas en el documento memoria y también en el documento planos del presente proyecto.

2.5. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

2.5.1. INTRODUCCIÓN

Según la ITC-BT 18 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y tal como está explicado en la memoria del presente proyecto, la diferencia de tensión entre masa y tierra no debe ser nunca superior a 24 voltios en lugares húmedos o de 50 voltios en lugares secos.

Con el objetivo de hacer más segura la instalación y aunque la nave industrial no sea un local especialmente húmedo, a la horade calcular la puesta a tierra se ha de tener en cuenta el valor de 24 voltios. Por tanto, la instalación estará protegida para que en caso de que cualquier masa pueda ponerse en tensión, esta no supere al valor de 24 voltios. La resistividad del terreno según la tabla 14.3 de la ITC-BT 18, para margas y arcillas compactas, entre 100 y 200 Ωm .

La corriente máxima de disparo del interruptor diferencial más sensible, que se tendrá en cuenta será de 300 mA.

Entonces, la resistencia del circuito de protección, entendiendo éste desde la conexión a masa hasta el paso de tierra, deberá cumplir la siguiente expresión:

$$R \leq \frac{V_c}{I_s}$$

Donde:

R: Resistencia de puesta a tierra Ω .

Vc: Tensión de contacto en V.

Is: Sensibilidad del interruptor diferencial en A.

Por tanto:

$$R \leq \frac{24}{0,3} = 80 \Omega$$

2.5.2. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

El electrodo está formado por 4 picas de acero recubiertas de cobre de 14 mm de diámetro y 2 metros de longitud, situadas en un lado de la nave, de longitud 34, 42 m, y unidas por medio conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección. Esta irá unida al mallazo metálico de cimentación a través de un conductor de cobre de 50mm² de sección por medio de soldaduras aluminotérmicas, formando así una superficie equipotencial.

Del cuadro de distribución general se unirá al conductor principal de tierra a través de un conductor de cobre de 50mm². Del cuadro de distribución general partirán las

derivaciones a los cuadros auxiliares de distribución y de estos partirán los conductores de protección a los distintos receptores.

Una vez elegido cual va a ser la configuración de la instalación, como el número de picas, la sección de los conductores de unión de las picas, la sección de los conductores de unión de las picas, la naturaleza de los conductores, etc. se procede a verificar que la instalación cumple con las condiciones anteriormente expuestas, es decir, que la resistencia de tierra sea inferior a 80Ω , con lo que quedará limitada la tensión de contacto.

Calcularemos el valor de la resistencia de tierra en el caso del defecto a tierra más desfavorable, es decir, cuando la corriente de defecto sea mayor. Ya que los contactos peligrosos se producen con la maquinaria de la nave, hemos de buscar la línea con menor resistencia a tierra, que es la línea con mayor corriente de defecto, que en este caso será la máquina de línea, centro de mecanizado número 2, del cuadro auxiliar 5. Por tanto habrá que calcular la resistencia del conductor de esa línea, que va desde el cuadro de distribución general, hasta ese punto.

La resistencia del conductor se calcula mediante la siguiente expresión:

$$R = \frac{L}{\sigma \times S}$$

Donde:

- R: Resistencia del conductor Ω .
- σ : Conductividad del material conductor ($m/\Omega mm^2$), en este caso la del cobre que es $56 m/\Omega mm^2$.
- L: Longitud del conductor en metros.
- S: La sección del conductor en mm^2 .

La resistencia del conductor entre el cuadro de distribución general y el cuadro auxiliar 1m es de:

$$R1 = \frac{L}{\sigma \times S} = \frac{L}{\sigma \times S} = 0,0098 \Omega$$

La resistencia del conductor en la línea compresor 1 es de:

$$R2 = \frac{L}{\sigma \times S} = \frac{27,43}{56 \times 10} = 0,049 \Omega$$

La resistencia del conductor será la suma de las tres:

$$Rt = R1 + R2 = 0,0588 \Omega$$

La resistencia de una pica vertical se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$R_{pica} = \frac{\rho}{L}$$

Donde:

- R_{pica} : Resistencia de la pica en Ω .
- ρ : Resistividad del terreno en Ωm , en nuestro caso $200 \Omega m$.
- L: Longitud de la pica en metros.

Por tanto la resistencia de una pica será de

$$R_{pica} = \frac{\rho}{L} = \frac{200}{2} = 100\Omega$$

Las cuatro picas que forman la instalación de puesta a tierra se encuentran en paralelo entre ellas, por lo que la resistencia del conjunto será:

$$R_{total_picas} = \frac{R_{pica}}{4} = \frac{100}{4} = 25\ \Omega$$

La resistencia del conductor que une las 4 picas será:

$$R_{conductor} = 2x \frac{\rho}{L} = 2x \frac{200}{27,43} = 14,58\ \Omega$$

La resistencia total del mallazo de puesta a tierra, será la que se forman la resistencia de las picas y la resistencia del conductor que las une. En el caso más desfavorable, será si se considera que estas dos resistencias se encuentran en serie, por lo que la resistencia total de puesta a tierra será el resultado de la suma de ambas:

$$R_{mallazo} = R_{total_picas} + R_{conductor} = 25 + 14,58 = 39,583\ \Omega$$

La resistencia total de la puesta a tierra para la línea más desfavorable será la suma de la resistencia del conductor de dicha línea, más la resistencia del mallazo:

$$R_{total} = R_{conductor} + R_{mallazo} = 0,0588 + 39,583 = 39,641\ \Omega$$

Por tanto se puede decir que la instalación de puesta a tierra es adecuada para proteger eficazmente a las personas, ya que la resistencia total de tierra es mucho menor que los 80 Ω que se han calculado anteriormente como límite máximo.

2.6. COMPENSACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA.

2.6.1. CÁLCULO DE LA POTENCIA REACTIVA A INSTALAR.

Se ha decidido mejorar el factor de potencia hasta un valor de 0,97 para aprovechar las ventajas que conlleva tener un factor de potencia elevado. Teniendo los datos de potencia activa y factor de potencia de la nave se calcula la potencia reactiva a instalar.

$$\text{Potencia activa} = 210.624,84\ \text{W.}$$

$$\text{Intensidad} = 692,58\ \text{A.}$$

$$\text{Cos } \varphi = 0,89 \rightarrow \varphi = 30,14^\circ$$

$$Q_{\text{cos } \varphi=0,9} = \sqrt{3} V I \text{ sen } \varphi = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 692,58 \cdot \text{sen}30,14^\circ = 218.779,52\ \text{Var}$$

Se quiere mejorar hasta $\text{cos } \varphi = 0,97$, por lo que la potencia reactiva que tiene que tener la batería de condensadores será:

$$\text{Cos } \varphi = 0,97 \rightarrow \varphi = 14,07^\circ$$

$$Q_{\cos \varphi=0,97} = \sqrt{3} V I \sin \varphi = \sqrt{3} 400 \cdot 692,58 \cdot \sin 14,07^\circ = 105187,27 \text{ Var}$$

$$Q_{\text{BATERIA}} = Q \cos -0,9 - Q \cos -0,97 = 218.779,52 - 105187,27 = 113592,25 \text{ Var}$$

2.6.2. CÁLCULO DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR QUE UNE LA BATERÍA.

Para hallar la intensidad que va a circular por el cable que alimenta la batería de condensadores, se aplica la fórmula de la potencia reactiva:

$$Q = \sqrt{3} V I \sin \varphi$$

Donde:

Sen $\varphi = 1$ (batería de condensadores).

Q = potencia reactiva de los conductores.

V = tensión nominal, 400 V.

Despejando, obtenemos:

$$I = 113.592,25 \text{ Var} / \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1 = 163,96 \text{ A}$$

Con el siguiente valor vamos a la tabla correspondiente, en este caso a la tabla 19.2 de la ITC-BT 19 y para conductores unipolares en contacto mutuo indica una sección de 50 mm².

2.6.3. CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN DE LA BATERÍA DE CONDENSADORE

El cálculo del interruptor automático se basa en la intensidad consumida por la batería de condensadores. Este valor debe ser multiplicado por un coeficiente de seguridad especificado en la ITC-BT 48 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, donde se establece que los aparatos de mando y protección deben soportar en régimen permanente de 1,5 a 1,8 veces la intensidad nominal; en este caso aplicaremos un coeficiente de 1,6; obteniendo una intensidad de:

$$I = I_n \cdot 1,6 = 163,96 \cdot 1,6 = 262,33 \text{ A}$$

La intensidad de cortocircuito será la de entrada del C.G.D. $I_{cc} = 18365,96 \text{ A}$. Por lo tanto el interruptor magnetotérmico queda definido:

III+N 400 V

Calibre = 320 A

PdC = 20kA o superiores.

Curva C

2.7. CÁLCULOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

2.7.1. INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN

La intensidad primaria I_p en un transformador trifásico es el valor que circulara por el devanado primario cuando el transformador funcione a su potencia nominal y viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{U \times \sqrt{3}}$$

Donde:

- S: Potencia del transformador, en este caso 1000 kVA.
- U: Tensión compuesta primaria en kV = 13,2 kV.
- I_p : Intensidad primaria en A.

Sustituyendo valores se tiene que la intensidad nominal en el lado de alta tensión es de 43,74 A.

Este valor puede utilizarse para calcular los fusibles adecuados en el lado de Media tensión.

2.7.2. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN

En un sistema trifásico la intensidad secundaria I_s viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S - W_{fe} - W_{cu}}{U \times \sqrt{3}}$$

Donde:

- S: Potencia del transformador, en este caso 1000kVA.
- U: Tensión compuesta en carga del secundario en kV = 0,4 kV.
- I_s : Intensidad secundaria en A.
- W_{fe} : Pérdidas en el hierro. (1550 W, dato dado por el fabricante)
- W_{cu} : Pérdidas en los arrollamientos. (8100 W, dato dado por el fabricante)

Sustituyendo valores se tiene que la intensidad nominal en el lado de baja tensión es de 1429,45 A.

A través del valor de esta intensidad, se pueden calcular los fusibles de protección.

2.7.3. CORTOCIRCUITOS

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en el lado de alta tensión se utiliza como dato de partida el valor de la potencia de cortocircuito en el punto de la instalación, suministrado por la compañía eléctrica IBERDROLA, que en este caso es de 500 MVA, y la tensión de servicio. Para calcular la intensidad de cortocircuito en el lado de baja tensión se utilizan como datos la potencia del transformador, su tensión de cortocircuito y su tensión secundaria.

2.7.3.1. CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN

La corriente de cortocircuito en el lado de alta tensión se puede calcular por medio de la siguiente expresión:

$$I_{cp} = \frac{S_{cc}}{U \times \sqrt{3}}$$

Donde:

- S_{cc} : Potencia de cortocircuito de la red, es este caso de 500 MVA.
- U : Tensión primaria, en este caso 13,2 kV.
- I_{cp} : Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

Sustituyendo valores se tiene que la intensidad de cortocircuito en el lado de alta tensión es de 21,87 kA, es decir, que esta será la intensidad primaria máxima para un cortocircuito en el lado de alta tensión.

2.7.3.2. CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN

Para obtener el valor de la intensidad de cortocircuito secundaria se debe saber cuál será la tensión de cortocircuito, es decir, la tensión que es preciso aplicar al primario para que estando cerradas en cortocircuito los bornes del secundario, se alcance en dicho secundario su intensidad nominal. Según la tabla de características de los transformadores que aparece en la norma UNE 20138 esta tensión, la cual se expresa de forma porcentual será del 6%. La corriente de cortocircuito en el lado de baja tensión se puede calcular por medio de la siguiente expresión:

$$I_{ccs} = \frac{S}{U_s \times \frac{U_{cc}}{100} \times \sqrt{3}}$$

Donde:

- S : Potencia del transformador, en este caso 1000 KVA.
- U_{cc} : Tensión porcentual de cortocircuito del transformador, en este caso es del 5%.
- U_s : Tensión secundaria del transformador.
- I_{ccs} : Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

Sustituyendo valores se tiene la intensidad de cortocircuito en el lado de baja tensión es de 28,867 kA.

2.7.4 CONEXIÓN CELDAS- TRANSFORMADOR

La intensidad nominal que ha de soportar el cable es:

$$I = \frac{P}{V \times \sqrt{3}} = \frac{1000}{13200 \times \sqrt{3}} = 43,37 \text{ A}$$

Se ha decidido colocar conductores unipolares de cobre de 50 mm² de sección, que en condiciones de instalación soporta 188 A, y provoca una caída de tensión despreciable, cumpliendo así con los criterios de calentamiento y de caída de tensión. El aislamiento del conductor será de XLPE (Polietileno Reticulado).

2.7.4.1. CONEXIÓN DEL SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR AL CUADRO DE BT

La intensidad nominal que tienen que soportar los cables que unen el secundario del transformador con el cuadro de Baja Tensión del CT es:

$$I = \frac{P}{V \times \sqrt{3}} = \frac{1000}{400 \times \sqrt{3}} = 1443,38 \text{ A.}$$

Se ha decidido poner tres conductores por fase de cobre de 240 mm² de sección, que en condiciones normales soporta 552 A (3x552 A=1656 A > 1443,38 A) y provoca una caída de tensión despreciable, cumpliendo así con los criterios de calentamiento y de caída de tensión. El aislamiento del conductor será de XLPE (Polietileno Reticulado).

2.7.5. SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN

Los transformadores han de estar protegidos tanto en Alta como en Baja Tensión. En Alta Tensión la protección la efectúan las celdas asociadas a los transformadores, mientras que en Baja Tensión la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

Alta tensión

La protección en AT del transformador se realiza utilizando un relé de protección asociado al transformador y mediante una celda de interruptor con fusibles, siendo estos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (muy inferiores a los tiempos de corte de los interruptores diferenciales), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuito por toda la instalación.

No obstante, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrían que ser evitadas por el relé de protección del transformador.

Los cortacircuitos fusibles son los limitadores de corriente, produciéndose su fusión, para una intensidad determinada, antes que la corriente haya alcanzado su valor máximo. De todas formas, esta protección debe permitir el paso de la punta de corriente producida en la conexión del transformador en vacío, soportar la intensidad en servicio continuo y sobrecargas eventuales y cortar las intensidades de defecto en los bornes del secundario del transformador.

Como regla práctica, simple y comprobada, que tiene en cuenta la conexión en vacío del transformador y evita el envejecimiento del fusible, se puede verificar que la intensidad que hace fundir al fusible en 0,1 segundos es siempre superior o igual a 14 veces la intensidad nominal del transformador.

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia del transformador a proteger. En nuestro caso tenemos un transformador de 800 KVA, por tanto la intensidad del fusible en media tensión será de 40 A.

2.7.6. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

La ventilación del Centro de Transformador va a ser natural, por circulación de aire. Para ello, se dispondrá de unas rejillas de entrada de aire y otras de salida según lo especificado en la MIE-RAT 014.

La superficie de entrada de aire que es necesaria, según la potencia de pérdidas del transformador, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$S_e = \frac{0,18 \times (P_v + P_{cc})}{\sqrt{h}}$$

Donde:

- S_c : Superficie de la rejilla de entrada de aire, en m^2 .
- P_v : Pérdidas en vacío del transformador, en kW.
- P_{cc} : Pérdidas en cortocircuito del transformador, en kW.
- h : Diferencia de altura entre los centros de las rejillas de entrada y salida de aire.

El CT elegido al ser prefabricado, modelo PFU-4 de Ormazabal, conocemos la cantidad de rejillas destinadas a la ventilación y sus dimensiones.

En este caso, según se puede ver en el plano correspondiente, hay 2 rejillas de ventilación de entrada de aire una de (704 x 642) mm y otra de (1288x344) mm colocadas en las puertas y por encima de las mismas y 1 rejilla de ventilación de salida de aire (1288x344) mm, colocada en frente de la puerta.

La superficie total para la entrada de aire es:

$$S_e = (2 \times 0,452) + (2 \times 0,443) = 1,79 \text{ m}^2$$

Las rejillas de ventilación de salida de aire se encuentran a una altura de 2,22 m. Sabiendo que tenemos una superficie total de entrada de aire de 0,895 m², podremos disipar como máximo:

$$P = \frac{Se\sqrt{h}}{0,18} = 14,81 \text{ kW} > 12,2 \text{ kW}$$

Se puede concluir que la ventilación del Centro de Transformación elegido es más que suficiente para la potencia del transformador a instalar.

2.7.7. DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS

Los transformadores llevaran su circuito magnético y bobinados sumergidos en un líquido aislante, que será aceite mineral, el cual cumple dos funciones:

Aislamiento entre partes con tensión y refrigeración. Cuando se utilizan aparatos o transformadores que contienen más de 50 litros de aceite mineral, se debe disponer de un foso de recogida de aceite de capacidad adecuada, con revestimiento estanco y con dispositivo cortafuegos.

Bajo la zona destinada a la colocación del transformador se dispone el correspondiente foso de recogida de líquido dieléctrico para el caso de que se produjera un vaciamiento total. La losa sobre la que se asienta el transformador tiene la pendiente adecuada para la canalización del líquido dieléctrico hacia un colector, en el que se sitúa, sobre una rejilla metálica, un lecho de guijarros cuya función es la de evitar la propagación de incendios. La capacidad unitaria del foso de recogida de líquido dieléctrico es suficiente para recoger la totalidad del contenido de líquido dieléctrico en caso de vaciamiento total y que es 565 litros.

2.7.8 CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Datos de partida:

- Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial = 200 Ωm.
- Tensión de Red = 13.2 kV.
- Nivel de aislamiento en las instalaciones de baja tensión del centro de transformación = 6kV.
- Intensidad de defecto máxima permitida de acuerdo con las normas dadas por la empresa suministradora de energía: Id = 400 A

Características del centro de transformación:

- La caseta tiene 6080 mm de largo, 2380 mm de ancho y 3045 mm de alto.
- Resistividad del terreno: ρ = 200 Ωm.
- Resistividad del hormigón: ρH = 3000 Ωm.

El neutro de la red de distribución en media tensión está conectado rígidamente a tierra. Por ello, la intensidad máxima de defecto dependerá de la resistencia de puesta a tierra de protección del Centro, así como de las características de la red de media tensión.

Según los datos de red proporcionados por la Compañía Eléctrica suministradora (IBERDROLA), el tiempo máximo de eliminación del defecto es inferior a 0.45 segundos (gráfica de duración de defecto). Los valores de K y n para calcular la tensión máxima de contacto aplicada según MIE-RAT 13 en el tiempo de defecto, proporcionado por la Compañía son:

$$V_{ca} = \frac{K}{t^n}$$

Donde:

- Vca: Tensión aplicada en V.
- T: Duración de la falta de segundos.
- K y n: Constantes, en función del tiempo:

T	K	n	Vca
$0,9 \geq t > 0,1$	72	1	$\frac{K}{t^n}$
$3 \geq t > 0,9$	78,5	0,18	$\frac{K}{t^n}$
$5 \geq t > 3$			64 V
$t > 5$			50 V

En este caso $K = 72$ y $n = 1$.

Por otra parte, los valores de la impedancia de puesta a tierra del neutro son características de cada red, y los proporciona la compañía suministradora:

$$R_n = 0 \Omega \text{ y } X_n = 25,4 \Omega$$

La intensidad máxima de defecto se producirá en el caso hipotético de que la resistencia de puesta a tierra del Centro de Transformación sea nula. Dicha intensidad será, por tanto igual a:

$$I_d (\max) = \frac{U_s(\max)}{Z_n \times \sqrt{3}} = \frac{13200}{25,4 \times \sqrt{3}} = 300,04 \text{ A}$$

2.7.8.1 MÉTODO EMPLEADO EN LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

A. 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 emplearemos las expresiones y procedimientos según el “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría”, editado por UNESA, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo, entre otras, las siguientes:

Para la tierra de protección optaremos por un sistema de las características que se indican a continuación:

- Identificación: código 70-25/8/84 del método de cálculo de tierras de UNESA.
- Parámetros característicos:

$$K_r = 0,058 \Omega/\Omega m$$

$$K_p = 0,0086 V/(\Omega m)(A)$$

- 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 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,8 m, estas 8 picas formaran un rectángulo de dimensiones 6,5 x 4,5 m.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0,6/1 kV protegido contra daños mecánicos (bajo tubo).

B. Tierra de servicio

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección. La configuración escogida se describe a continuación:

- Identificación: código 5/62 del método de cálculo de tierras de UNESA.
- Parámetros característicos:

$$K_r = 0,073 \Omega/\Omega m$$

$$K_p = 0,00120 V/(\Omega m)(A)$$

- 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 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,8 m. La separación entre cada pica y la siguiente será de 3 m. Con esta configuración, la longitud del conductor desde la primera pica hasta la última será de 12 m, dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos (bajo tubo).

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 Ω . Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 Voltios (37 x 0,650).

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión. Dicha separación se calculara posteriormente.

2.7.8.2 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.

A. Tierra de protección

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del Centro (R_t) y tensión de defecto correspondiente (U_d), utilizaremos las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra, R_t :

$$R_t = K_r \times \rho$$

$$R_t = 0,058 \times 200 = 11,6 \Omega$$

- Intensidad de defecto, I_d :

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \times \sqrt{(R_n + R)^2 + X_n^2}}$$

$$I_d = \frac{13200}{\sqrt{3} \times \sqrt{(0 + 11,6)^2 + 25,4^2}} = 272,92 \text{ A}$$

- Tensión de defecto, U_d :

$$U_d = I_d \times R_t$$

$$U_d = 272,92 \times 11,6 = 3165,93 \text{ V}$$

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 de 4000 Voltios.

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 asimismo que la intensidad de defecto calculada es superior a 100 Amperios, lo que permitirá que pueda ser detectada por las protecciones normales.

B. Tierra de servicio

$$R_t = K_r \times \rho$$

$$R_t = 0,073 \times 200 = 14,6 \ \Omega$$

Una vez conectada la red de puesta a tierra de servicio al neutro de la red de Baja Tensión, el valor de esta resistencia de puesta a tierra general deberá ser inferior a 37 Ω .

Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación interior protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra de servicio una tensión superior a:

$$37 \times 0,650 = 24 \text{ V}$$

2.7.8.3 CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN

$$U'_p = K_p \times \rho \times I_d$$

$$U'_p = 0,0086 \times 200 \times 272,9 = 469,42 \text{ V}$$

La tensión de paso máxima admisible en el exterior del centro de transformación es la siguiente:

Donde:

- U_p : Tensiones de paso en V.
- $K = 72$.
- $n = 1$.
- t : Duración de la falta en segundos: 0,45 s.
- ρ : Resistividad del terreno.

$$U_{p\text{adm}} = \frac{10 \times K}{t^n \times \left(1 + 6 \times \frac{\rho}{1000}\right)} = \frac{10 \times 72}{0,45 \times \left(1 + 6 \times \frac{200}{1000}\right)} = 3520 \text{ V.}$$

Vemos que efectivamente la tensión de paso en el electrodo seleccionado es inferior a la máxima admisible:

$$U'_p \leq U_{p\text{adm}}$$

$$469,42 \text{ V} < 3520 \text{ V}$$

2.7.8.4 CÁLCULO DE LA TENSIÓN DE PASO EN EL ACCESO AL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

$$U'_p(\text{acc}) = K_c \times \rho \times I_d = 0,0215 \times 200 \times 272,92 = 1173,55 \text{ V}$$

La tensión de paso máxima admisible en el acceso al centro de transformación será :

Donde:

- U_p : Tensiones de paso en V.
- $K = 72$.
- $n = 1$.

- t: Duración de la falta en segundos: 0,45 s.
- ptierra: Resistividad del terreno
- phormigón: Resistividad del hormigón = 3000 Ωm.

$$\begin{aligned}
 U_p(\text{acc})_{\text{adm}} &= \frac{10 \times K}{t^n \times \left(\frac{1 + 3\rho_{\text{tierra}} + 3\rho_{\text{hormigón}}}{1000} \right)} = \\
 &= \frac{10 \times 72}{0,45 \times \left(\frac{1 + 3 \times 200 + 3 \times 3000}{1000} \right)} = 16960 \text{ V}
 \end{aligned}$$

Vemos que el electrodo esta bien diseñado porque cumple con los requisitos

$$U'_{\text{pacc}} \leq U_{\text{paccadm}}$$

$$1173,55\text{V} < 16960$$

Así se comprueba que los valores calculados satisfacen las condiciones exigidas. No será necesario calcular las tensiones de paso y contacto en el interior, ya que estas serán prácticamente cero. Esto es así por las medidas de seguridad adoptadas reflejadas anteriormente.

Se han adoptado las medidas de seguridad expuestas, por lo que no será necesario calcular la tensión de contacto exterior, ya que será prácticamente cero.

La puesta a tierra de protección y la de servicio serán separadas e independientes.

2.7.8.5. TENSIONES EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN

El piso del centro estará constituido por un mallazo electrosalado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de la protección del centro. Con esta disposición se consigue proteger a la persona que debe 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. e espesor como mínimo.

El prefabricado de hormigón de ORMAZABAL está construido de tal manera que, una vez fabricado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituya la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldadura eléctrica.

Esta armadura equipotencial se conectará al sistema de tierras de protección (excepto puertas y rejillas, que como ya se ha indicado no tendrán contacto eléctrico con el sistema equipotencial; debiendo estar aisladas de la armadura con una resistencia igual o superior a 10.000 ohmios a los 28 días de fabricación de las paredes).

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo.

No obstante, y según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso de acceso es equivalente al valor de la tensión de defecto, que se obtiene mediante la expresión:

$$U_p(\text{contacto}) = U_p'(\text{acc}) = K_c \cdot I_d \cdot \rho = 0,0215 \cdot 272,92 \cdot 200 = 1173,556$$

2.7.8.6 SEPARACIÓN ENTRE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN Y SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE SERVICIO.

Si la tensión de defecto fuera de 1000V cabría la posibilidad de instalar un sistema de puesta a tierra único, pero como no es el caso se deberá disponer de un sistema de puesta a tierra del neutro del transformador (tierra de servicio) separado e independiente de otros sistemas de puesta a tierra de las masas (tierra de protección).

Debe evitarse que la tensión de defecto en el electrodo de puesta a tierra de protección transmita al de puesta a tierra de servicio una tensión superior a 100 V.

La distancia mínima de separación será:

$$D_{\min} = \frac{\sigma \times I_d}{2000 \times \pi}$$

Con:

- $\sigma = 200 \Omega\text{m}$.
- $I_d = 272,92 \text{ A}$.

Obtenemos el valor de dicha distancia:

$$D_{\min} = 8,687 \text{ m.}$$

2.7.8.7 CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL ESTABLECIENDO EL DEFINITIVO.

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medio de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del Centro, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

2.7.9 TABLAS DE LA INSTALACIÓN SECUNDARIA

Instalación secundaria CT	P(W)	Fa	Fs	Pc(W)	V(V)	Cos ϕ	S(VA)	Q(Var)	In(A)	Ic(A)
Alumbrado	40	1,8	1	72	230	0,95	113,684	35,497	0,659	1,19
Alumbrado emergencia	6	1	1	6	230	0,95	6,32	1,97	0,027	0,03
Tomas corriente monofásicas	3450	1	0,25	862,5	230	0,85	1014,706	534,53	17,65	4,41
C Ct	3542			1018,5		0,86	1134,71	571,997	17,949	5,626

Instalación secundaria CT	Ic(A)	cosφ	Fc	I'c(A)	aislan	Canalización
Alumbrado	1,19	0,95	0,9	0,555	XLPE	Bajo tubo y bandeja
A. Emergencia	0,03	0,95	0,9	0,030	XLPE	Bajo tubo y bandeja
Toma monofásica	4,41	0,85	0,9	4,955	XLPE	Bajo tubo y bandeja

Cables/fase	Sfase (mm ²)	Sneutro (mm ²)	Sproteccion (mm ²)	L(m)	E (V)	E(%)	Diámetro tubo(mm)	V(V)
1	1,5	1,5	1,5	6	0,075	0,033	16	230
1	1,5	1,5	1,5	5	0,003	0,001	16	230
1	2,5	2,5	2,5	5,5	0,331	0,144	20	230

Instalación Secundaria CT	L (m)	Sfase(r)	V (V)	Zd (Iccmax)	Zd (Iccmin)	2Zd + Zo	Iccmax	PdC (KA)	Iccmin	T micc	Ic (A)	Iadm (A)	In (A)	Curva
Alumbrado	6	1,5	230	0,0903	0,1686	0,84	1470,548	25	450,05	0,34	0,494	21	4	C
Al emer.	5	1,5	230	0,0792	0,1098	0,544	1676,648	25	695,68	0,23	0,027	21	1	C
Tomas Monofásicas.	5,5	2,5	230	0,0603	0,1101	0,5455	2202,165	25	693,77	0,45	4,412	29	6	C

Pamplona, julio de 2010

Daniel Martínez Ibero



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

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

DOCUMENTO Nº2: ANEXO, CÁLCULOS DIALUX

Daniel Martínez Ibero

Tutor: Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 29 de julio de 2010

ÍNDICE

2.8 Introducción.....	3
2.9 Lista de luminarias	4
2.10 Zona Administrativa.....	11
2.11 Despacho 1	13
2.12 Despacho 2	15
2.13 Distribuidor.....	17
2.14 Anteseo	19
2.15 Aseo hombres	21
2.16 Aseo mujeres	23
2.17 Cuarto Rack	25
2.18 Office.....	27
2.19 Sala de reuniones.....	29
2.20 Vestuario hombres.....	31
2.21 Vestuario mujeres.....	33
2.22 Cuarto encargado.....	35
2.23 Departamento calidad.....	37
2.24 Distribuidor 1ª planta.....	39
2.25 Anteseo 1ª planta	41
2.26 Aseo hombre 1ª planta.....	43
2.27 Aseo mujeres 1ª planta	45
2.28 Sala de muestras 1ª planta	49
2.29 Despacho gerencia 1ªplanta.....	51
2.30 Despacho dirección 1ªplanta.....	53
2.31 Nave.....	55

2.8 INTRODUCCIÓN:

Con el presente estudio de iluminación se ha pretendido seleccionar las luminarias adecuadas a cada estancia de forma que se cumplan los mínimos exigidos en cuanto a alumbrado.

El estudio de iluminación sobre el alumbrado general se ha realizado mediante el programa informático DIALUX, que permite elegir entre una gran variedad de luminarias, prácticamente de todas las marcas comerciales e introducirlas en los locales o estancias en proyecto. A partir de esos datos se obtienen los resultados que han sido comparados con la norma UNE-EN15193.

A continuación se muestran los resultados obtenidos.

Proyecto 1

Contacto:
N° de encargo:
Empresa:
N° de cliente:

Fecha: 18.06.2010
Proyecto elaborado por:

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Índice

Proyecto 1	
Portada del proyecto	1
Índice	2
Lista de luminarias	4
Disano 921 Hydro T8 EL Disano 921 2*58 CELF-DO DIMM. gris	
Diagrama de densidad lumínica	5
Disano 6501 Rapid System - con seccionador Disano 6501 FL 2X18 CNR ...	
Diagrama de densidad lumínica	6
Disano 921 Hydro T8 EL Disano 921 2*36 CELF-DO DIMM. gris	
Diagrama de densidad lumínica	7
TROLL 0148 B.T. +1 x QR-CBC 51 50W 38° + EQ. ELECTR.	
B.T. +1 x QR-CBC 51 50W 38° + EQ. ELECTR.	
Diagrama de densidad lumínica	8
TROLL 0331/1884 DHS 1 x TC-TEL 18W 840 EQ. ELECTR.	
DHS 1 x TC-TEL 18W 840 EQ. ELECTR.	
Diagrama de densidad lumínica	9
Disano 866 Rendicomfort T8 - óptica satinada rayada Disano 866 4x18...	
Diagrama de densidad lumínica	10
Zona Administrativa	
Luminarias (ubicación)	11
Luminarias (lista de coordenadas)	12
Despacho 1	
Luminarias (ubicación)	14
Luminarias (lista de coordenadas)	15
Despacho 2	
Luminarias (ubicación)	16
Luminarias (lista de coordenadas)	17
Distribuidor	
Luminarias (ubicación)	18
Luminarias (lista de coordenadas)	19
Anteaseo	
Luminarias (ubicación)	20
Luminarias (lista de coordenadas)	21
Aseo Hombres	
Luminarias (ubicación)	22
Luminarias (lista de coordenadas)	23
Aseo Mujeres	
Luminarias (ubicación)	24
Luminarias (lista de coordenadas)	25
Cuarto Rack	
Luminarias (ubicación)	26
Luminarias (lista de coordenadas)	27
Office	
Luminarias (ubicación)	28
Luminarias (lista de coordenadas)	29
Sala reuniones	
Luminarias (ubicación)	30
Luminarias (lista de coordenadas)	31
Vestuario Hombres	
Luminarias (ubicación)	32

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

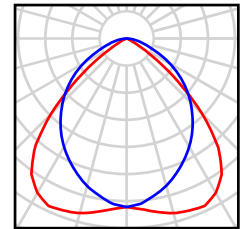
Índice

Luminarias (lista de coordenadas)	33
Vestuario Mujeres	
Luminarias (ubicación)	34
Luminarias (lista de coordenadas)	35
Cuarto encargado	
Luminarias (ubicación)	36
Luminarias (lista de coordenadas)	37
Dep. Calidad	
Luminarias (ubicación)	38
Luminarias (lista de coordenadas)	39
Distribuidor 1ª planta	
Luminarias (ubicación)	41
Luminarias (lista de coordenadas)	42
Anteaseo 1ª planta	
Luminarias (ubicación)	43
Luminarias (lista de coordenadas)	44
Aseo Hombres 1ª planta	
Luminarias (ubicación)	45
Luminarias (lista de coordenadas)	46
Aseo Mujeres 1ª planta	
Luminarias (ubicación)	47
Luminarias (lista de coordenadas)	48
Sala de Muestras 1ª planta	
Luminarias (ubicación)	49
Luminarias (lista de coordenadas)	50
Despacho gerencia 1ª planta	
Luminarias (ubicación)	51
Luminarias (lista de coordenadas)	52
Despacho dirección 1ª planta	
Luminarias (ubicación)	53
Luminarias (lista de coordenadas)	54
Recepción	
Luminarias (ubicación)	55
Luminarias (lista de coordenadas)	56

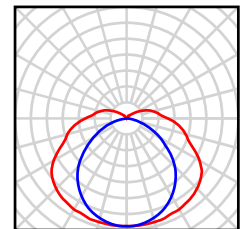
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Proyecto 1 / Lista de luminarias

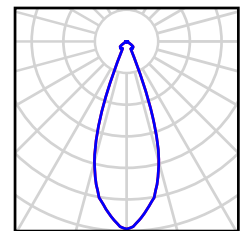
54 Pieza Disano 866 Rendicomfort T8 - óptica satinada rayada Disano 866 4x18 CELL-DH DIMM. blanco
N° de artículo: 866 Rendicomfort T8 - óptica satinada rayada
Flujo luminoso de las luminarias: 5400 lm
Potencia de las luminarias: 72.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 62 93 99 100 71
Armamento: 4 x FL18/4/3B (Factor de corrección 1.000).



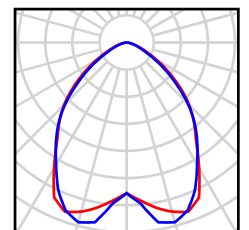
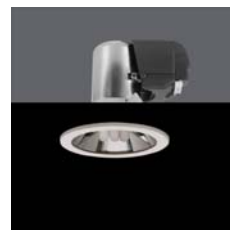
14 Pieza Disano 921 Hydro T8 EL Disano 921 2*36 CELF-DO DIMM. gris
N° de artículo: 921 Hydro T8 EL
Flujo luminoso de las luminarias: 6700 lm
Potencia de las luminarias: 71.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 89
Código CIE Flux: 38 68 88 89 71
Armamento: 2 x FL36/4/3B (Factor de corrección 1.000).



12 Pieza TROLL 0148 B.T. +1 x QR-CBC 51 50W 38° + EQ. ELECTR.
N° de artículo: 0148
Flujo luminoso de las luminarias: 990 lm
Potencia de las luminarias: 53.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 83 97 99 100 101
Armamento: 1 x QR-CBC 51 (Factor de corrección 1.000).



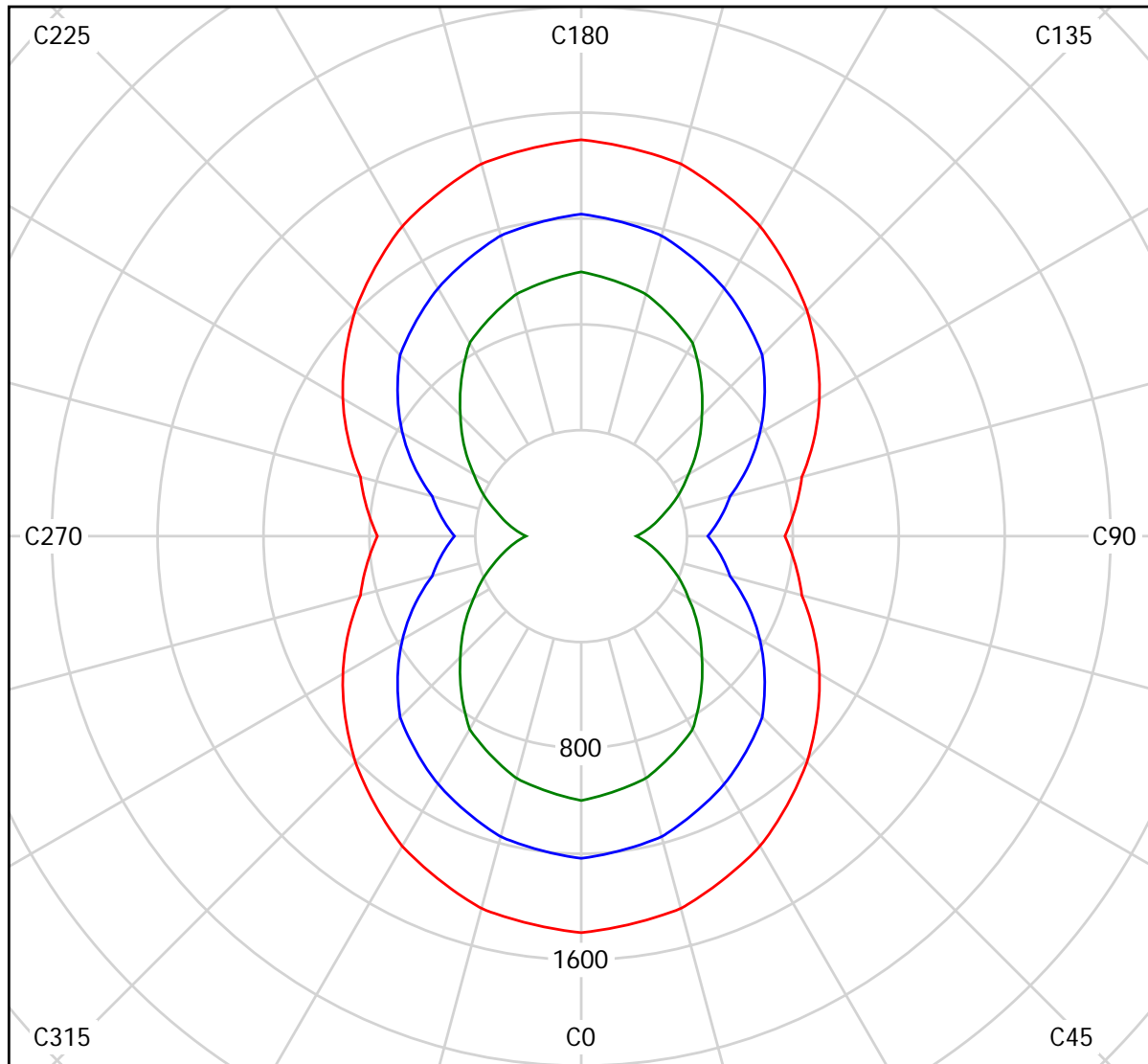
46 Pieza TROLL 0331/1884 DHS 1 x TC-TEL 18W 840 EQ. ELECTR.
N° de artículo: 0331/1884
Flujo luminoso de las luminarias: 1200 lm
Potencia de las luminarias: 18.6 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 63 92 99 100 68
Armamento: 1 x TC-TEL (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Disano 921 Hydro T8 EL Disano 921 2*58 CELF-DO DIMM. gris / Diagrama de densidad lumínica

Luminaria: Disano 921 Hydro T8 EL Disano 921 2*58 CELF-DO DIMM. gris
Lámparas: 2 x FL58/4/3B

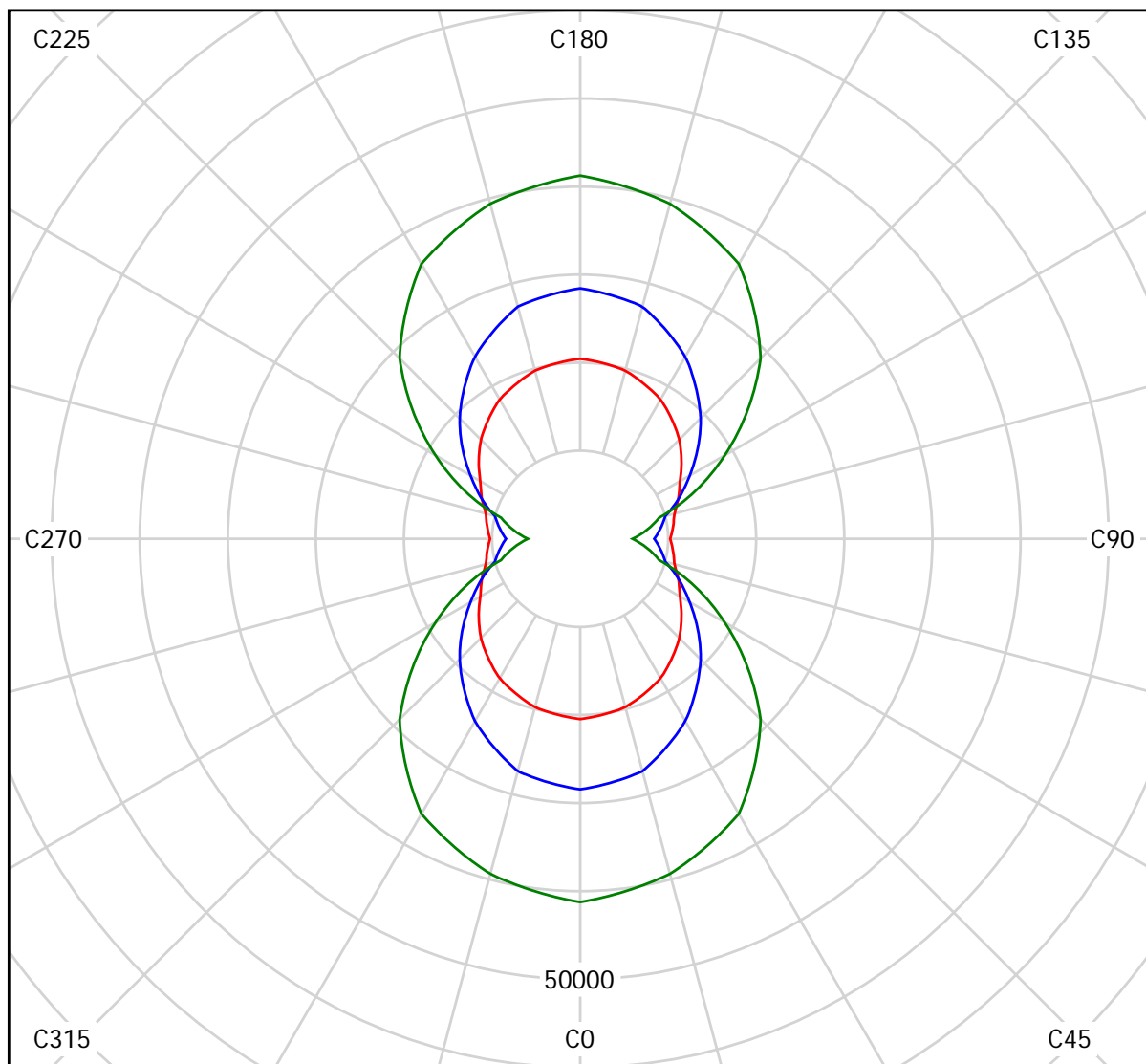


cd/m²
— g = 55.0° — g = 65.0° — g = 75.0°

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Disano 6501 Rapid System - con seccionador Disano 6501 FL 2X18 CNR blanco + 6410 tubo protección / Diagrama de densidad lumínica

Luminaria: Disano 6501 Rapid System - con seccionador Disano 6501 FL 2X18 CNR blanco + 6410 tubo protección
Lámparas: 2 x FL18/4/3B



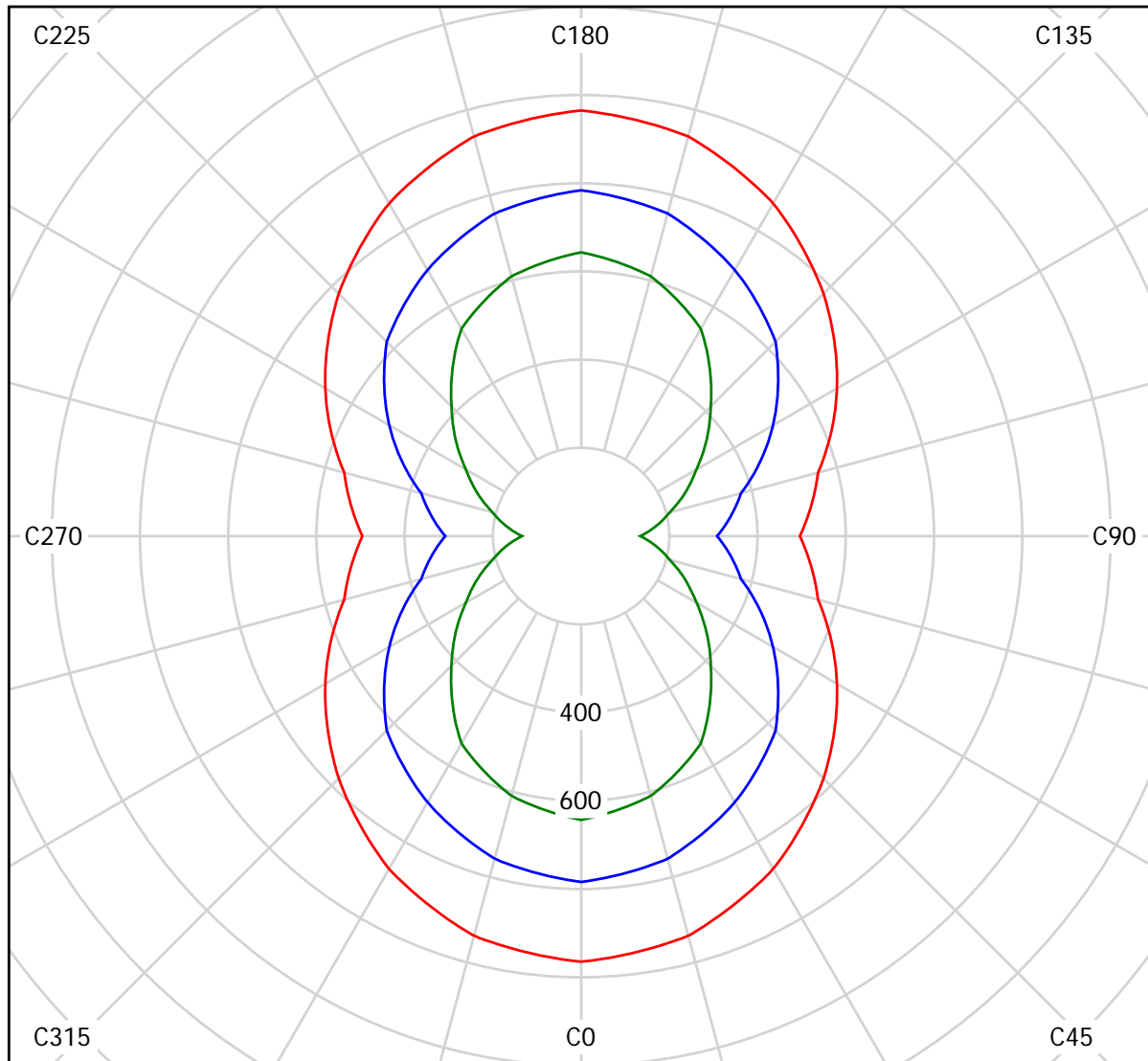
cd/m²

— $g = 55.0^\circ$ — $g = 65.0^\circ$ — $g = 75.0^\circ$

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Disano 921 Hydro T8 EL Disano 921 2*36 CELF-DO DIMM. gris / Diagrama de densidad lumínica

Luminaria: Disano 921 Hydro T8 EL Disano 921 2*36 CELF-DO DIMM. gris
Lámparas: 2 x FL36/4/3B

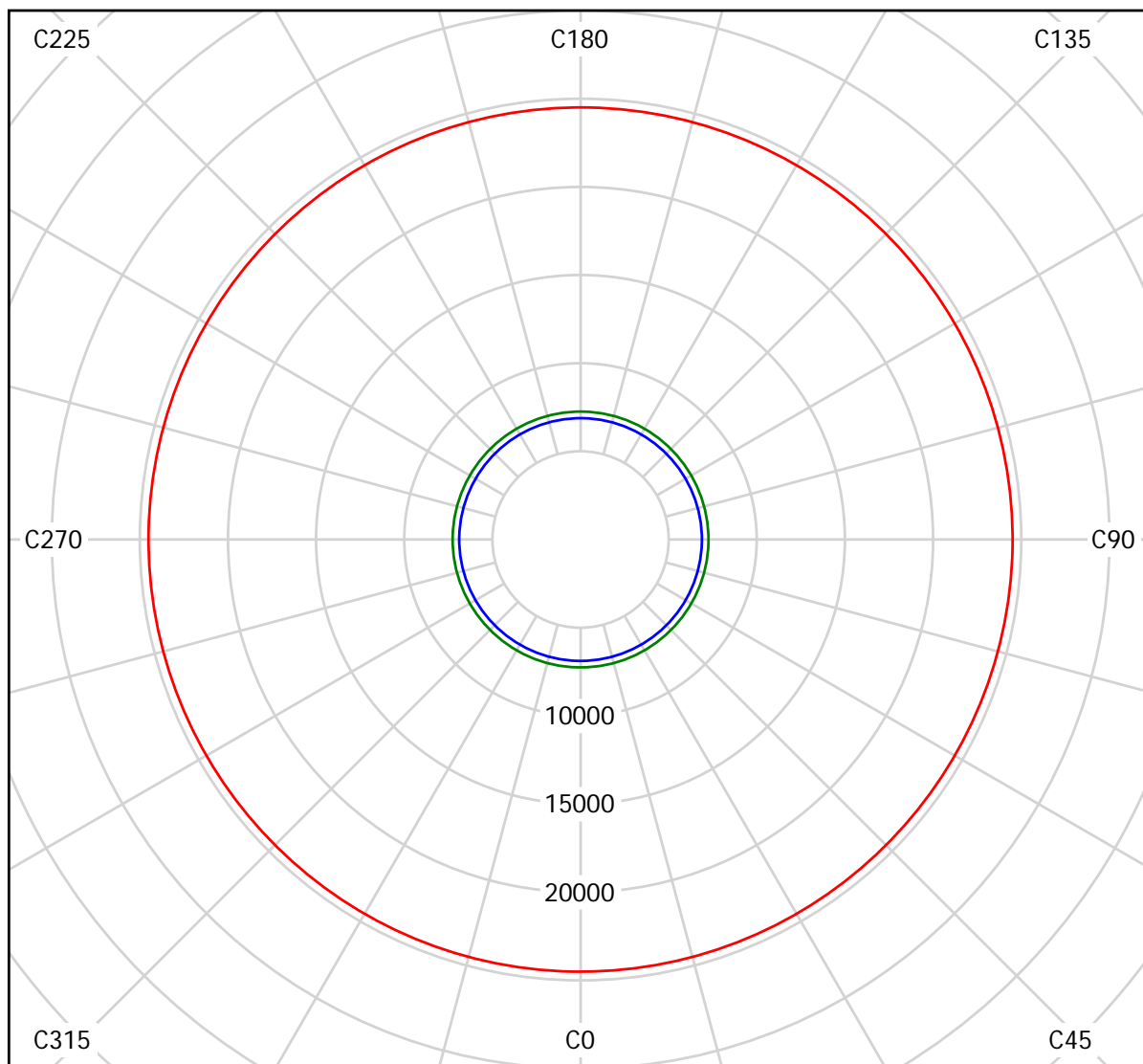


cd/m^2
— $g = 55.0^\circ$ — $g = 65.0^\circ$ — $g = 75.0^\circ$

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

TROLL 0148 B.T. +1 x QR-CBC 51 50W 38° + EQ. ELECTR. / Diagrama de densidad lumínica

Luminaria: TROLL 0148 B.T. +1 x QR-CBC 51 50W 38° + EQ. ELECTR.
Lámparas: 1 x QR-CBC 51

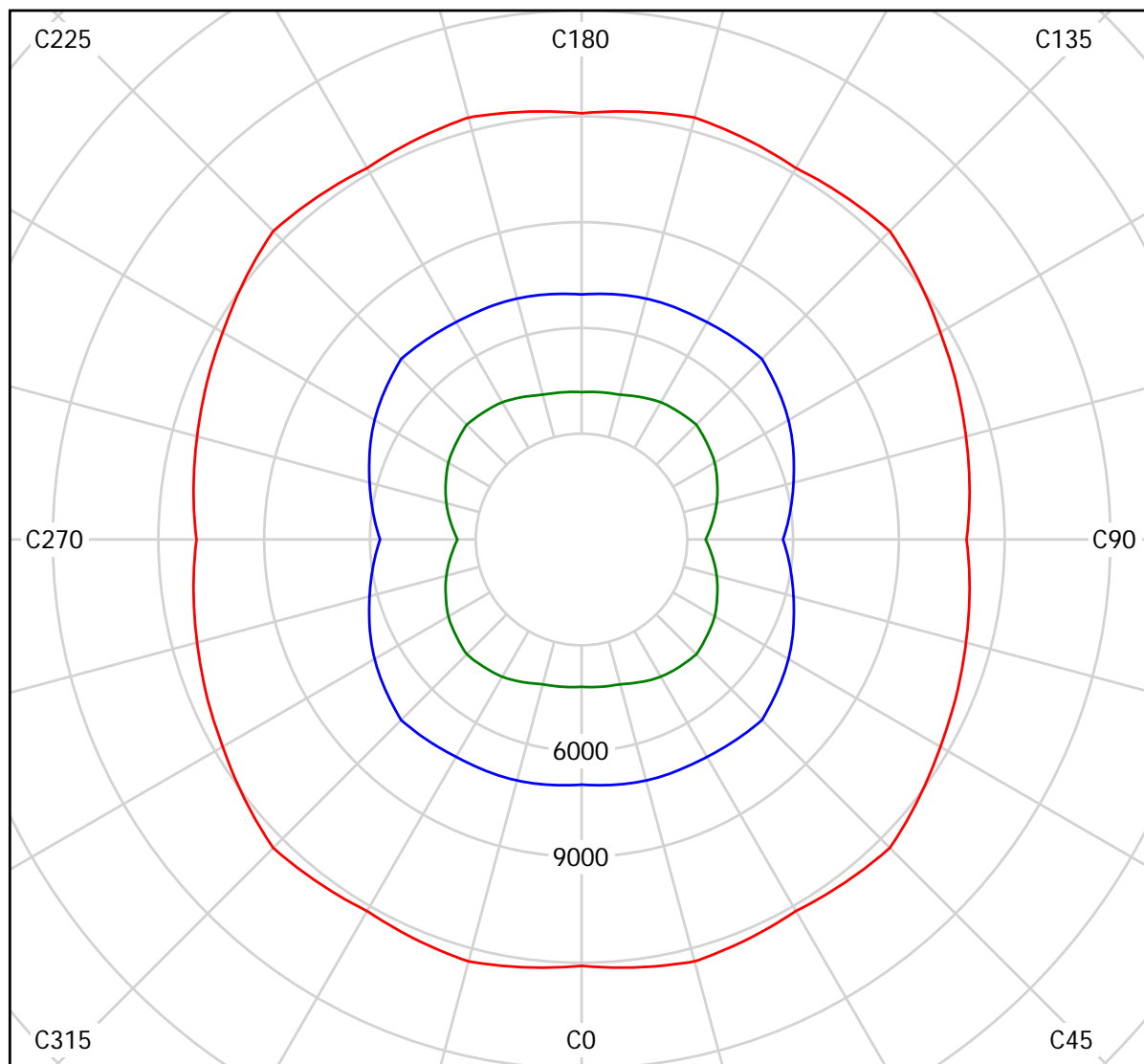


cd/m²
— g = 55.0° — g = 65.0° — g = 75.0°

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

TROLL 0331/1884 DHS 1 x TC-TEL 18W 840 EQ. ELECTR. / Diagrama de densidad lumínica

Luminaria: TROLL 0331/1884 DHS 1 x TC-TEL 18W 840 EQ. ELECTR.
Lámparas: 1 x TC-TEL

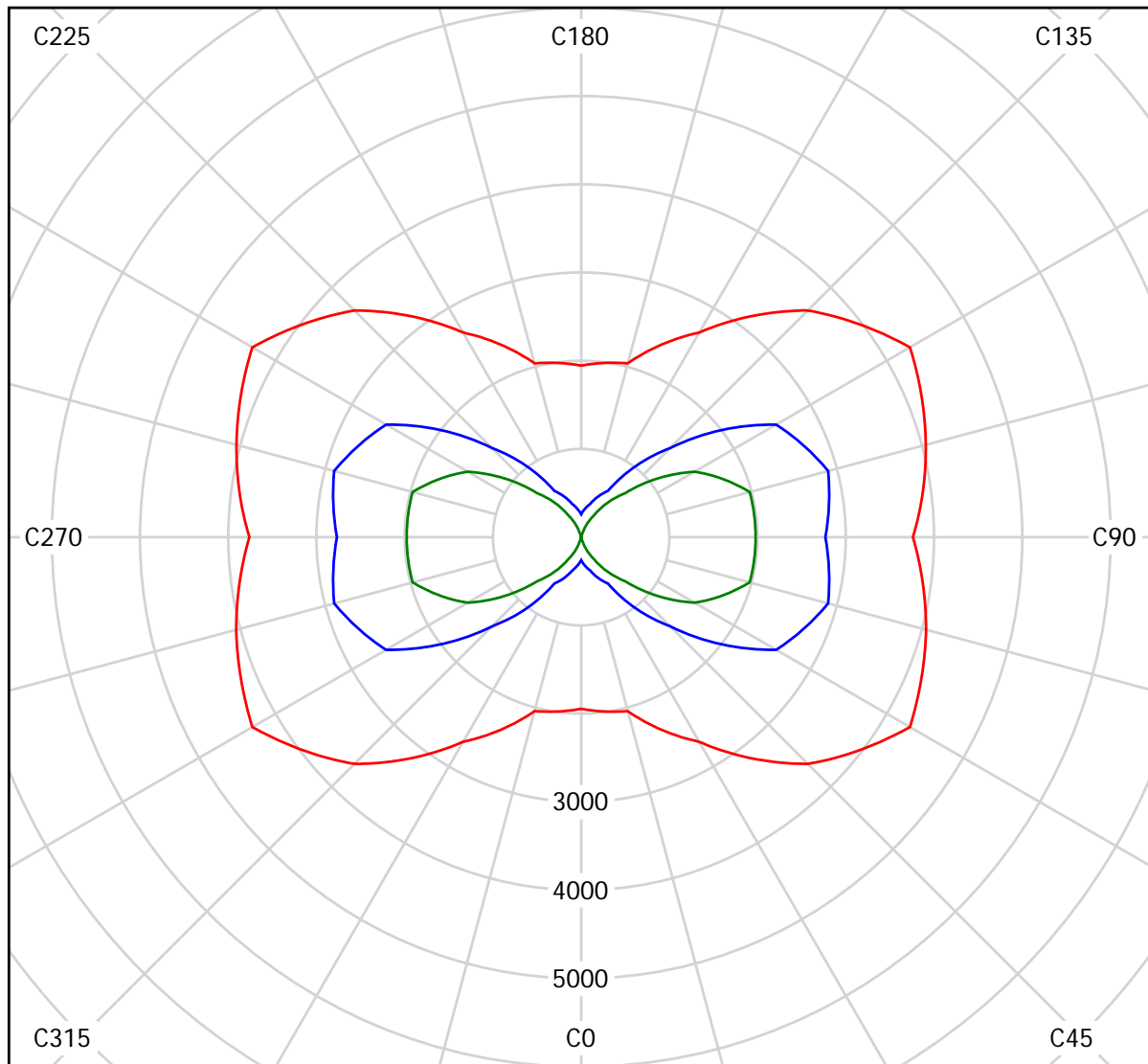


cd/m²
— g = 55.0° — g = 65.0° — g = 75.0°

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Disano 866 Rendicomfort T8 - óptica satinada rayada Disano 866 4x18 CELL-DH DIMM. blanco / Diagrama de densidad lumínica

Luminaria: Disano 866 Rendicomfort T8 - óptica satinada rayada Disano 866 4x18 CELL-DH DIMM. blanco
Lámparas: 4 x FL18/4/3B

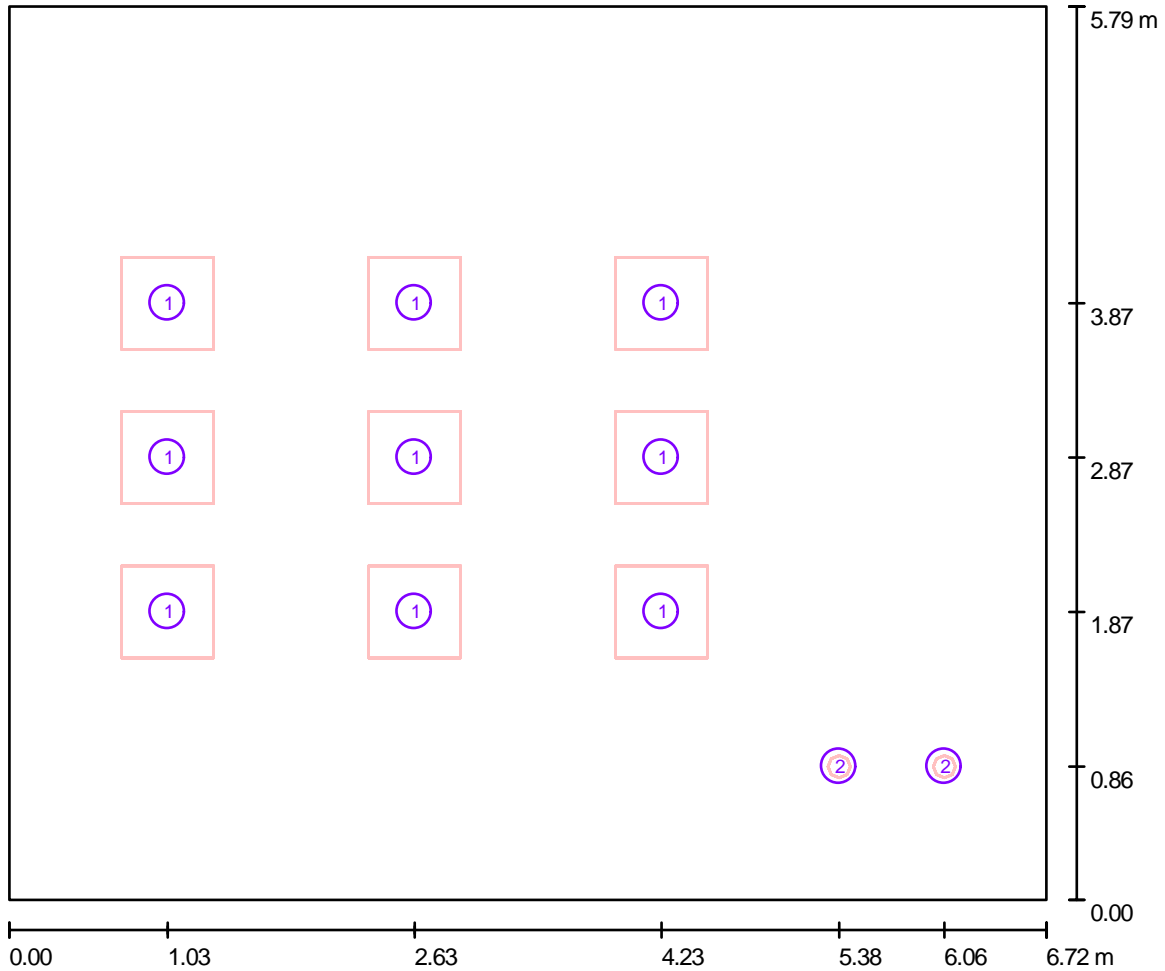


cd/m²

— g = 55.0° — g = 65.0° — g = 75.0°

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona Administrativa / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 49

Lista de piezas - Luminarias

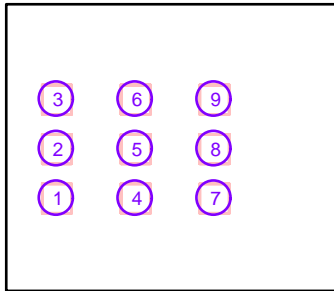
Nº	Pieza	Designación
1	9	Disano 866 Rendicomfort T8 - óptica satinada rayada Disano 866 4x18 CELL-DH DIMM. blanco
2	2	TROLL 0331/1884 DHS 1 x TC-TEL 18W 840 EQ. ELECTR.

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona Administrativa / Luminarias (lista de coordenadas)

Disano 866 Rendicomfort T8 - óptica satinada rayada Disano 866 4x18 CELL-DH DIMM. blanco

5400 lm, 72.0 W, 1 x 4 x FL18/4/3B (Factor de corrección 1.000).

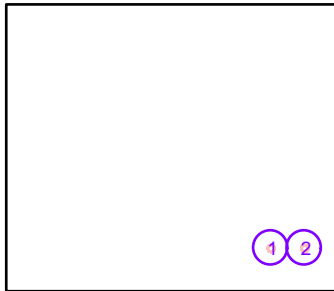


Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.027	1.867	2.580	0.0	0.0	90.0
2	1.027	2.867	2.580	0.0	0.0	90.0
3	1.027	3.867	2.580	0.0	0.0	90.0
4	2.627	1.867	2.580	0.0	0.0	90.0
5	2.627	2.867	2.580	0.0	0.0	90.0
6	2.627	3.867	2.580	0.0	0.0	90.0
7	4.227	1.867	2.580	0.0	0.0	90.0
8	4.227	2.867	2.580	0.0	0.0	90.0
9	4.227	3.867	2.580	0.0	0.0	90.0

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona Administrativa / Luminarias (lista de coordenadas)

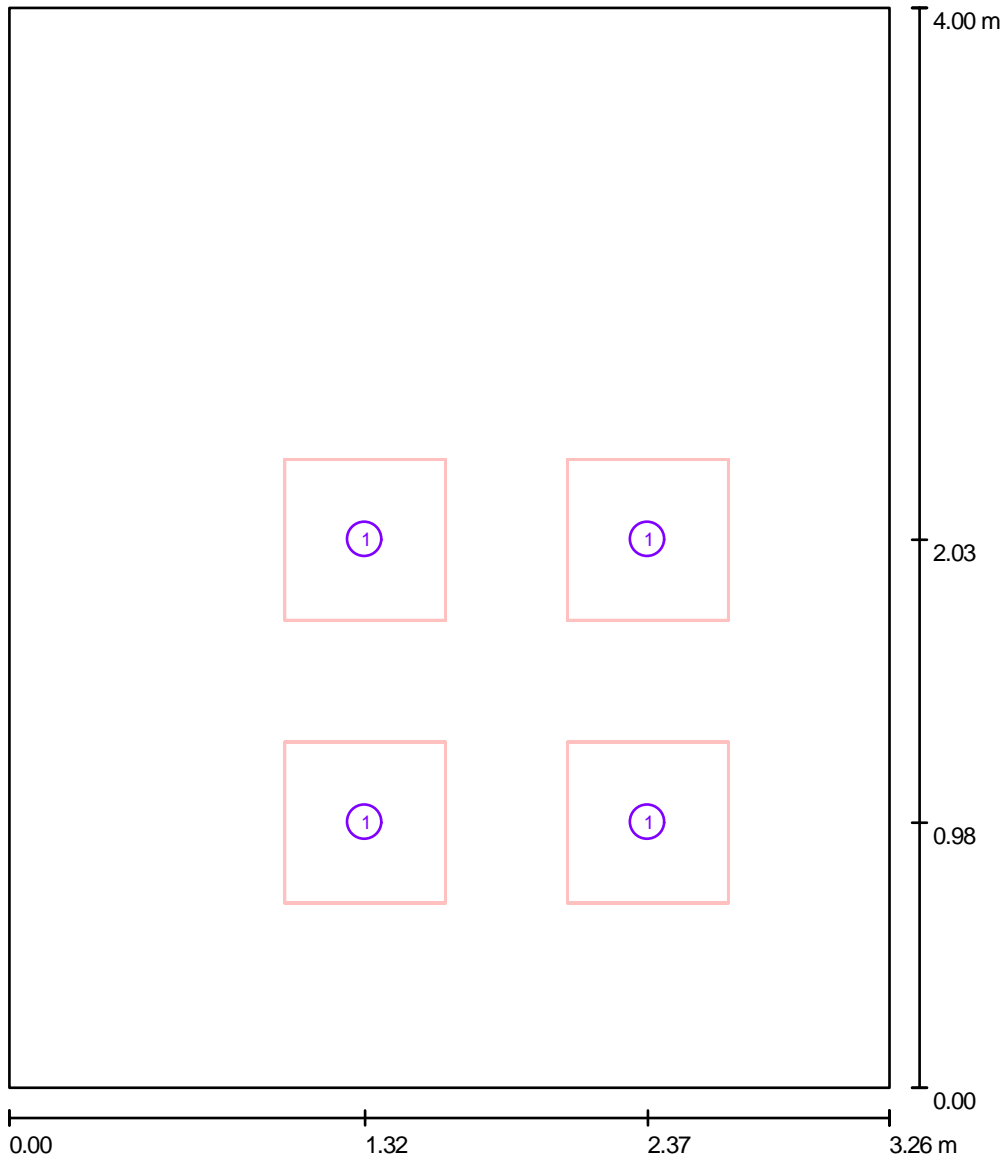
TROLL 0331/1884 DHS 1 x TC-TEL 18W 840 EQ. ELECTR.
1200 lm, 18.6 W, 1 x 1 x TC-TEL (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	5.377	0.864	2.637	0.0	0.0	90.0
2	6.059	0.864	2.637	0.0	0.0	90.0

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Despacho 1 / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 28

Lista de piezas - Luminarias

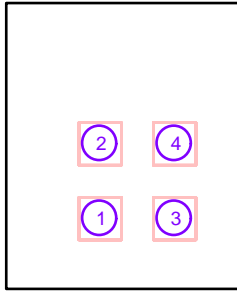
Nº	Pieza	Designación
1	4	Disano 866 Rendicomfort T8 - óptica satinada rayada Disano 866 4x18 CELL-DH DIMM. blanco

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Despacho 1 / Luminarias (lista de coordenadas)

Disano 866 Rendicomfort T8 - óptica satinada rayada Disano 866 4x18 CELL-DH DIMM. blanco

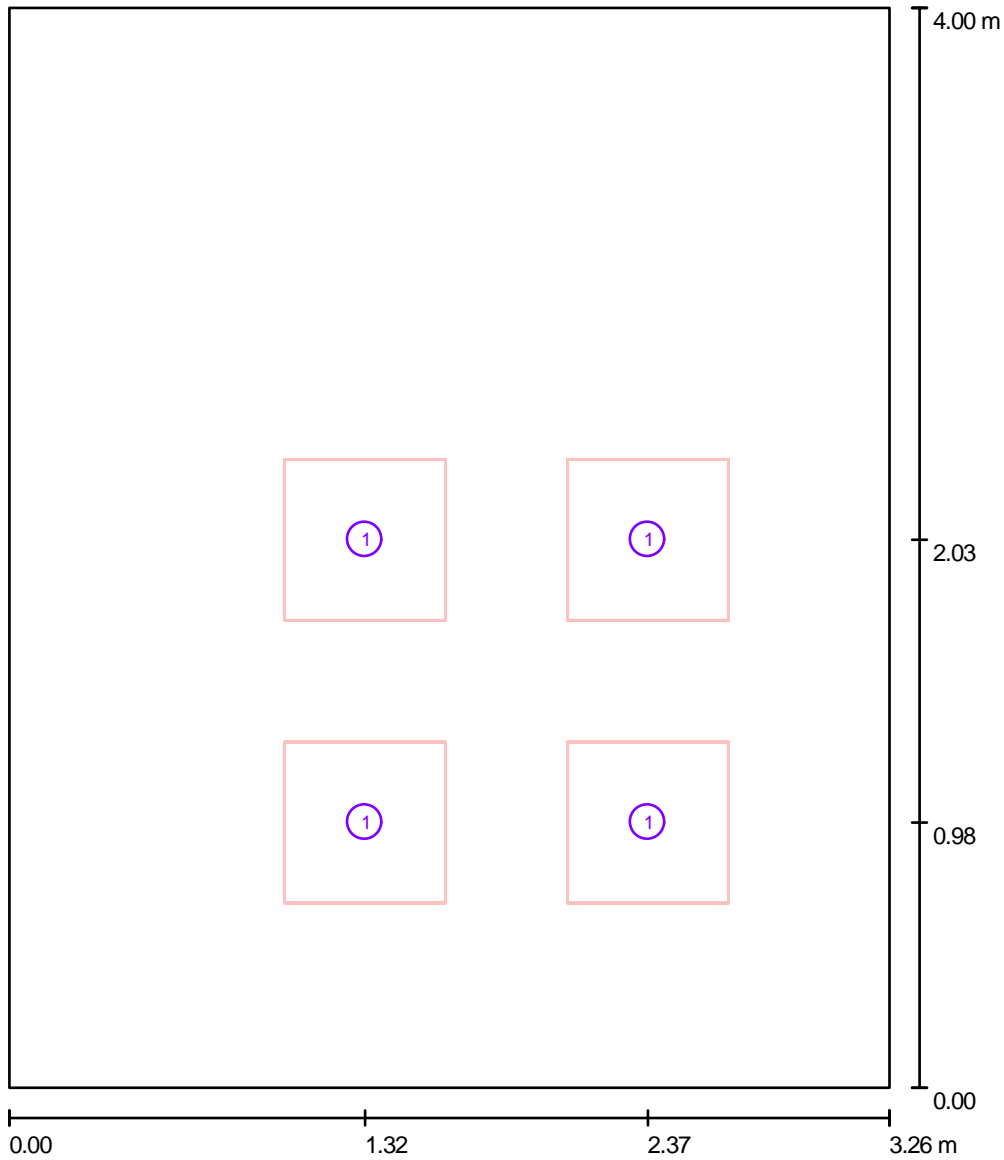
5400 lm, 72.0 W, 1 x 4 x FL18/4/3B (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.318	0.983	2.580	0.0	0.0	0.0
2	1.318	2.030	2.580	0.0	0.0	0.0
3	2.365	0.983	2.580	0.0	0.0	0.0
4	2.365	2.030	2.580	0.0	0.0	0.0

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Despacho 2 / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 28

Lista de piezas - Luminarias

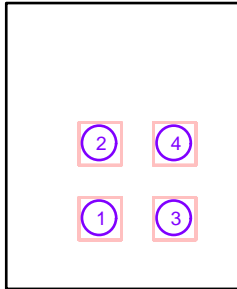
Nº	Pieza	Designación
1	4	Disano 866 Rendicomfort T8 - óptica satinada rayada Disano 866 4x18 CELL-DH DIMM. blanco

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Despacho 2 / Luminarias (lista de coordenadas)

Disano 866 Rendicomfort T8 - óptica satinada rayada Disano 866 4x18 CELL-DH DIMM. blanco

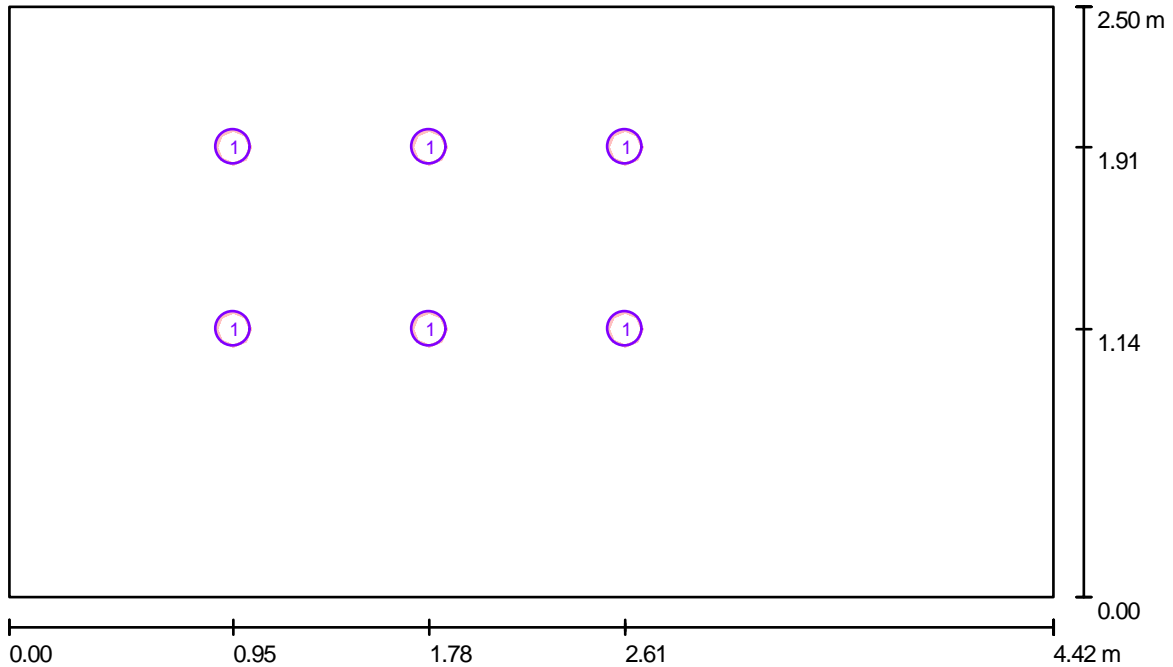
5400 lm, 72.0 W, 1 x 4 x FL18/4/3B (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.318	0.983	2.580	0.0	0.0	0.0
2	1.318	2.030	2.580	0.0	0.0	0.0
3	2.365	0.983	2.580	0.0	0.0	0.0
4	2.365	2.030	2.580	0.0	0.0	0.0

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Distribuidor / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 32

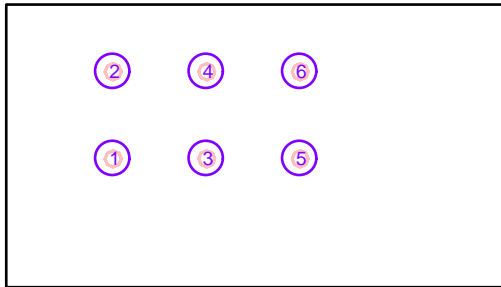
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	6	TROLL 0331/1884 DHS 1 x TC-TEL 18W 840 EQ. ELECTR.

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Distribuidor / Luminarias (lista de coordenadas)

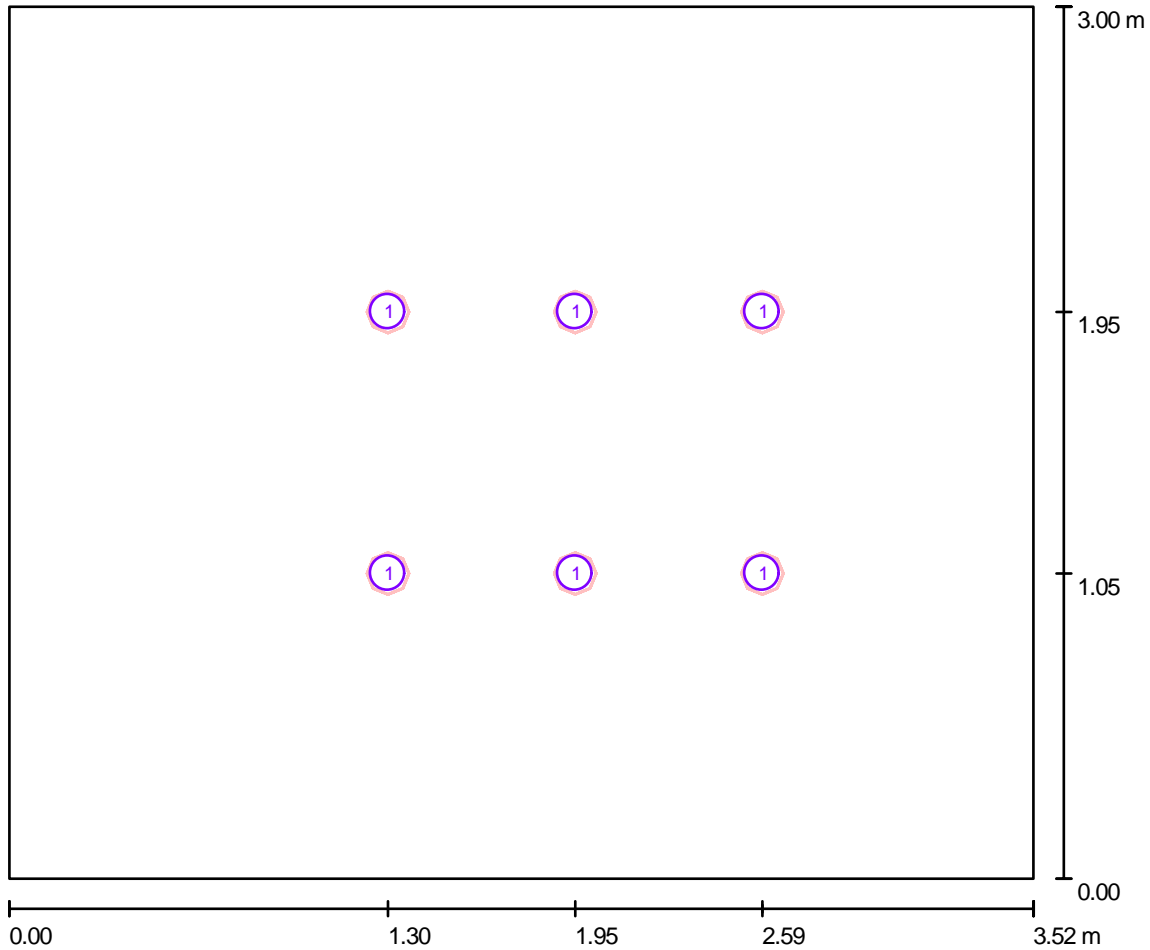
TROLL 0331/1884 DHS 1 x TC-TEL 18W 840 EQ. ELECTR.
1200 lm, 18.6 W, 1 x 1 x TC-TEL (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	0.949	1.135	2.580	0.0	0.0	90.0
2	0.949	1.906	2.580	0.0	0.0	90.0
3	1.778	1.135	2.580	0.0	0.0	90.0
4	1.778	1.906	2.580	0.0	0.0	90.0
5	2.607	1.135	2.580	0.0	0.0	90.0
6	2.607	1.906	2.580	0.0	0.0	90.0

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Anteaseo / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 26

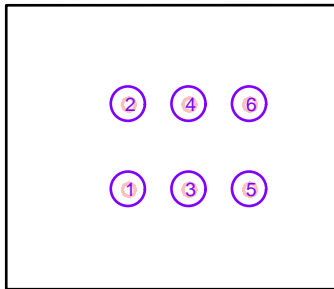
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	6	TROLL 0331/1884 DHS 1 x TC-TEL 18W 840 EQ. ELECTR.

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Anteaseo / Luminarias (lista de coordenadas)

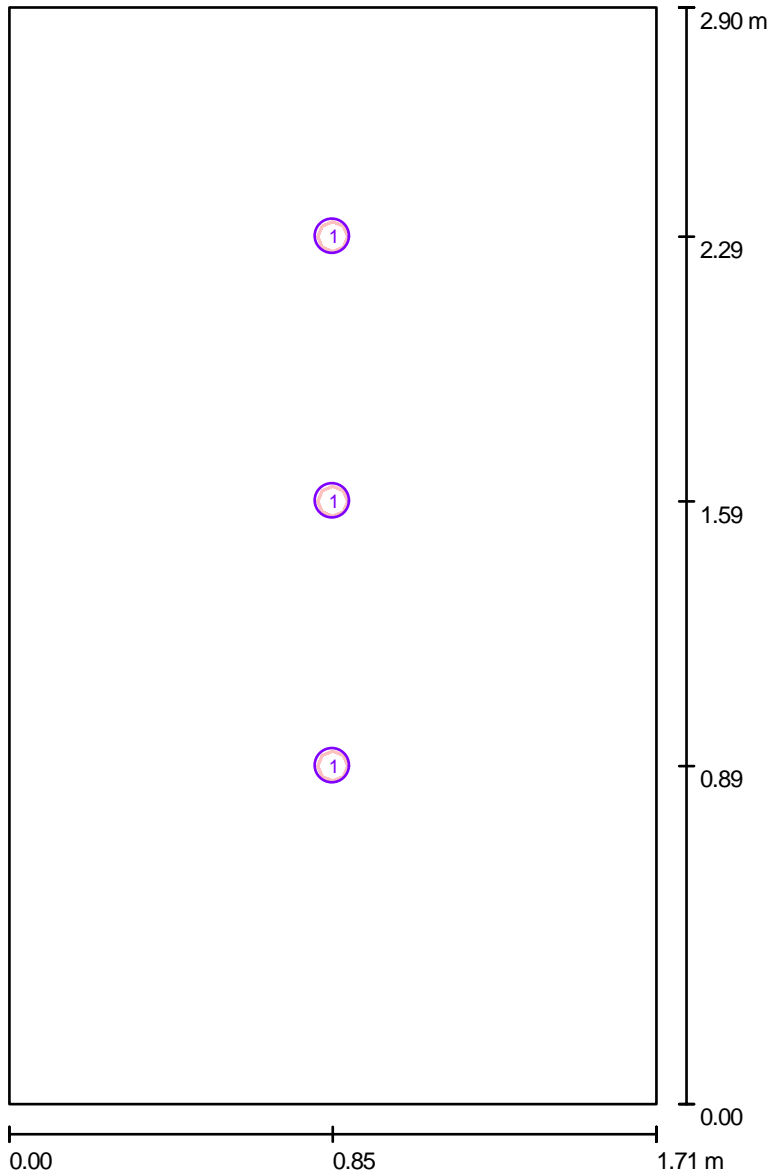
TROLL 0331/1884 DHS 1 x TC-TEL 18W 840 EQ. ELECTR.
1200 lm, 18.6 W, 1 x 1 x TC-TEL (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.302	1.050	2.637	0.0	0.0	90.0
2	1.302	1.950	2.637	0.0	0.0	90.0
3	1.945	1.050	2.637	0.0	0.0	90.0
4	1.945	1.950	2.637	0.0	0.0	90.0
5	2.588	1.050	2.637	0.0	0.0	90.0
6	2.588	1.950	2.637	0.0	0.0	90.0

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseo Hombres / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 20

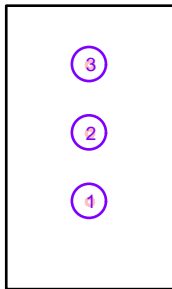
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	3	TROLL 0148 B.T. +1 x QR-CBC 51 50W 38° + EQ. ELECTR.

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseo Hombres / Luminarias (lista de coordenadas)

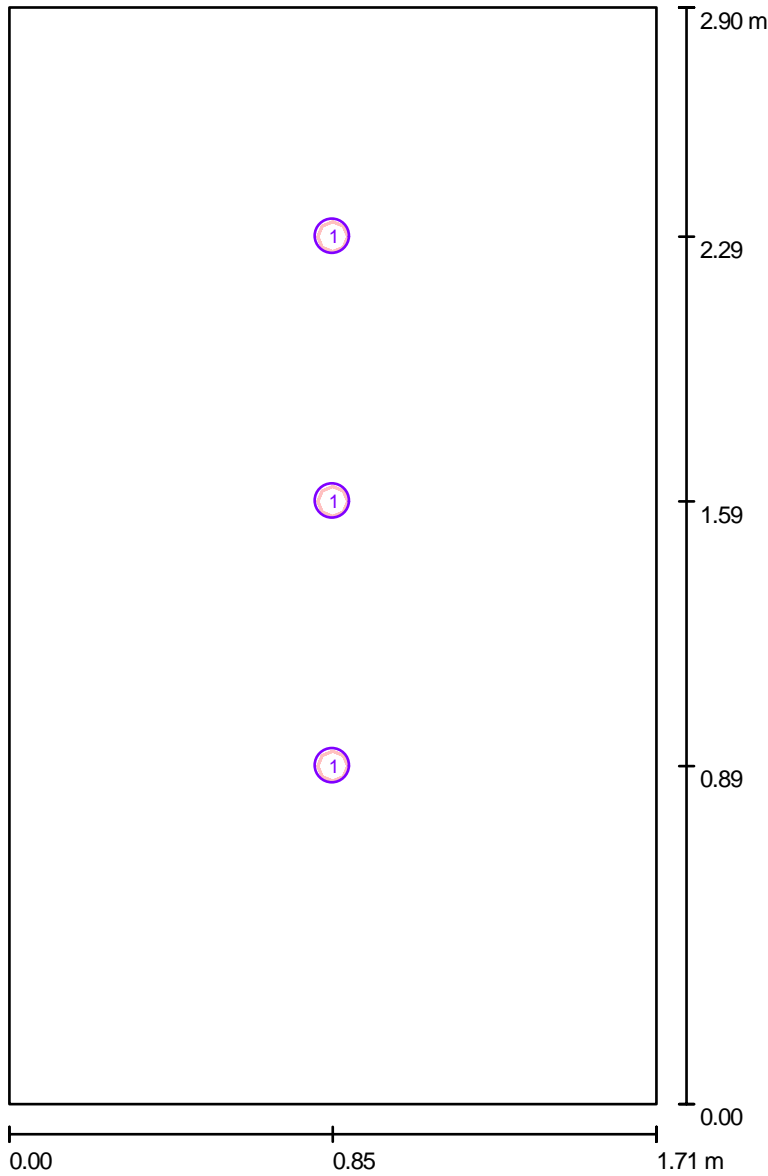
TROLL 0148 B.T. +1 x QR-CBC 51 50W 38° + EQ. ELECTR.
990 lm, 53.0 W, 1 x 1 x QR-CBC 51 (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	0.855	0.894	2.595	0.0	0.0	0.0
2	0.855	1.594	2.595	0.0	0.0	0.0
3	0.855	2.294	2.595	0.0	0.0	0.0

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseo Mujeres / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 20

Lista de piezas - Luminarias

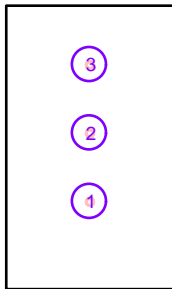
N°	Pieza	Designación
1	3	TROLL 0148 B.T. +1 x QR-CBC 51 50W 38° + EQ. ELECTR.

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseo Mujeres / Luminarias (lista de coordenadas)

TROLL 0148 B.T. +1 x QR-CBC 51 50W 38° + EQ. ELECTR.

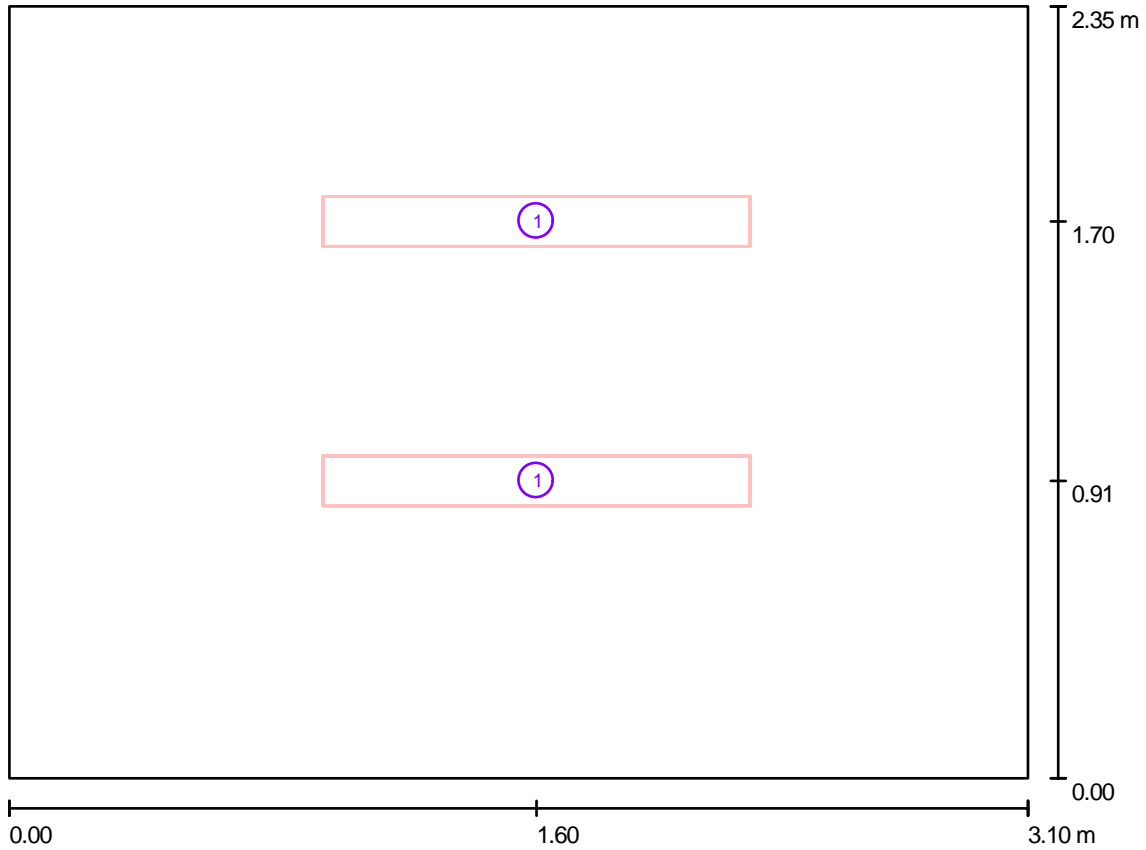
990 lm, 53.0 W, 1 x 1 x QR-CBC 51 (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	0.855	0.894	2.595	0.0	0.0	0.0
2	0.855	1.594	2.595	0.0	0.0	0.0
3	0.855	2.294	2.595	0.0	0.0	0.0

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Cuarto Rack / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 23

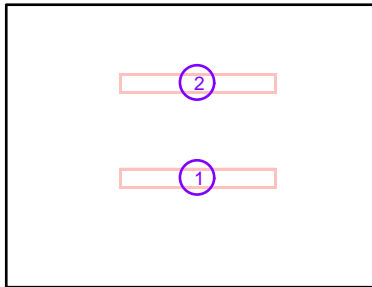
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	2	Disano 921 Hydro T8 EL Disano 921 2*36 CELF-DO DIMM. gris

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Cuarto Rack / Luminarias (lista de coordenadas)

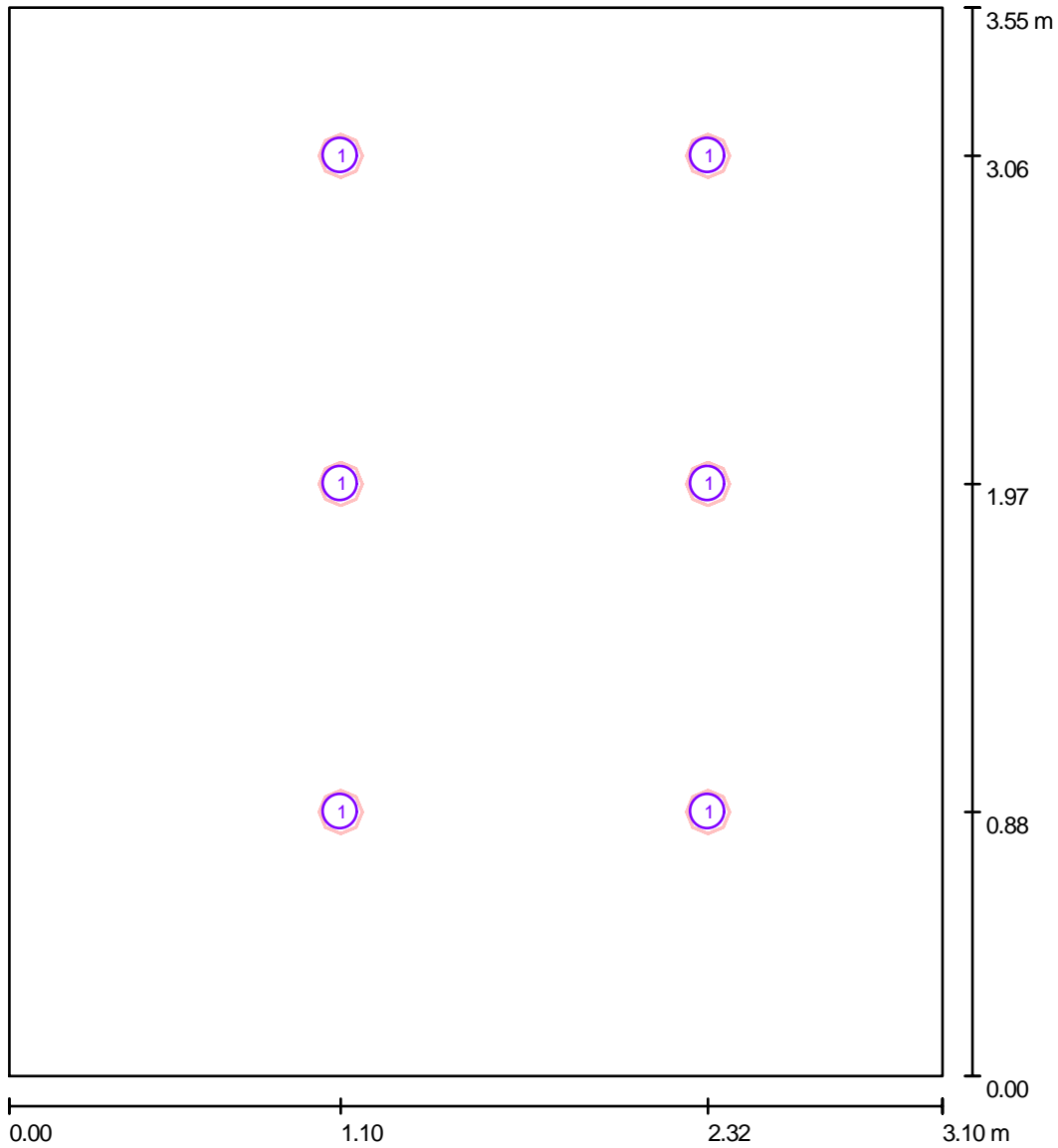
Disano 921 Hydro T8 EL Disano 921 2*36 CELF-DO DIMM. gris
6700 lm, 71.0 W, 1 x 2 x FL36/4/3B (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.604	0.905	2.500	0.0	0.0	90.0
2	1.604	1.695	2.500	0.0	0.0	90.0

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Office / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 25

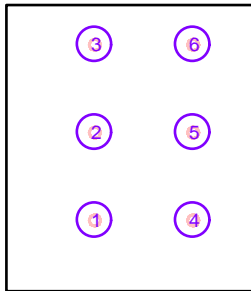
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	6	TROLL 0331/1884 DHS 1 x TC-TEL 18W 840 EQ. ELECTR.

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Office / Luminarias (lista de coordenadas)

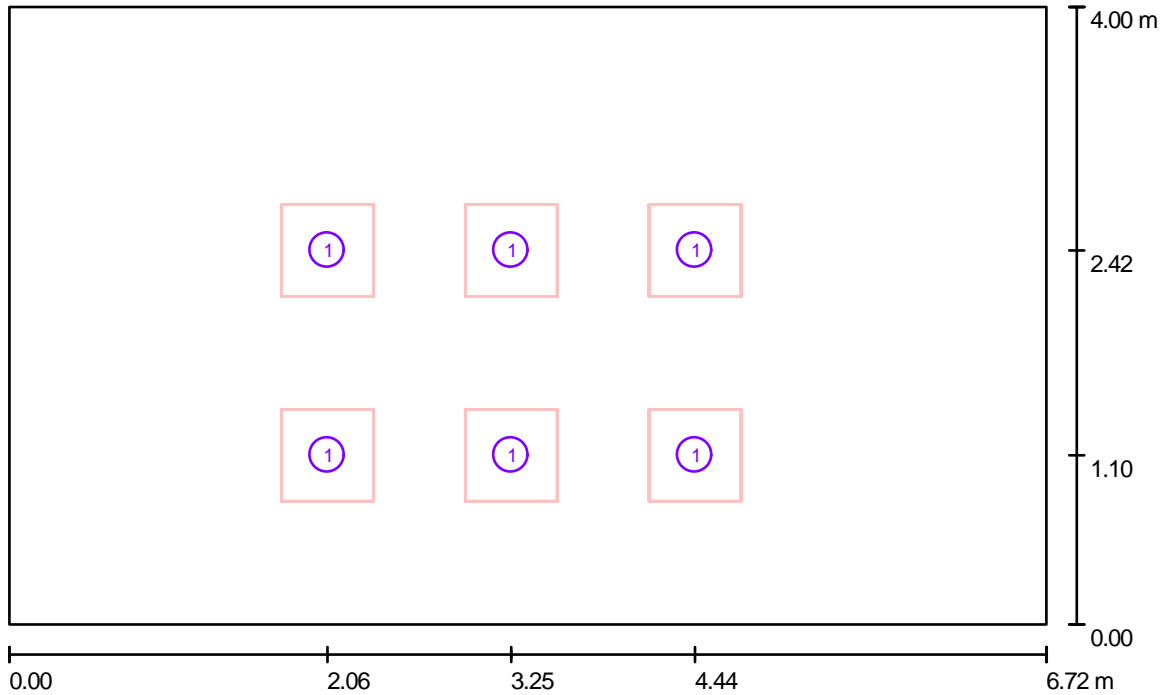
TROLL 0331/1884 DHS 1 x TC-TEL 18W 840 EQ. ELECTR.
1200 lm, 18.6 W, 1 x 1 x TC-TEL (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.101	0.878	2.637	0.0	0.0	0.0
2	1.101	1.968	2.637	0.0	0.0	0.0
3	1.101	3.058	2.637	0.0	0.0	0.0
4	2.321	0.878	2.637	0.0	0.0	0.0
5	2.321	1.968	2.637	0.0	0.0	0.0
6	2.321	3.058	2.637	0.0	0.0	0.0

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala reuniones / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 49

Lista de piezas - Luminarias

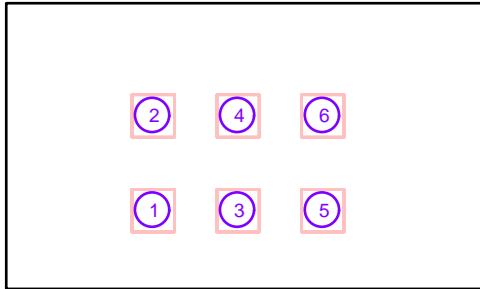
Nº	Pieza	Designación
1	6	Disano 866 Rendicomfort T8 - óptica satinada rayada Disano 866 4x18 CELL-DH DIMM. blanco

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala reuniones / Luminarias (lista de coordenadas)

Disano 866 Rendicomfort T8 - óptica satinada rayada Disano 866 4x18 CELL-DH DIMM. blanco

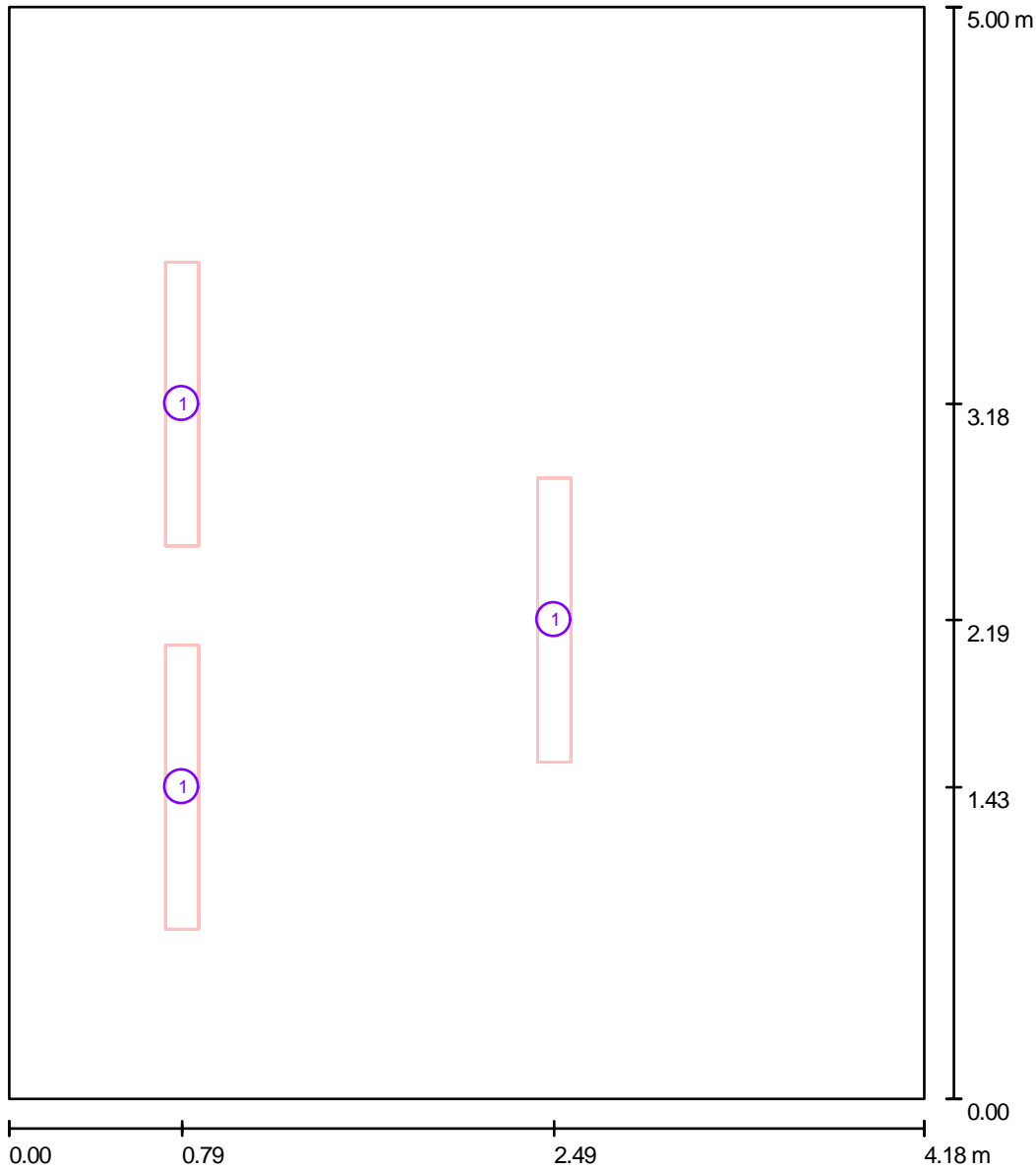
5400 lm, 72.0 W, 1 x 4 x FL18/4/3B (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	2.062	1.096	2.580	0.0	0.0	90.0
2	2.062	2.423	2.580	0.0	0.0	90.0
3	3.253	1.096	2.580	0.0	0.0	90.0
4	3.253	2.423	2.580	0.0	0.0	90.0
5	4.444	1.096	2.580	0.0	0.0	90.0
6	4.444	2.423	2.580	0.0	0.0	90.0

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Vestuario Hombres / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 34

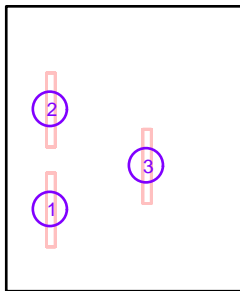
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	3	Disano 921 Hydro T8 EL Disano 921 2*36 CELF-DO DIMM. gris

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Vestuario Hombres / Luminarias (lista de coordenadas)

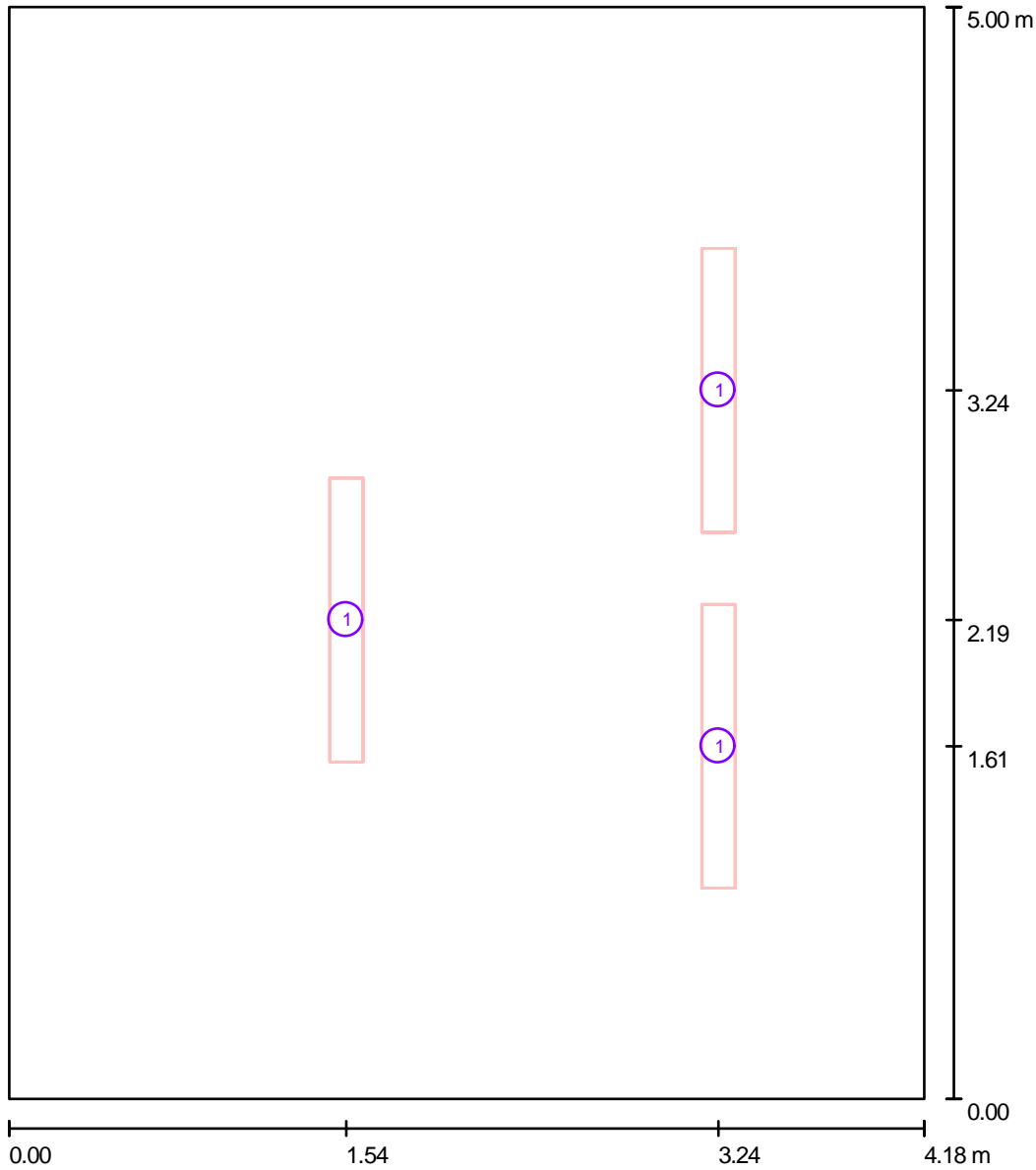
Disano 921 Hydro T8 EL Disano 921 2*36 CELF-DO DIMM. gris
6700 lm, 71.0 W, 1 x 2 x FL36/4/3B (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	0.790	1.428	2.500	0.0	0.0	180.0
2	0.790	3.183	2.500	0.0	0.0	180.0
3	2.490	2.193	2.500	0.0	0.0	0.0

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Vestuario Mujeres / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 34

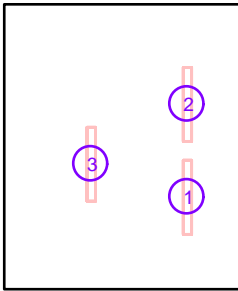
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	3	Disano 921 Hydro T8 EL Disano 921 2*36 CELF-DO DIMM. gris

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Vestuario Mujeres / Luminarias (lista de coordenadas)

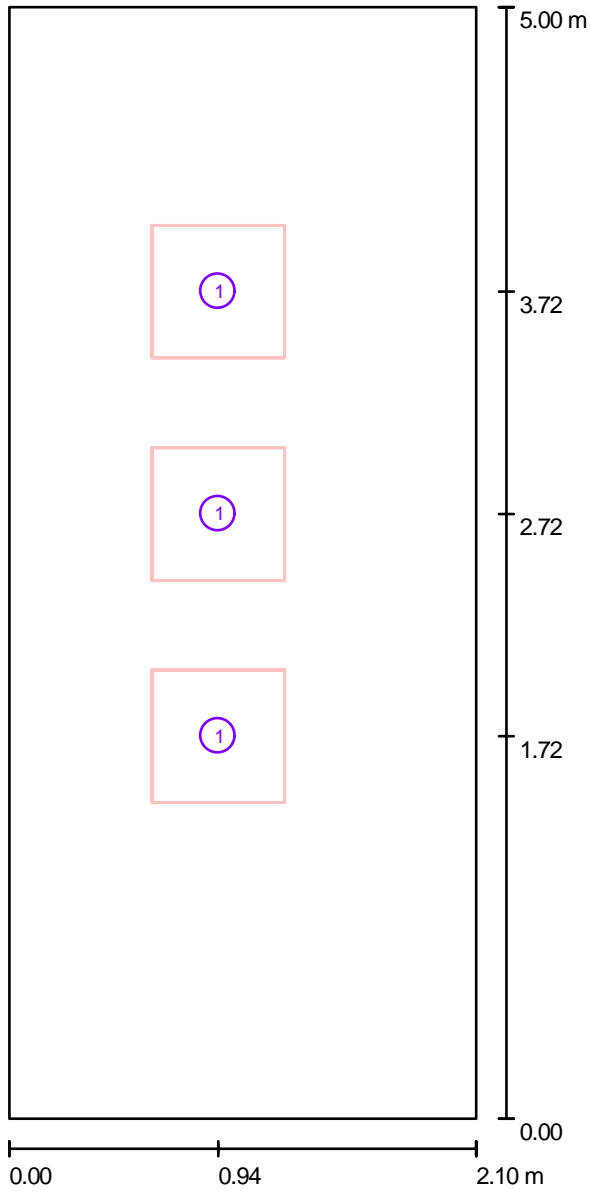
Disano 921 Hydro T8 EL Disano 921 2*36 CELF-DO DIMM. gris
6700 lm, 71.0 W, 1 x 2 x FL36/4/3B (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	3.240	1.615	2.500	0.0	0.0	180.0
2	3.240	3.245	2.500	0.0	0.0	180.0
3	1.540	2.193	2.500	0.0	0.0	0.0

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Cuarto encargado / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 34

Lista de piezas - Luminarias

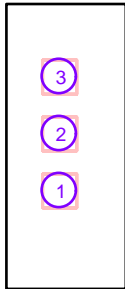
N°	Pieza	Designación
1	3	Disano 866 Rendicomfort T8 - óptica satinada rayada Disano 866 4x18 CELL-DH DIMM. blanco

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Cuarto encargado / Luminarias (lista de coordenadas)

Disano 866 Rendicomfort T8 - óptica satinada rayada Disano 866 4x18 CELL-DH DIMM. blanco

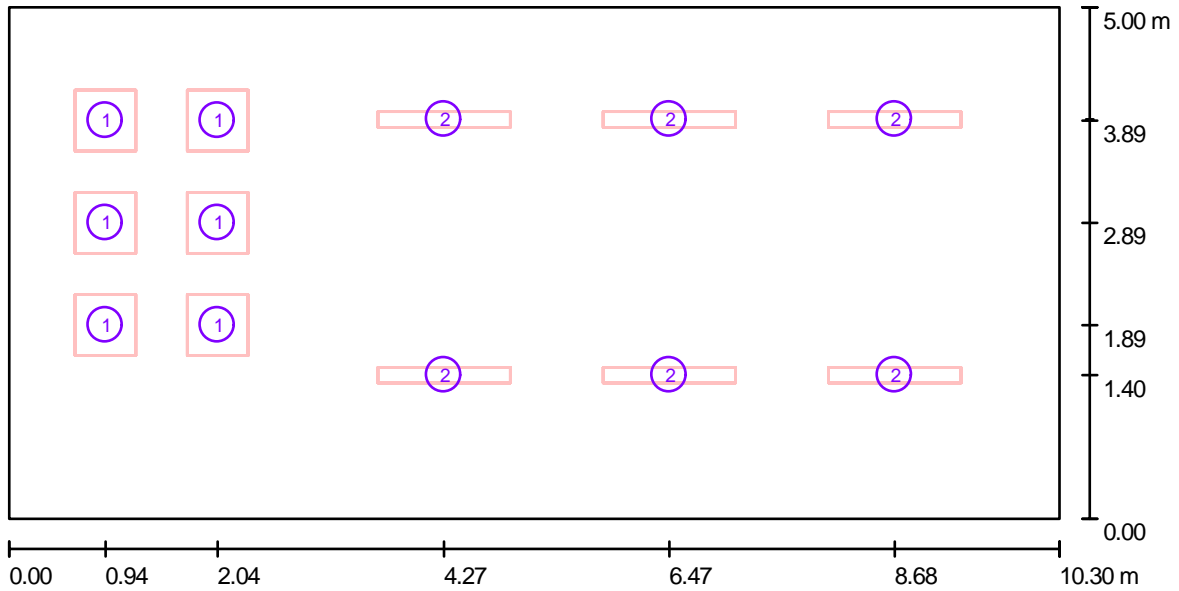
5400 lm, 72.0 W, 1 x 4 x FL18/4/3B (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	0.940	1.720	2.580	0.0	0.0	180.0
2	0.940	2.720	2.580	0.0	0.0	180.0
3	0.940	3.720	2.580	0.0	0.0	180.0

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Dep. Calidad / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 74

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	6	Disano 866 Rendicomfort T8 - óptica satinada rayada Disano 866 4x18 CELL-DH DIMM. blanco
2	6	Disano 921 Hydro T8 EL Disano 921 2*36 CELF-DO DIMM. gris

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Dep. Calidad / Luminarias (lista de coordenadas)

Disano 866 Rendicomfort T8 - óptica satinada rayada Disano 866 4x18 CELL-DH DIMM. blanco

5400 lm, 72.0 W, 1 x 4 x FL18/4/3B (Factor de corrección 1.000).

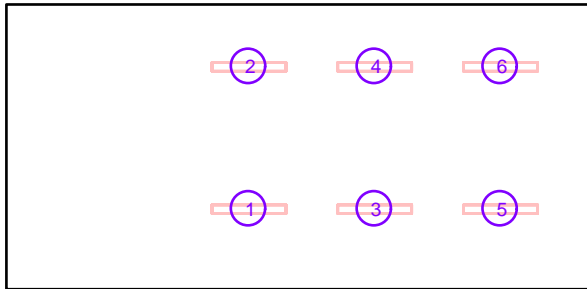


Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	0.944	1.894	2.580	0.0	0.0	90.0
2	0.944	2.894	2.580	0.0	0.0	90.0
3	0.944	3.894	2.580	0.0	0.0	90.0
4	2.044	1.894	2.580	0.0	0.0	90.0
5	2.044	2.894	2.580	0.0	0.0	90.0
6	2.044	3.894	2.580	0.0	0.0	90.0

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Dep. Calidad / Luminarias (lista de coordenadas)

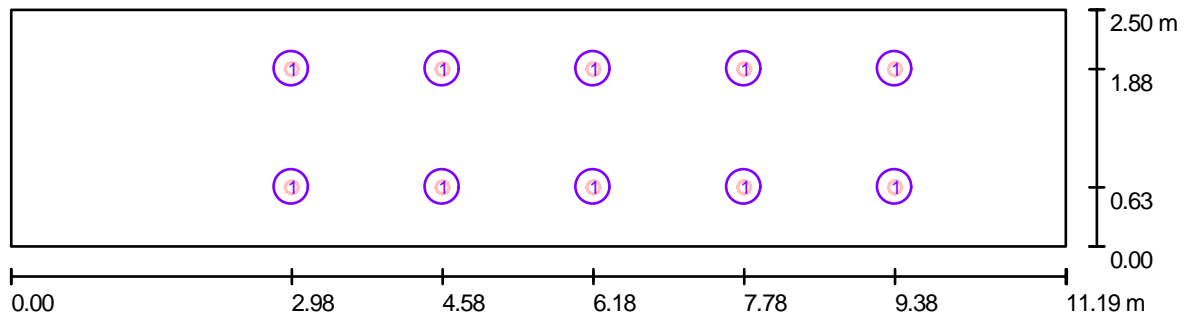
Disano 921 Hydro T8 EL Disano 921 2*36 CELF-DO DIMM. gris
6700 lm, 71.0 W, 1 x 2 x FL36/4/3B (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	4.265	1.405	2.500	0.0	0.0	90.0
2	4.265	3.905	2.500	0.0	0.0	90.0
3	6.475	1.405	2.500	0.0	0.0	90.0
4	6.475	3.905	2.500	0.0	0.0	90.0
5	8.685	1.405	2.500	0.0	0.0	90.0
6	8.685	3.905	2.500	0.0	0.0	90.0

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Distribuidor 1ª planta / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 80

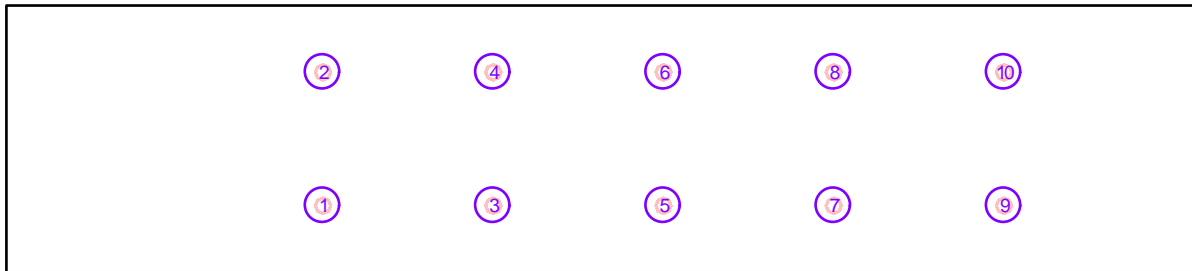
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	10	TROLL 0331/1884 DHS 1 x TC-TEL 18W 840 EQ. ELECTR.

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Distribuidor 1ª planta / Luminarias (lista de coordenadas)

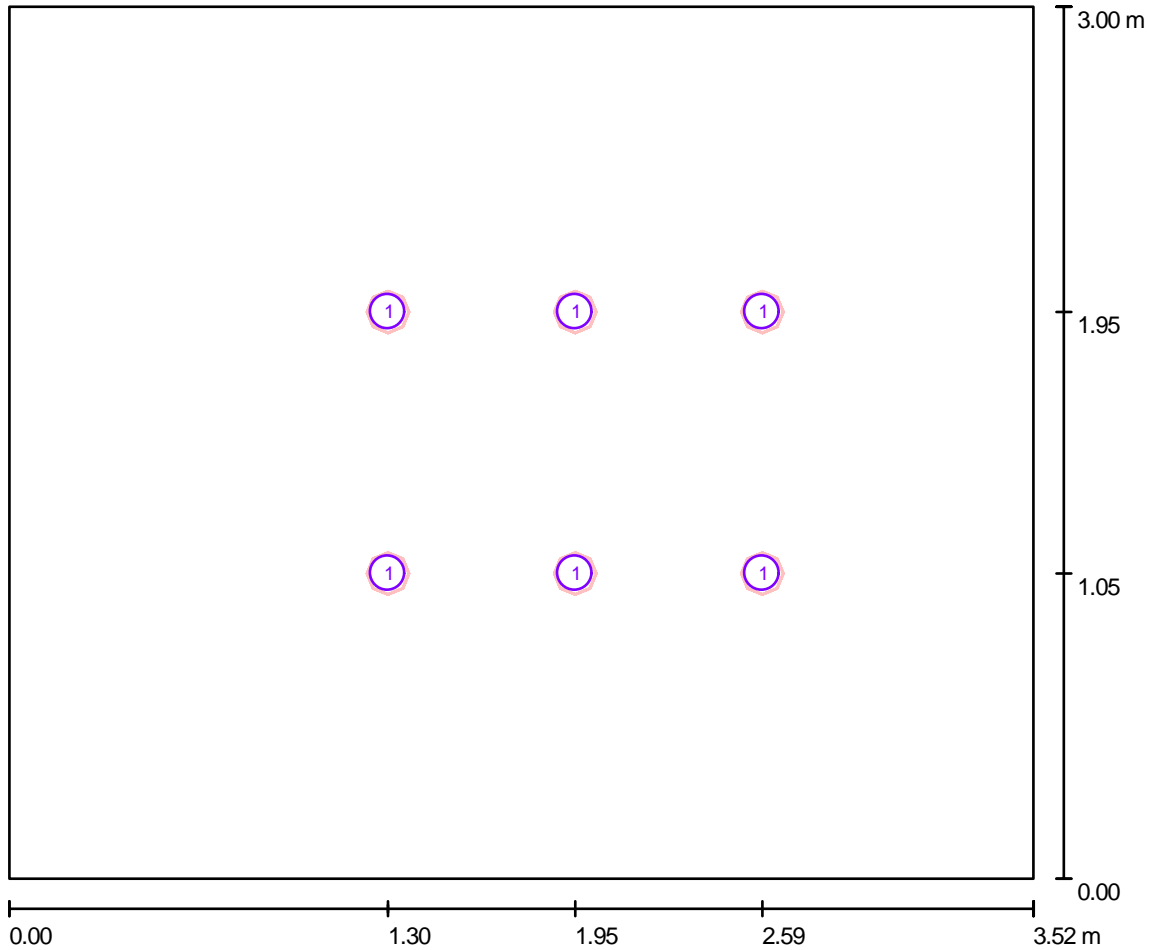
TROLL 0331/1884 DHS 1 x TC-TEL 18W 840 EQ. ELECTR.
1200 lm, 18.6 W, 1 x 1 x TC-TEL (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	2.977	0.625	2.637	0.0	0.0	90.0
2	2.977	1.875	2.637	0.0	0.0	90.0
3	4.577	0.625	2.637	0.0	0.0	90.0
4	4.577	1.875	2.637	0.0	0.0	90.0
5	6.177	0.625	2.637	0.0	0.0	90.0
6	6.177	1.875	2.637	0.0	0.0	90.0
7	7.777	0.625	2.637	0.0	0.0	90.0
8	7.777	1.875	2.637	0.0	0.0	90.0
9	9.377	0.625	2.637	0.0	0.0	90.0
10	9.377	1.875	2.637	0.0	0.0	90.0

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Anteaseo 1ª planta / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 26

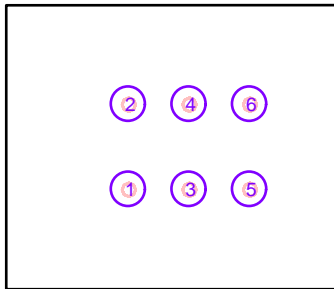
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	6	TROLL 0331/1884 DHS 1 x TC-TEL 18W 840 EQ. ELECTR.

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Anteaso 1ª planta / Luminarias (lista de coordenadas)

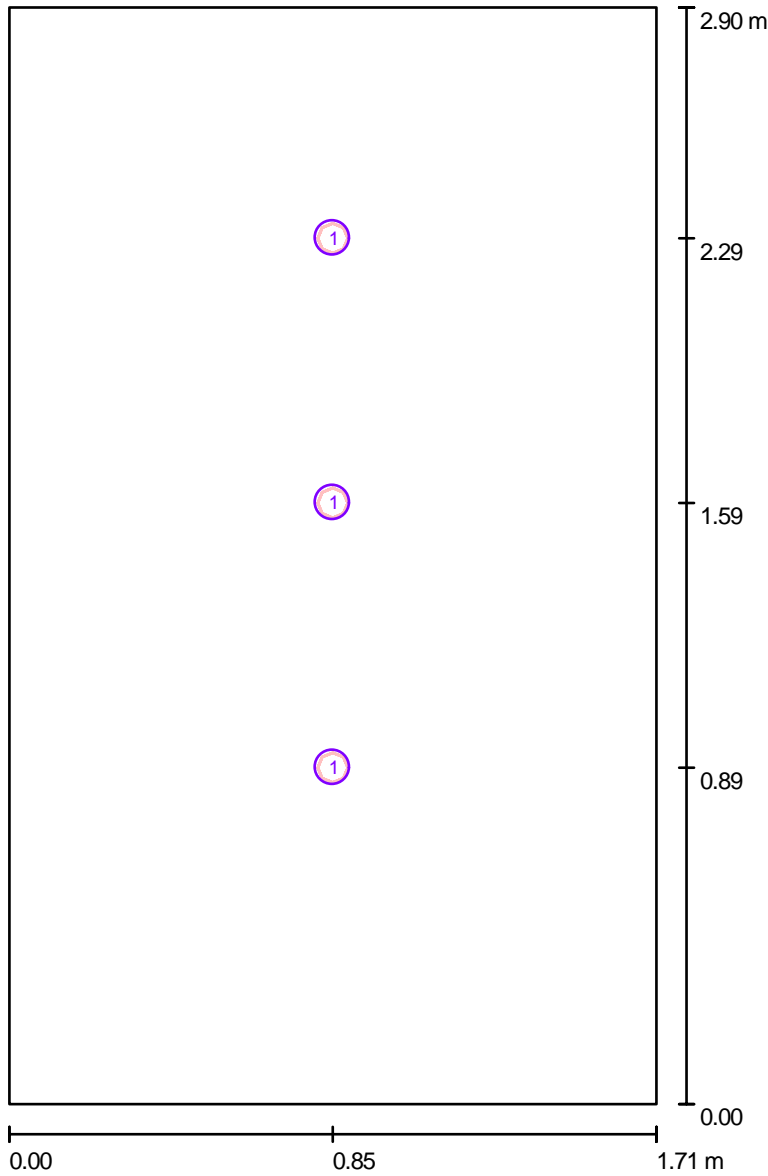
TROLL 0331/1884 DHS 1 x TC-TEL 18W 840 EQ. ELECTR.
1200 lm, 18.6 W, 1 x 1 x TC-TEL (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.302	1.050	2.637	0.0	0.0	90.0
2	1.302	1.950	2.637	0.0	0.0	90.0
3	1.945	1.050	2.637	0.0	0.0	90.0
4	1.945	1.950	2.637	0.0	0.0	90.0
5	2.588	1.050	2.637	0.0	0.0	90.0
6	2.588	1.950	2.637	0.0	0.0	90.0

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseo Hombres 1ª planta / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 20

Lista de piezas - Luminarias

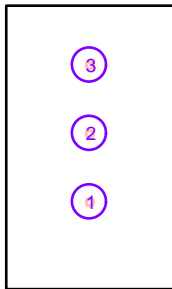
Nº	Pieza	Designación
1	3	TROLL 0148 B.T. +1 x QR-CBC 51 50W 38° + EQ. ELECTR.

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseo Hombres 1ª planta / Luminarias (lista de coordenadas)

TROLL 0148 B.T. +1 x QR-CBC 51 50W 38° + EQ. ELECTR.

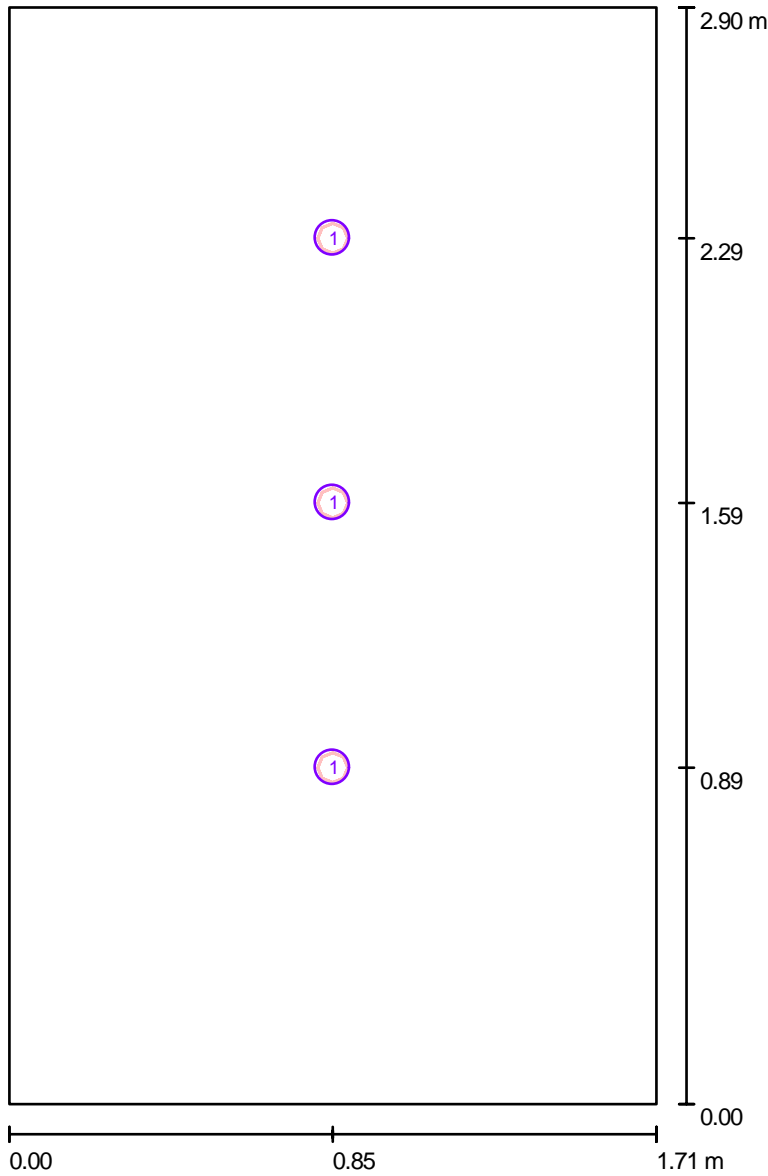
990 lm, 53.0 W, 1 x 1 x QR-CBC 51 (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	0.855	0.890	2.595	0.0	0.0	180.0
2	0.855	1.590	2.595	0.0	0.0	180.0
3	0.855	2.290	2.595	0.0	0.0	180.0

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseo Mujeres 1ª planta / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 20

Lista de piezas - Luminarias

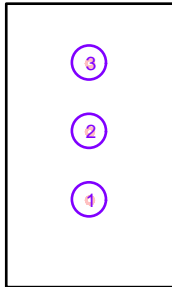
Nº	Pieza	Designación
1	3	TROLL 0148 B.T. +1 x QR-CBC 51 50W 38° + EQ. ELECTR.

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseo Mujeres 1ª planta / Luminarias (lista de coordenadas)

TROLL 0148 B.T. +1 x QR-CBC 51 50W 38° + EQ. ELECTR.

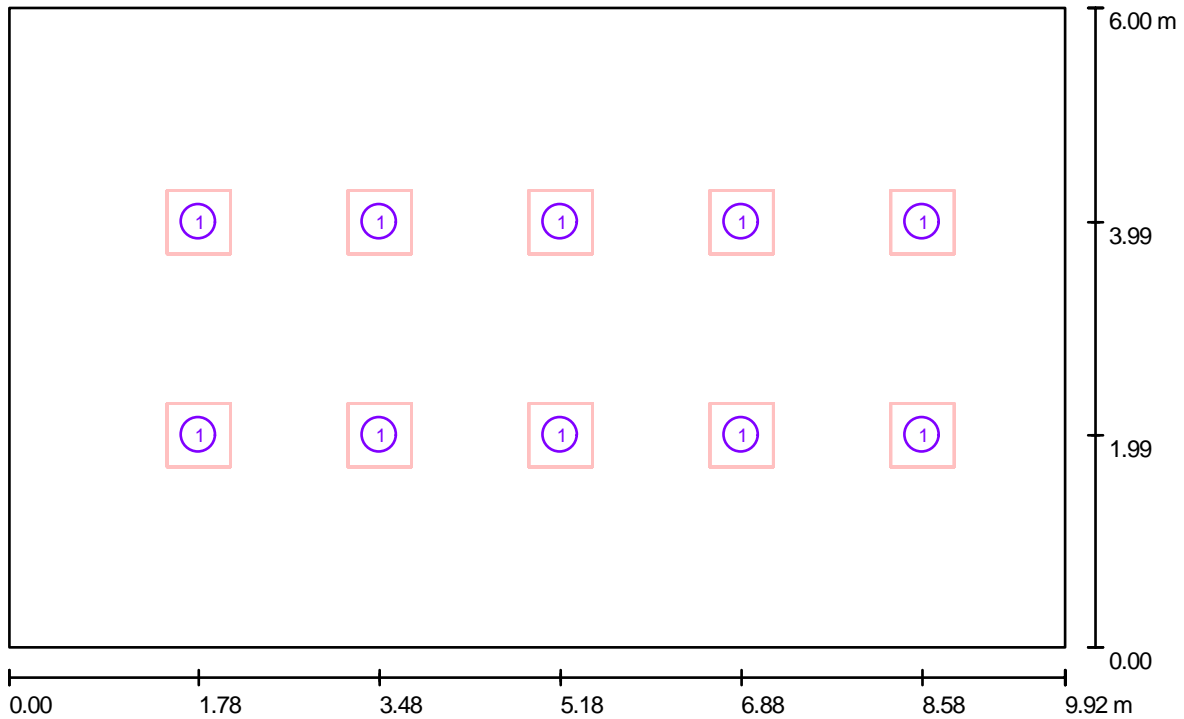
990 lm, 53.0 W, 1 x 1 x QR-CBC 51 (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	0.855	0.890	2.595	0.0	0.0	180.0
2	0.855	1.590	2.595	0.0	0.0	180.0
3	0.855	2.290	2.595	0.0	0.0	180.0

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala de Muestras 1ª planta / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 71

Lista de piezas - Luminarias

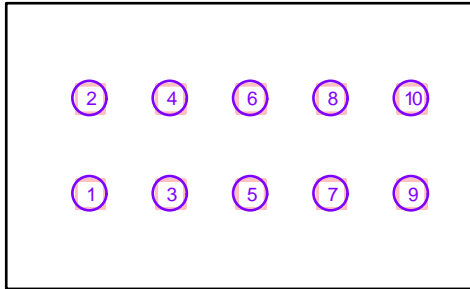
Nº	Pieza	Designación
1	10	Disano 866 Rendicomfort T8 - óptica satinada rayada Disano 866 4x18 CELL-DH DIMM. blanco

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala de Muestras 1ª planta / Luminarias (lista de coordenadas)

Disano 866 Rendicomfort T8 - óptica satinada rayada Disano 866 4x18 CELL-DH DIMM. blanco

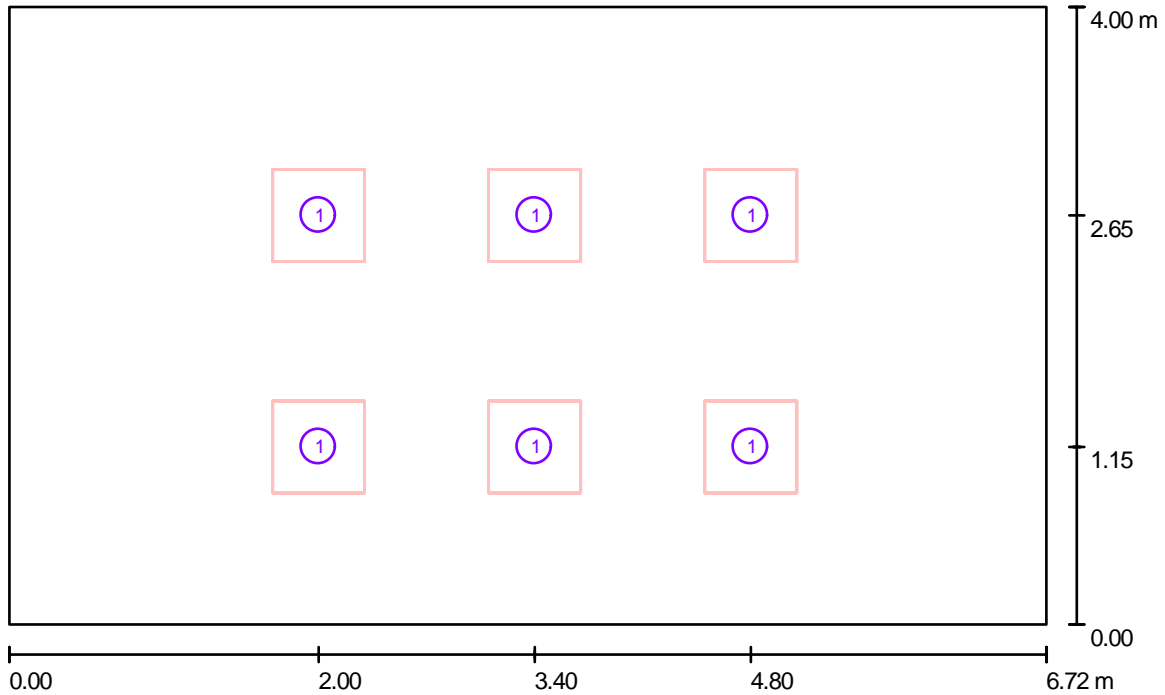
5400 lm, 72.0 W, 1 x 4 x FL18/4/3B (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.780	1.991	2.580	0.0	0.0	90.0
2	1.780	3.991	2.580	0.0	0.0	90.0
3	3.480	1.991	2.580	0.0	0.0	90.0
4	3.480	3.991	2.580	0.0	0.0	90.0
5	5.180	1.991	2.580	0.0	0.0	90.0
6	5.180	3.991	2.580	0.0	0.0	90.0
7	6.880	1.991	2.580	0.0	0.0	90.0
8	6.880	3.991	2.580	0.0	0.0	90.0
9	8.580	1.991	2.580	0.0	0.0	90.0
10	8.580	3.991	2.580	0.0	0.0	90.0

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Despacho gerencia 1ª planta / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 49

Lista de piezas - Luminarias

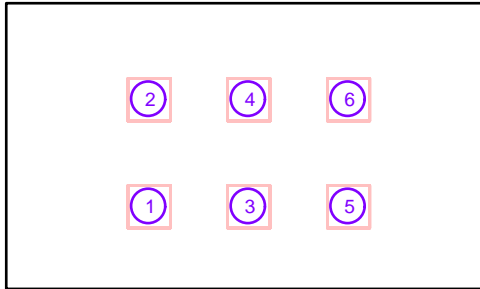
Nº	Pieza	Designación
1	6	Disano 866 Rendicomfort T8 - óptica satinada rayada Disano 866 4x18 CELL-DH DIMM. blanco

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Despacho gerencia 1ª planta / Luminarias (lista de coordenadas)

Disano 866 Rendicomfort T8 - óptica satinada rayada Disano 866 4x18 CELL-DH DIMM. blanco

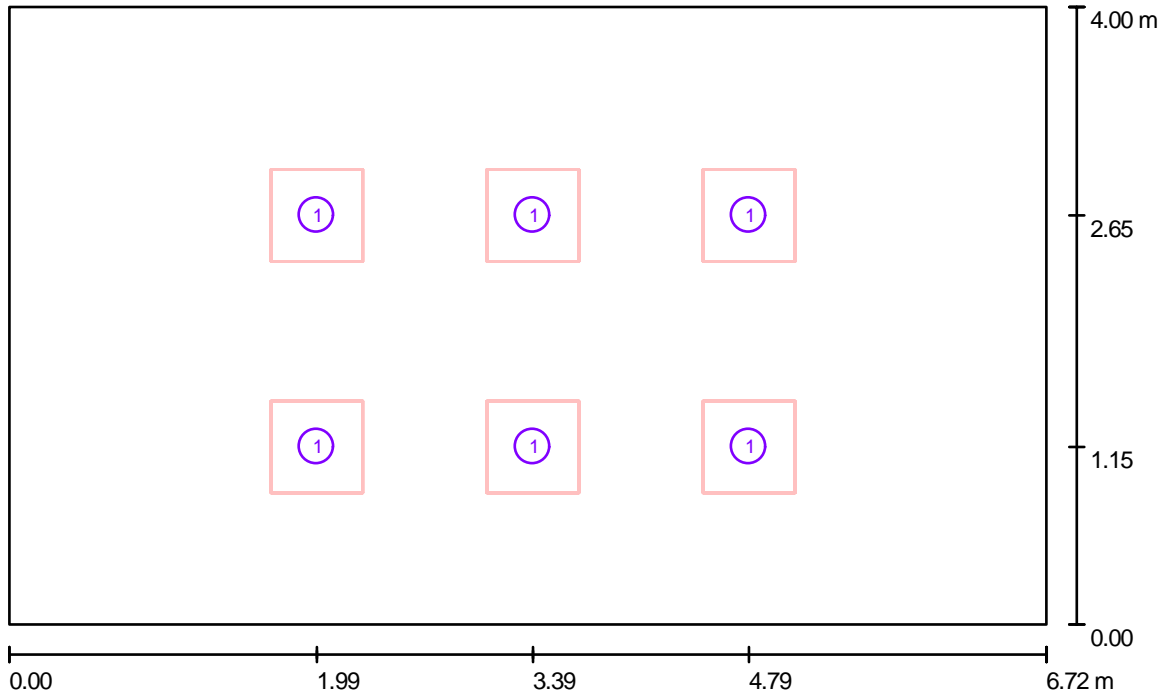
5400 lm, 72.0 W, 1 x 4 x FL18/4/3B (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	2.005	1.150	2.580	0.0	0.0	90.0
2	2.005	2.650	2.580	0.0	0.0	90.0
3	3.405	1.150	2.580	0.0	0.0	90.0
4	3.405	2.650	2.580	0.0	0.0	90.0
5	4.805	1.150	2.580	0.0	0.0	90.0
6	4.805	2.650	2.580	0.0	0.0	90.0

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Despacho dirección 1ª planta / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 49

Lista de piezas - Luminarias

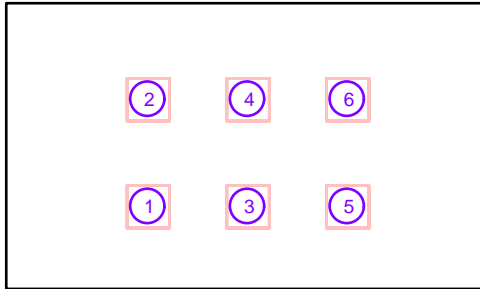
Nº	Pieza	Designación
1	6	Disano 866 Rendicomfort T8 - óptica satinada rayada Disano 866 4x18 CELL-DH DIMM. blanco

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Despacho dirección 1ª planta / Luminarias (lista de coordenadas)

Disano 866 Rendicomfort T8 - óptica satinada rayada Disano 866 4x18 CELL-DH DIMM. blanco

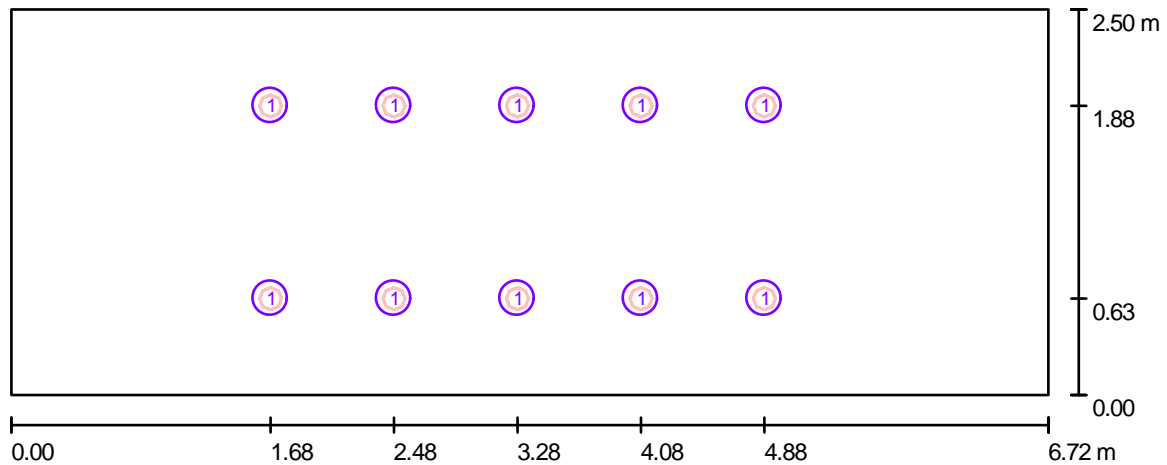
5400 lm, 72.0 W, 1 x 4 x FL18/4/3B (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.993	1.150	2.580	0.0	0.0	90.0
2	1.993	2.650	2.580	0.0	0.0	90.0
3	3.393	1.150	2.580	0.0	0.0	90.0
4	3.393	2.650	2.580	0.0	0.0	90.0
5	4.793	1.150	2.580	0.0	0.0	90.0
6	4.793	2.650	2.580	0.0	0.0	90.0

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Recepción / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 49

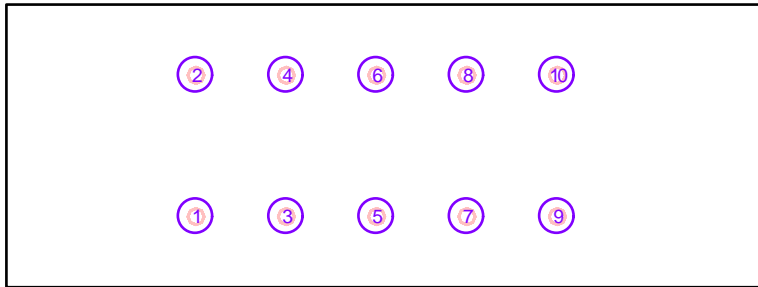
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	10	TROLL 0331/1884 DHS 1 x TC-TEL 18W 840 EQ. ELECTR.

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Recepción / Luminarias (lista de coordenadas)

TROLL 0331/1884 DHS 1 x TC-TEL 18W 840 EQ. ELECTR.
1200 lm, 18.6 W, 1 x 1 x TC-TEL (Factor de corrección 1.000).

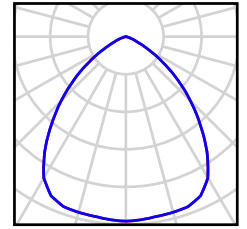


Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.680	0.625	2.637	0.0	0.0	90.0
2	1.680	1.875	2.637	0.0	0.0	90.0
3	2.480	0.625	2.637	0.0	0.0	90.0
4	2.480	1.875	2.637	0.0	0.0	90.0
5	3.280	0.625	2.637	0.0	0.0	90.0
6	3.280	1.875	2.637	0.0	0.0	90.0
7	4.080	0.625	2.637	0.0	0.0	90.0
8	4.080	1.875	2.637	0.0	0.0	90.0
9	4.880	0.625	2.637	0.0	0.0	90.0
10	4.880	1.875	2.637	0.0	0.0	90.0

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

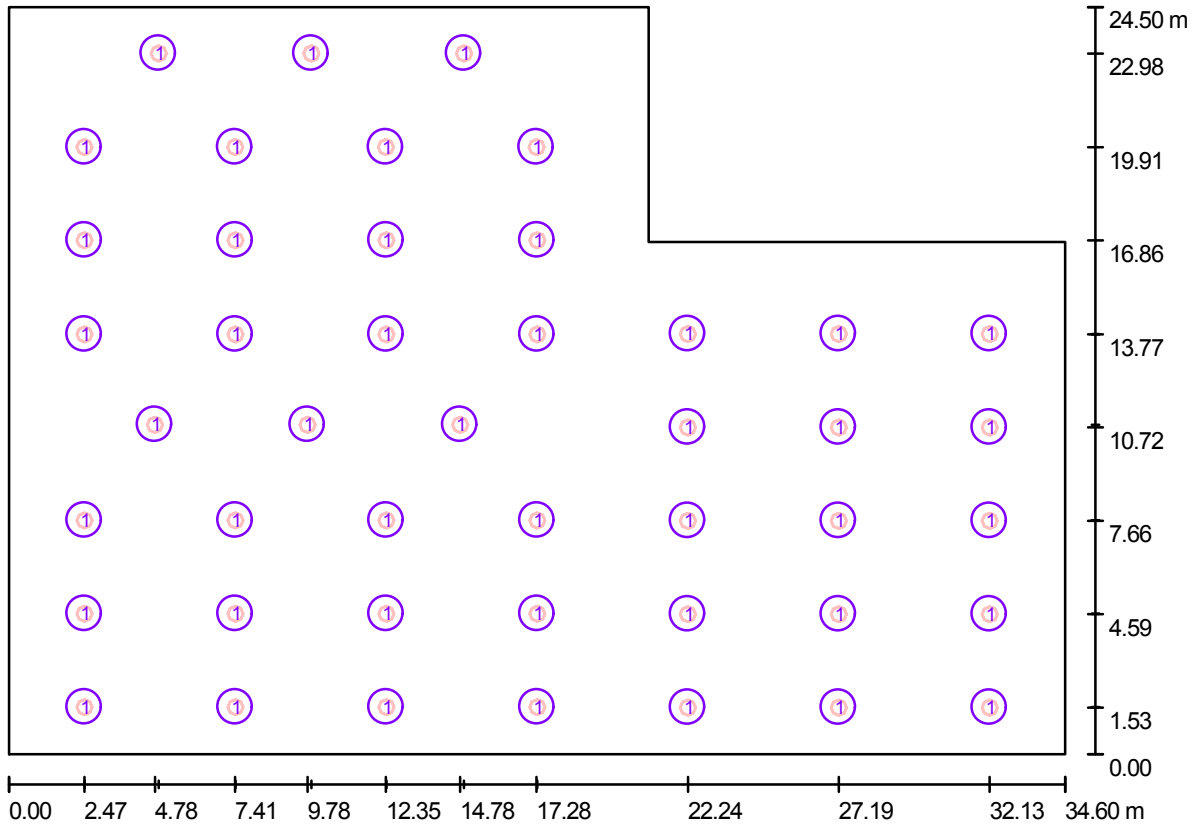
Proyecto 1 / Lista de luminarias

45 Pieza Disano 1170 Argon - Con cristal Disano 1170 JM-E400 CNRL negro
N° de artículo: 1170 Argon - Con cristal
Flujo luminoso de las luminarias: 32500 lm
Potencia de las luminarias: 417.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 69 97 100 100 77
Armamento: 1 x JME400BU PL (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 248

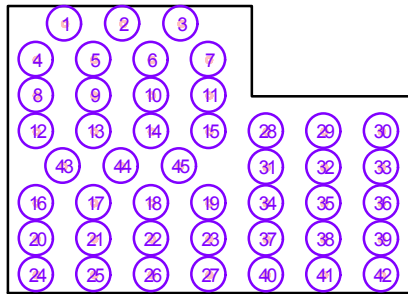
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	45	Disano 1170 Argon - Con cristal Disano 1170 JM-E400 CNRL negro

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Luminarias (lista de coordenadas)

Disano 1170 Argon - Con cristal Disano 1170 JM-E400 CNRL negro
32500 lm, 417.0 W, 1 x 1 x JME400BU PL (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	4.909	22.981	7.000	0.0	0.0	90.0
2	9.909	22.981	7.000	0.0	0.0	90.0
3	14.909	22.981	7.000	0.0	0.0	90.0
4	2.474	19.910	7.000	0.0	0.0	90.0
5	7.411	19.910	7.000	0.0	0.0	90.0
6	12.348	19.910	7.000	0.0	0.0	90.0
7	17.285	19.910	7.000	0.0	0.0	90.0
8	2.478	16.856	7.000	0.0	0.0	90.0
9	7.422	16.856	7.000	0.0	0.0	90.0
10	12.366	16.856	7.000	0.0	0.0	90.0
11	17.310	16.856	7.000	0.0	0.0	90.0
12	2.478	13.769	7.000	0.0	0.0	90.0
13	7.422	13.769	7.000	0.0	0.0	90.0
14	12.366	13.769	7.000	0.0	0.0	90.0
15	17.310	13.769	7.000	0.0	0.0	90.0
16	2.478	7.671	7.000	0.0	0.0	90.0
17	7.422	7.671	7.000	0.0	0.0	90.0
18	12.366	7.671	7.000	0.0	0.0	90.0
19	17.310	7.671	7.000	0.0	0.0	90.0
20	2.478	4.609	7.000	0.0	0.0	90.0
21	7.422	4.609	7.000	0.0	0.0	90.0
22	12.366	4.609	7.000	0.0	0.0	90.0
23	17.310	4.609	7.000	0.0	0.0	90.0
24	2.478	1.548	7.000	0.0	0.0	90.0
25	7.422	1.548	7.000	0.0	0.0	90.0
26	12.366	1.548	7.000	0.0	0.0	90.0
27	17.310	1.548	7.000	0.0	0.0	90.0
28	22.243	13.781	7.000	0.0	0.0	0.0

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Luminarias (lista de coordenadas)

N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
29	27.186	13.781	7.000	0.0	0.0	0.0
30	32.129	13.781	7.000	0.0	0.0	0.0
31	22.243	10.719	7.000	0.0	0.0	0.0
32	27.186	10.719	7.000	0.0	0.0	0.0
33	32.129	10.719	7.000	0.0	0.0	0.0
34	22.243	7.656	7.000	0.0	0.0	0.0
35	27.186	7.656	7.000	0.0	0.0	0.0
36	32.129	7.656	7.000	0.0	0.0	0.0
37	22.243	4.594	7.000	0.0	0.0	0.0
38	27.186	4.594	7.000	0.0	0.0	0.0
39	32.129	4.594	7.000	0.0	0.0	0.0
40	22.243	1.531	7.000	0.0	0.0	0.0
41	27.186	1.531	7.000	0.0	0.0	0.0
42	32.129	1.531	7.000	0.0	0.0	0.0
43	4.783	10.807	7.000	0.0	0.0	90.0
44	9.783	10.807	7.000	0.0	0.0	90.0
45	14.783	10.807	7.000	0.0	0.0	90.0



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

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

DOCUMENTO N°3: PLANOS

Daniel Martínez Ibero

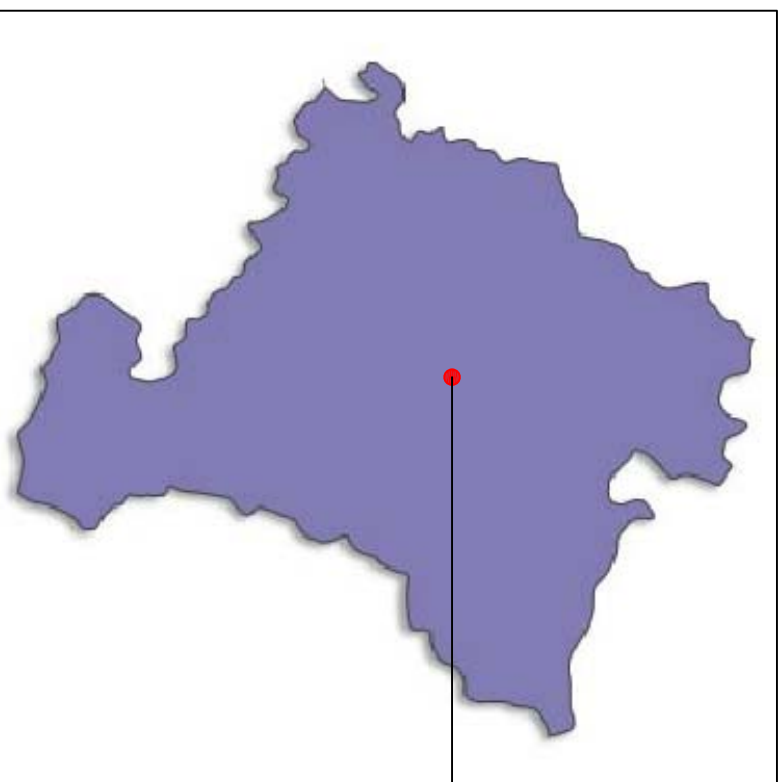
Tutor: Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 29 de julio de 2010

ÍNDICE

3.1 Situación	3
3.2 Distribución	4
3.3 Superficies	11
3.4 Situación nave	13
3.5 Alumbrado nave	15
3.6 Alumbrado emergencia y tomas de corriente	17
3.7 Distribución cuadros y bandeja	19
3.8 Puesta a tierra de la nave y centro de transformación	21
3.9 Centro de transformación	23
3.10 Foso del centro de transformación.....	25
3.11 Esquema unifilar del centro de transformación.....	27
3.12 Esquema unifilar del cuadro general de distribución	29
3.13 Esquema unifilar del cuadro auxiliar 1.....	31
3.14 Esquema unifilar del cuadro auxiliar 2.....	31
3.15 Esquema unifilar del cuadro auxiliar 3.....	31
3.16 Esquema unifilar del cuadro auxiliar 4.....	31
3.17 Esquema unifilar del cuadro auxiliar 5.....	31
3.18 Esquema unifilar del cuadro auxiliar 6.....	31
3.19 Esquema unifilar del cuadro auxiliar 7.....	31
3.20 Esquema unifilar del cuadro auxiliar 8.....	31
3.21 Circuitos de mando y fuerza del cuadro auxiliar 8.....	33

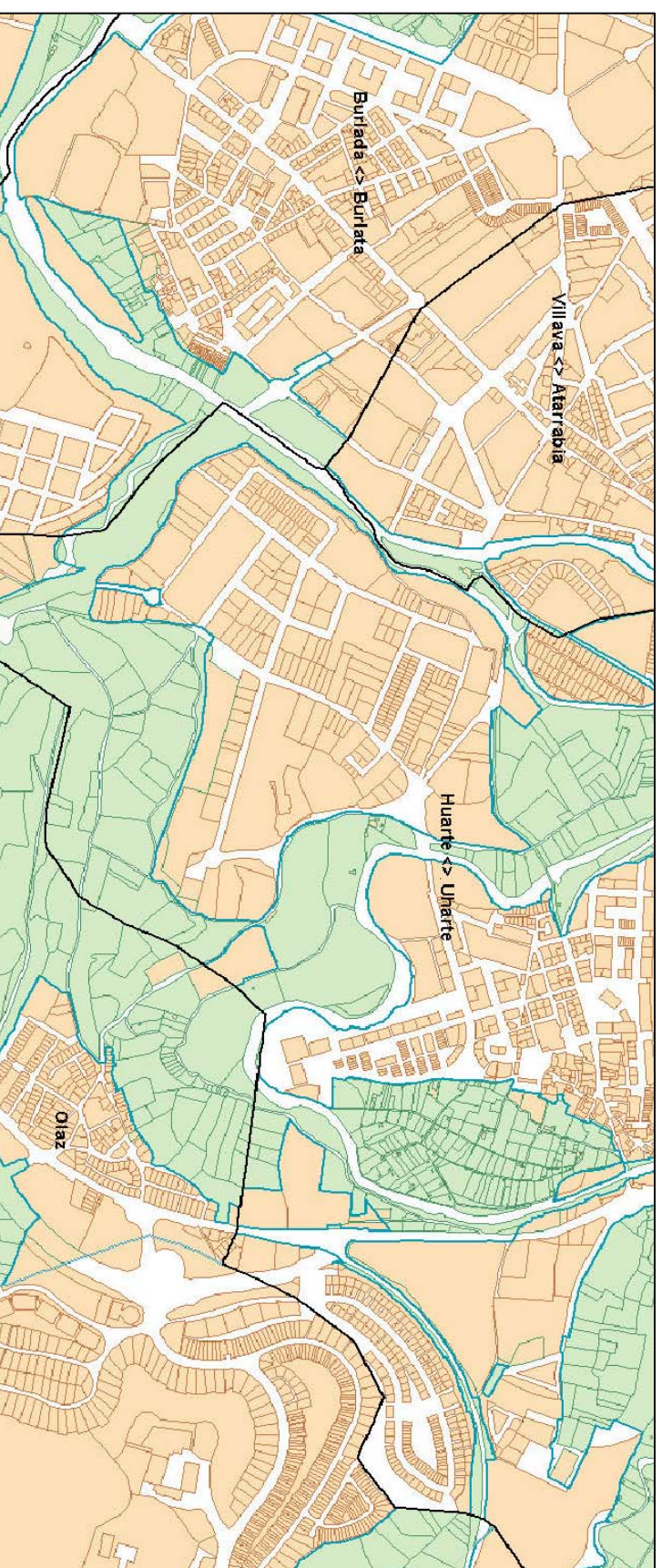
Comunidad Foral de Navarra

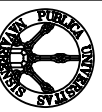


HUARTE

Comarca de Pamplona

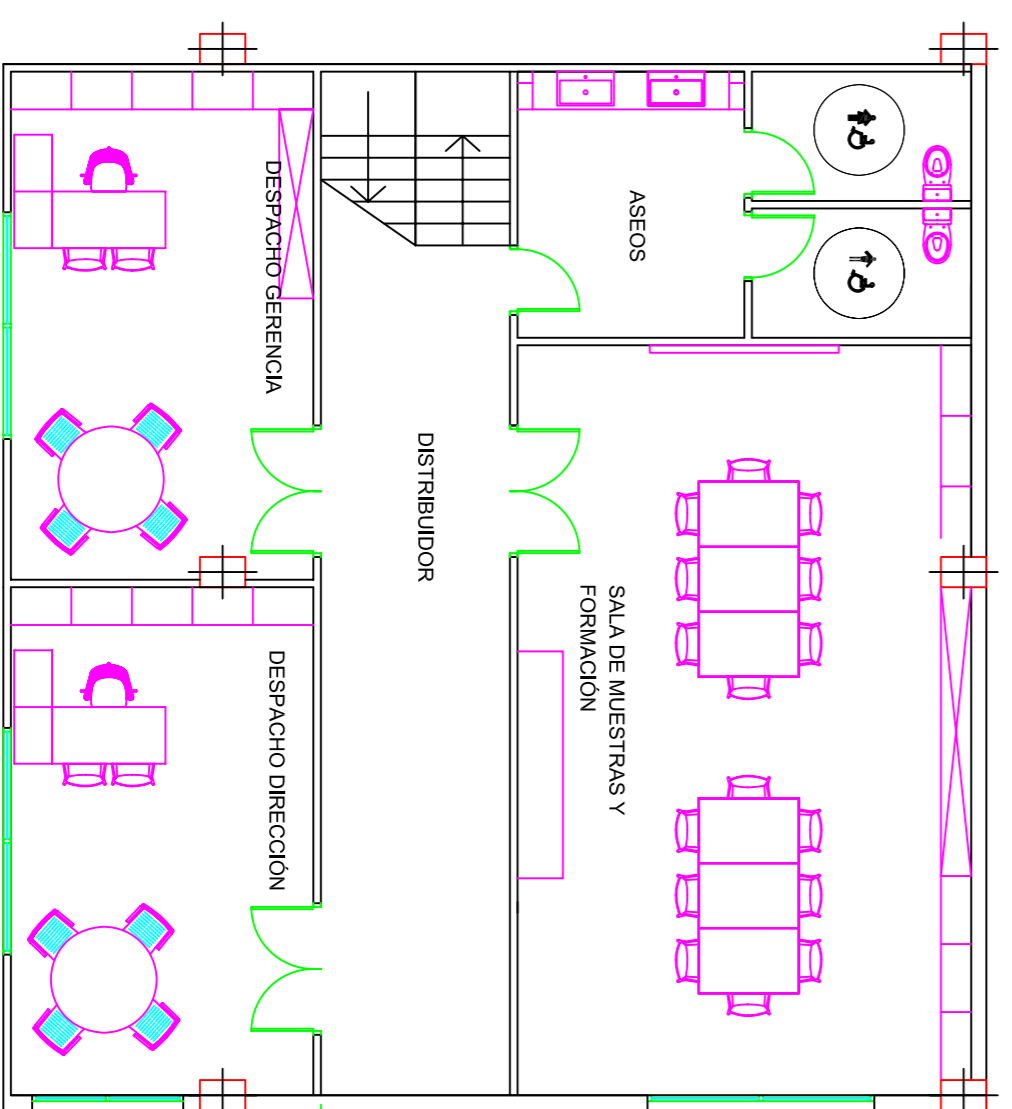
Polígono Areta
Parcela 1314





 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E.	REALIZADO: MARTÍNEZ IBERO, DANIE
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	FIRMA:	FECHA: 29/07/10
PLANO: SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO		ESCALA: S/E
		Nº PLANO: 1



PLANTA BAJA



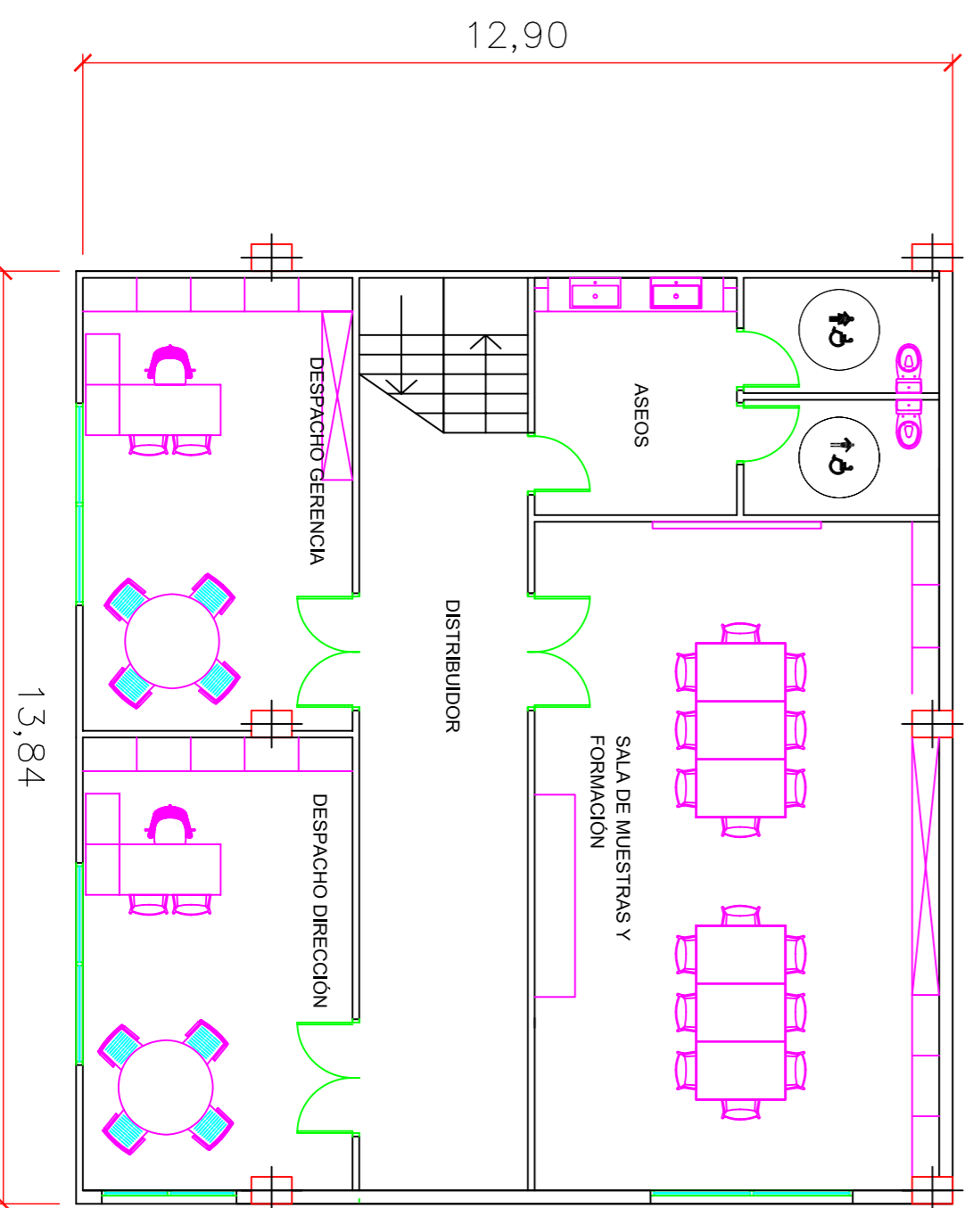
ENTREPLANTA

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO:
		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS EN ING. RURAL
PROYECTO:	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	
REALIZADO:	MARTÍNEZ IBERO, DANIEL	
FRMA:		
FECHA:	ESCALA:	INFORME:
29/07/10	1:100	2
PLANO:	PLANTA DISTRIBUCIÓN	

47,00



PLANTA BAJA



ENTREPLANTA

CUADRO DE SUPERFICIES	
SUPERFICIE NAVE	
PLANTA BAJA	
RECEPCION	18,81 M2
DISTRIBUIDOR	11,05 M2
ZONA ADMINISTRATIVA	38,80 M2
DESPACHO 1	13,44 M2
DESPACHO 2	13,04 M2
SALA DE REUNIONES	26,88 M2
OFFICE	11,00 M2
ASEOS	10,56 M2
ASEO HOMBRES	4,96 M2
ASEO MULIERES	4,96 M2
QUARTO RACK	7,16 M2
VESTUARIO HOMBRES	19,58 M2
VESTUARIO MULIERES	20,02 M2
QUARTO ENCARGADO	10,00 M2
DEPARTAMENTO DE CALIDAD	51,26 M2
EXPEDICION	741,50 M2
TOTAL UTIL PLANTA BAJA	979,03 M2
ENTREPLANTA	
DESPACHO DIRECCION	26,76 M2
DESPACHO GERENCIA	26,70 M2
SALA DE MUESTRAS Y FORMACION	59,28 M2
DISTRIBUIDOR	26,10 M2
ASEOS	10,56 M2
ASEO HOMBRES	4,96 M2
ASEO MULIERES	4,96 M2
ESCALERA	2,87 M2
TOTAL UTIL ENTREPLANTA	164,19 M2
TOTAL O.T.L. CONSTRUIDA	
TOTAL O.T.L.	1.143,22 M2
TOTAL CONSTRUIDA	1.080,00 M2



Universidad Pública de Navarra
 Ingeniero Técnico Industrial E.
 E.T.S.I.I.T.

PROYECTO:
INSTALACION ELECTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSION CON CENTRO DE TRANSFORMACION

PLANO:
 PLANTA SUPERFICIES

DEPARTAMENTO:
 DEPARTAMENTO DE PROYECTOS EN ING. RURAL

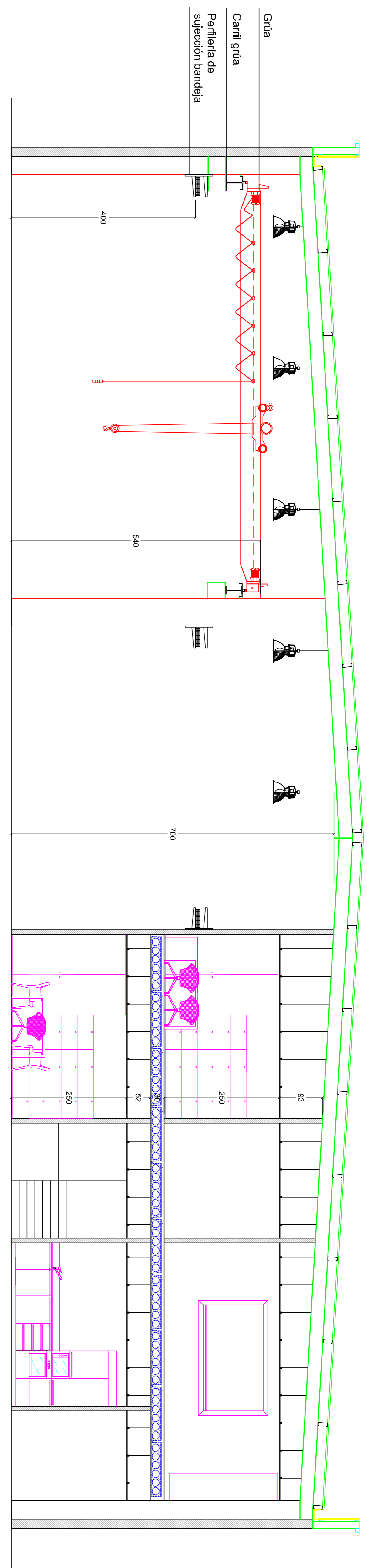
REALIZADO:
 MARTINEZ IBERO, DANIEL

FRMA:
 [Signature]

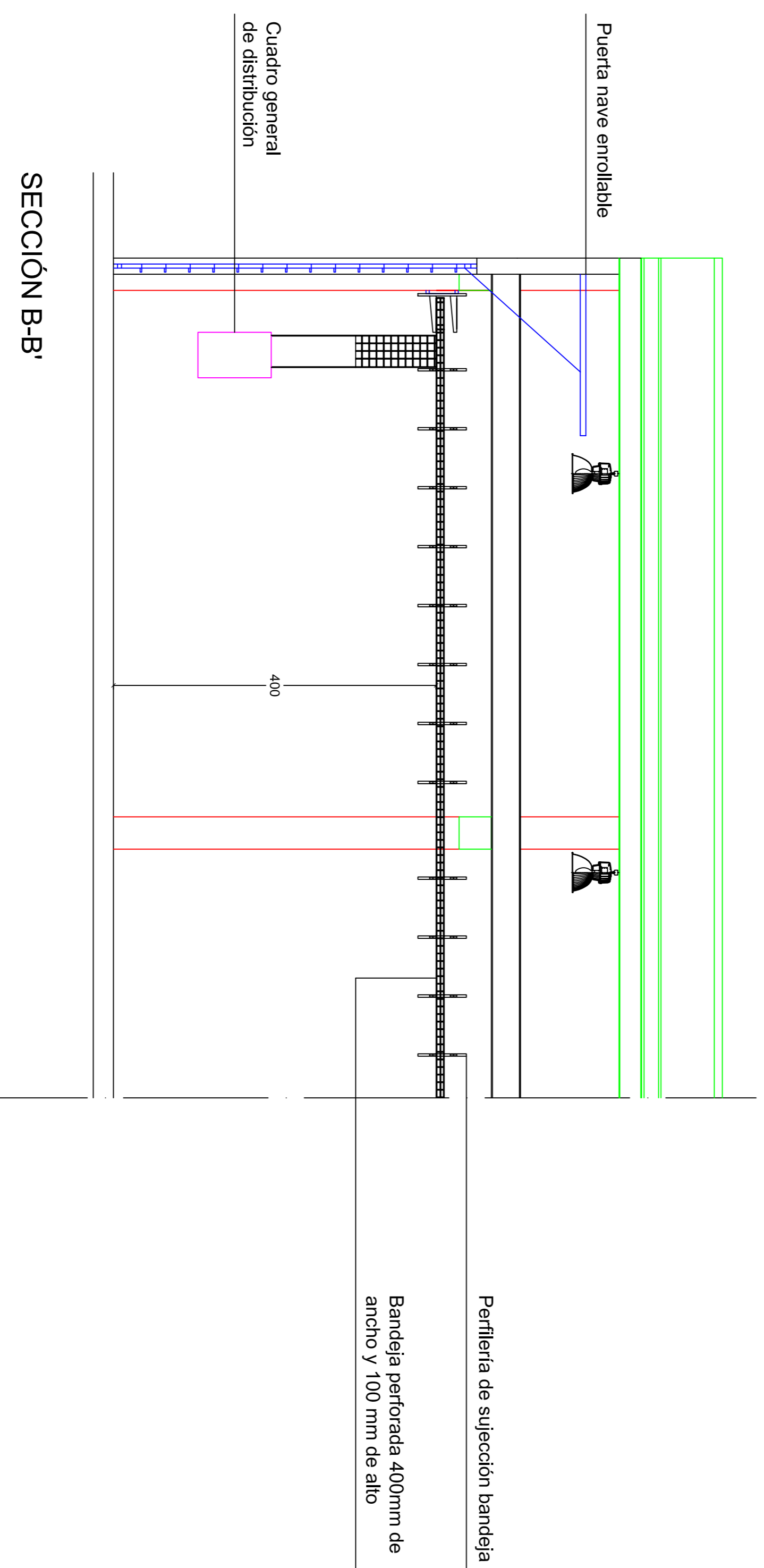
FECHA:
 29/07/10

ESCALA:
 1:100

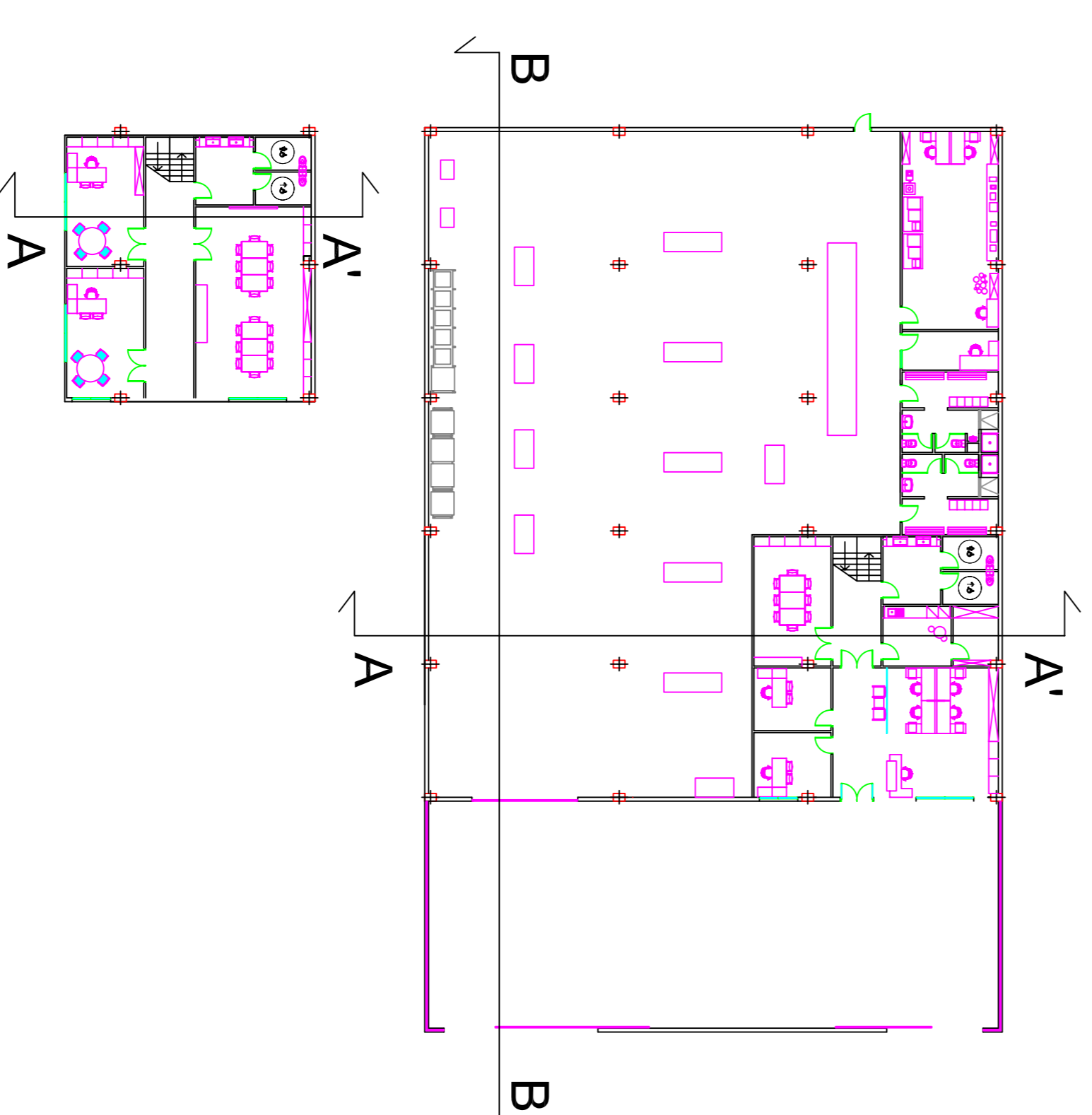
INFORMACION:
 3



SECCIÓN A-A'



SECCIÓN B-B'




 Universidad Pública
 de Navarra
 Nafarroako
 Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
 INGENIERO
 TÉCNICO INDUSTRIAL E.

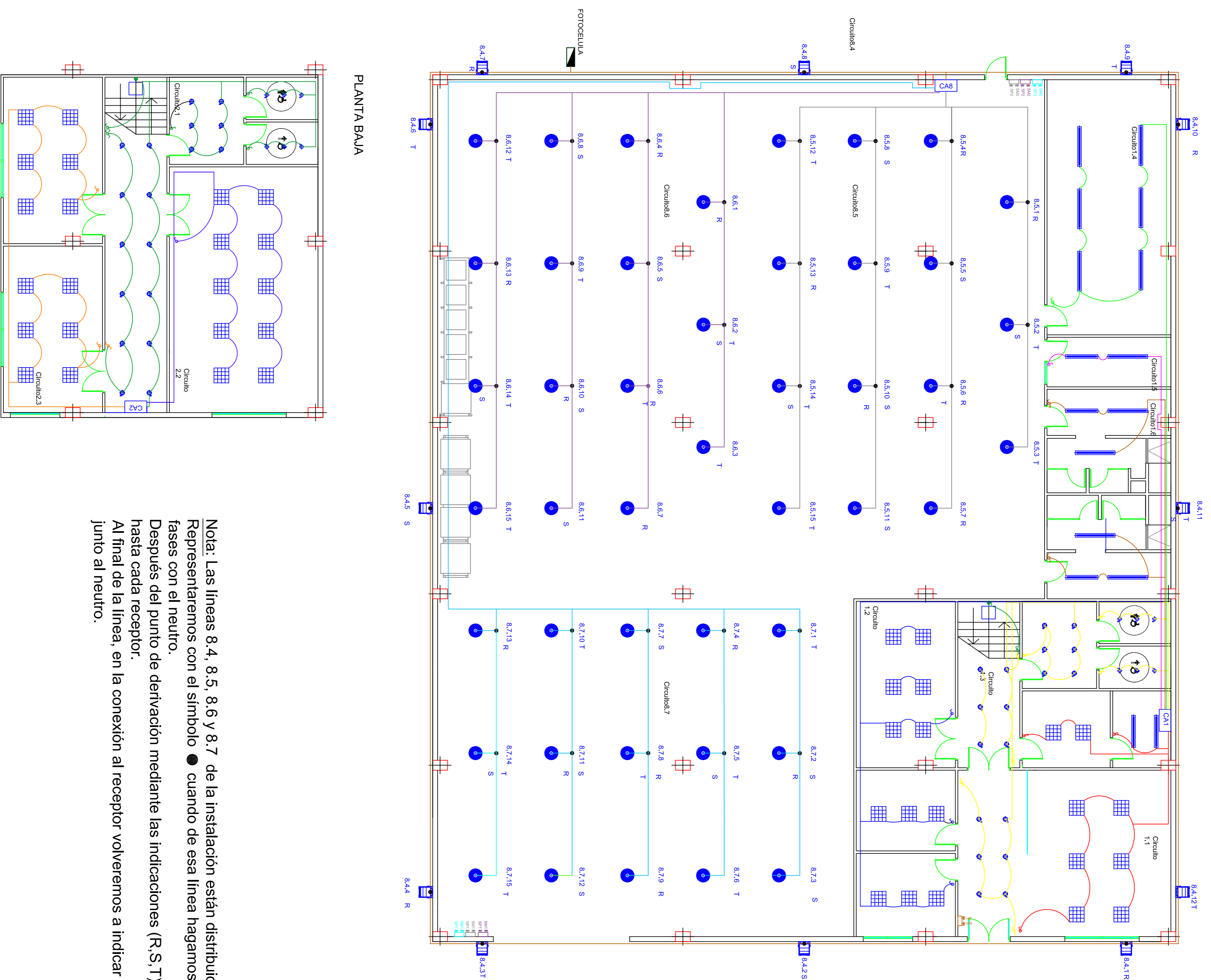
DEPARTAMENTO:
 DEPARTAMENTO DE
 PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:
**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE
 INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN CON
 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

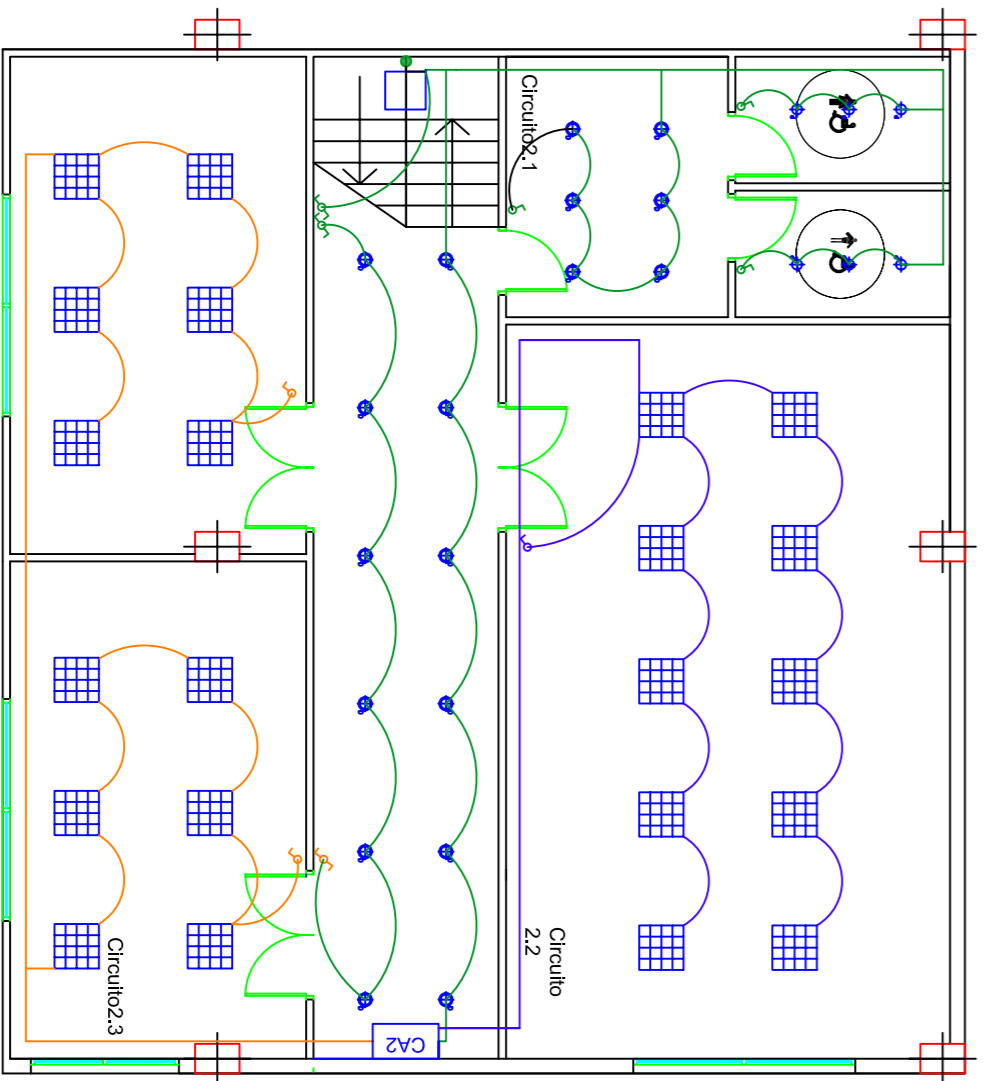
REALIZADO:
 MARTÍNEZ IBERO, DANIEL

PLANO:
 SECCIÓN NAVE

FIRMA:
 FECHA: 29/07/10
 ESCALA: 1:50
 Nº PLANO: 4



PLANTA BAJA



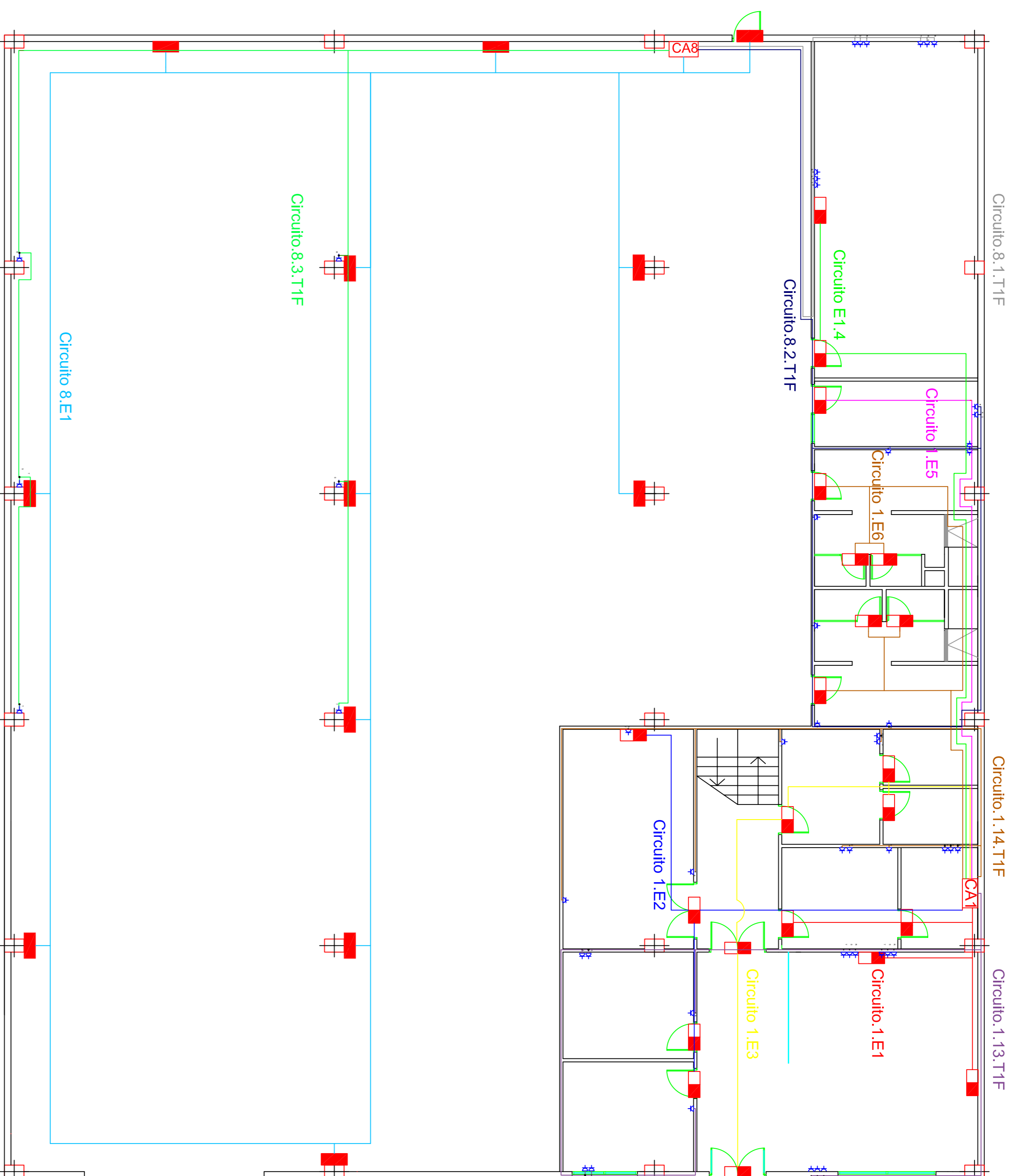
ENTREPLANTA

Nota: Las líneas 8.4, 8.5, 8.6 y 8.7 de la instalación están distribuidas a 4 hilos (3F+N). Representaremos con el símbolo ● cuando de esa línea hagamos una derivación de una de las fases con el neutro. Después del punto de derivación mediante las indicaciones (R,S,T) identificaremos que fase irá hasta cada receptor. Al final de la línea, en la conexión al receptor volveremos a indicar que fase es la que conectamos junto al neutro.

LEYENDA ILUMINACION INTERIOR Y EXTERIOR	
	REFLECTOR INDUSTRIAL EN NAIVE MARCA OSRAM LAMPARA DISANO 418W
	LUMINARIA EMPOTRADA 866 RENOLCOMFORT T8 spico satinado royodo MARCA DISANO LAMPARA DISANO 840 4x18W
	DOWNLIGHT EMPOTRABLE DHS 0331/1884 LAMPARA TROLL 1xTC-TEL 840 18W
	DOWNLIGHT EMPOTRABLE BT 0148 LAMPARA TROLL 1x QR-CBC 51 50W 35°
	APUQUE ESCALERA ORBIT 6305/40/8 LAMPARA TROLL 1x T-R 40W
	LUMINARIA ESTANCA 921 HYDRO T8 EL MARCA DISANO LAMPARA LUMILUX 158/840 2x35W MARCA OSRAM
	PROYECTOR EXTERIOR 1149 LITO ASIMETRICO MARCA DISANO LAMPARA DISANO 167.9W
	Interruptor unipolar (servó del color a la línea que pertenece)
	Comutador unipolar (servó del color a la línea que pertenece)
	Pulsador (servó del color a la línea que pertenece)
	Quadro auxiliar
	Fotocélula

SECCIONES ALUMBRADO INTERIOR	
CUADRO AUXILIAR 1	
Linea1,1-R-N :	1X1,5/1,5+1,5T,φ = 16mm ²
Linea1,2-S-N :	1X1,5/1,5+1,5T,φ = 16mm ²
Linea1,3-T-N :	1X1,5/1,5+1,5T,φ = 16 mm ²
Linea1,4-R-N :	1X1,5/1,5+1,5T,φ = 16mm ²
Linea1,5-S-N :	1X1,5/1,5+1,5T,φ = 16mm ²
Linea1,6-T-N :	1X1,5/1,5+1,5T,φ = 16mm ²
CUADRO AUXILIAR 2	
Linea2,1-R-N :	1X1,5/1,5+1,5T,φ = 16mm ²
Linea2,2-T-N :	1X1,5/1,5+1,5T,φ = 16mm ²
Linea2,3-S-N :	1X1,5/1,5+1,5T,φ = 16mm ²
CUADRO AUXILIAR 8	
Linea8,4-R-S-T-N :	3X4/4+4T,φ = 25 mm ²
Linea8,5-R-S-T-N :	3X4/4+4T,φ = 25 mm ²
Linea8,6-R-S-T-N :	3X4/4+4T,φ = 25 mm ²
Linea8,7-R-S-T-N :	3X4/4+4T,φ = 25 mm ²

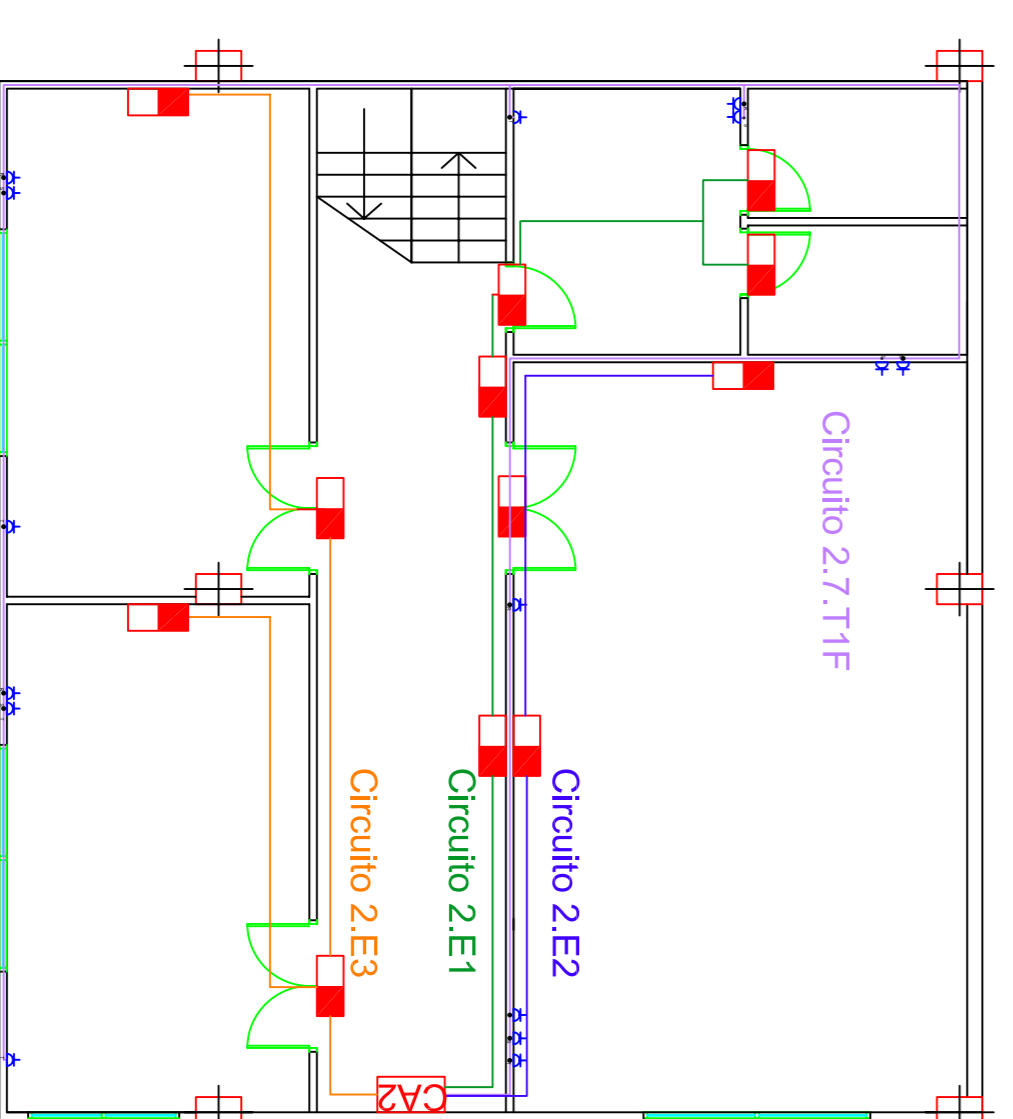
 Universidad Pública de Navarra Ingeniería Universitaria Pública	ET.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	TÉCNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS EN ING. RURAL
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	REALIZADO: MARTÍNEZ IBERO, DANIEL	
PLANO: ALUMBRADO INTERIOR Y EXTERIOR	FRMA: 	FECHA: 29/07/10
	ESCALA: 1:100	INPI



NOTA: Las tomas monofásicas de corriente de la instalación están distribuidas a 4 hilos (3F+N). Representaremos con el símbolo ● cuando de esa línea hagamos una derivación de una de las fases con el neutro. Después del punto de derivación mediante las indicaciones (R,S,T) identificaremos que fase irá hasta cada receptor. Al final de la línea, en la conexión al receptor volveremos a indicar que fase es la que conectamos junto al neutro.

CUADRO AUXILIAR 1	
Circuito 1.13.T1F-R-S-T-N: 3 x 2,5/ 2,5/ 2,5;Ø=20mm ²	—
Circuito 1.14.T1F-R-S-T-N: 3 x 2,5/ 2,5/ 2,5;Ø=20mm ²	—
CUADRO AUXILIAR 2	
Circuito 2.7.T1F-R-S-T-N: 3 x 2,5/ 2,5/ 2,5;Ø=20mm ²	—
CUADRO AUXILIAR 8	
Circuito 8.1.T1F-R-S-T-N: 3 x 2,5/ 2,5/ 2,5;Ø=20mm ²	—
Circuito 8.2.T1F-R-S-T-N: 3 x 2,5/ 2,5/ 2,5;Ø=20mm ²	—
Circuito 8.3.T1F-R-S-T-N: 3 x 2,5/ 2,5/ 2,5;Ø=20mm ²	—

PLANTA BAJA



LEYENDA. ALUMBRADO EMERGENCIA (Luminario/fanero)	
	C30615110.Legrand,100 lum, 6 W
	C3 0615116.Legrand,500 lum, 11 W

CONDUCTORES UTILIZADOS	
CUADRO AUXILIAR 1	
Circuito 1.E1;S-N - 1x1,5/1,5+1,5T	—
Circuito 1.E2;S-N - 1x1,5/1,5+1,5T	—
Circuito 1.E3;S-N - 1x1,5/1,5+1,5T	—
Circuito 1.E4;S-N - 1x1,5/1,5+1,5T	—
Circuito 1.E5;S-N - 1x1,5/1,5+1,5T	—
Circuito 1.E6;S-N - 1x1,5/1,5+1,5T	—
CUADRO AUXILIAR 2	
Circuito 2.E1;S-N - 1x1,5/1,5+1,5T	—
Circuito 2.E2;S-N - 1x1,5/1,5+1,5T	—
Circuito 2.E3;S-N - 1x1,5/1,5+1,5T	—
CUADRO AUXILIAR 8	
Circuito 8.E1;S-N - 1x1,5/1,5+1,5T	—



Universidad Pública de Navarra
 Ingeniero Técnico Industrial E.
E.T.S.I.I.T.

DEPARTAMENTO:
 DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSION CON CENTRO DE TRANSFORMACION

REALIZADO:
 MARTINEZ IBERO, DANIEL

PLANO:
 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

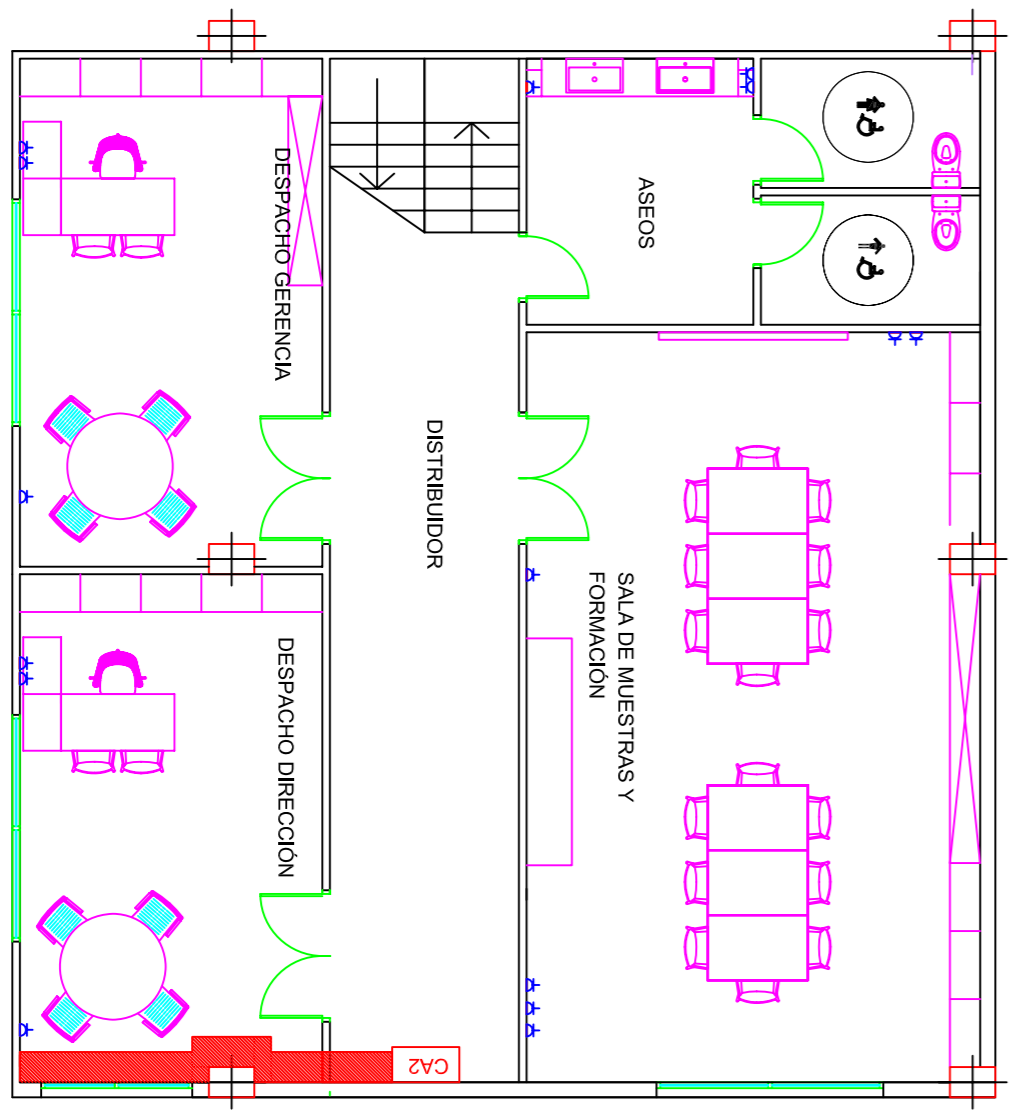
FECHA:
 29/07/10

ESCALA:
 1:100

Nº:
 6



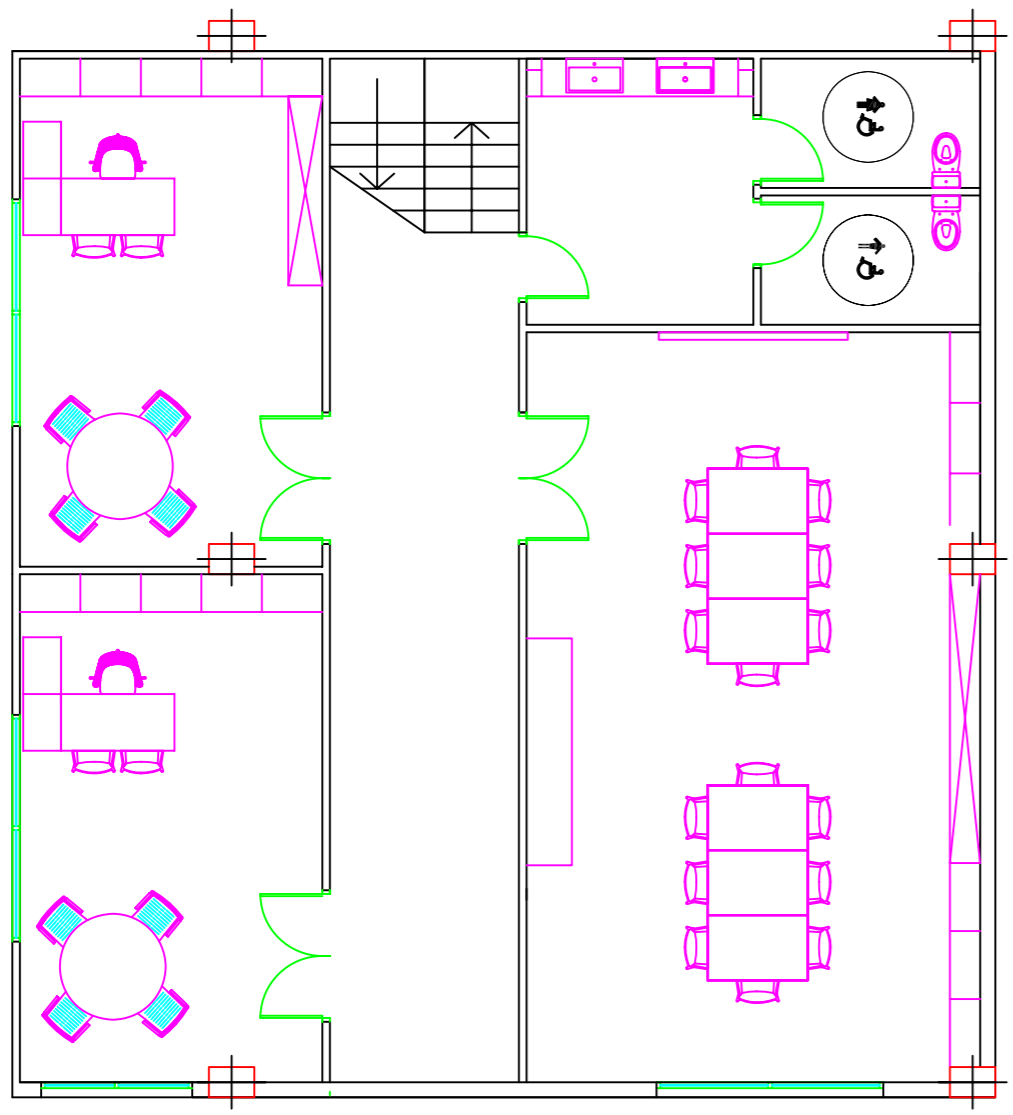
PLANTA BAJA



ENTREPLANTA

LEYENDA	
CGD	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCION
CA_	CUADROS AUXILIARES
CBT	CUADRO BAJA TENSION DEL CENTRO DE TRANSFORMACION
	BANDEJA PERFORADA DE 400mm DE ANCHO Y 100mm DE ALTO
	TOMA MONOFASICA 15A 230V
	TOMA TRIFASICA 16A 400V

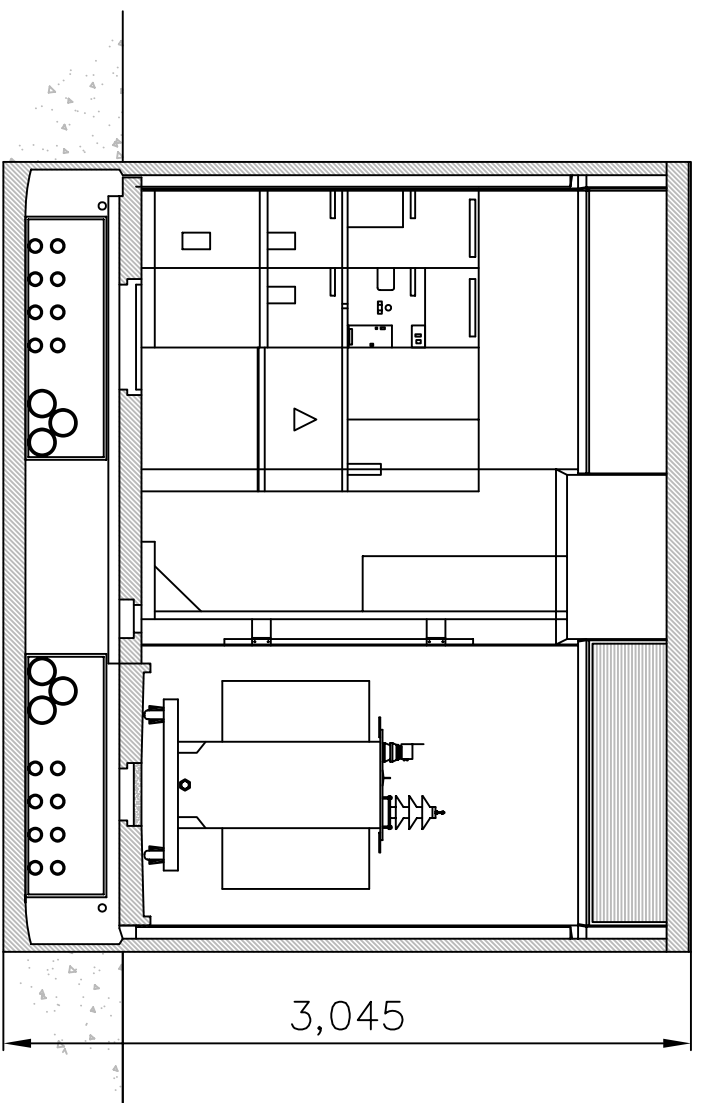
<p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	<p>E.T.S.I.I.T. INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E.</p>	<p>DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS EN ING. RURAL</p>	
	<p>PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSION CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</p>	<p>REALIZADO: MARTÍNEZ IBERO, DANIEL</p>	<p>FECHA: 29/07/10</p>
<p>PLANO: DISTRIBUCIÓN CUADROS Y BANDEJA</p>	<p>FRMA: </p>	<p>ESCALA: 1:100</p>	<p>INFORMACIÓN</p>



LEYENDA DE TIERRAS	
	PICO DE TIERRA 2 m Ø14 mm; unidas mediante conductor desnudo de 50 mm ² de Cu.
	Conductor desnudo de 50 mm ² de Cu.
	Conductor de cobre aislado 0,6/1kV de 50 mm ² de Cu.
	Arqueta de registro 700mm x 700mm x 1000mm de profundidad.
	Caja de medición y seccionamiento de la puesta a tierra.
	Cuadro general de distribución
	Cuadro Baja Tensión del C.T.

ENTREPLANTA

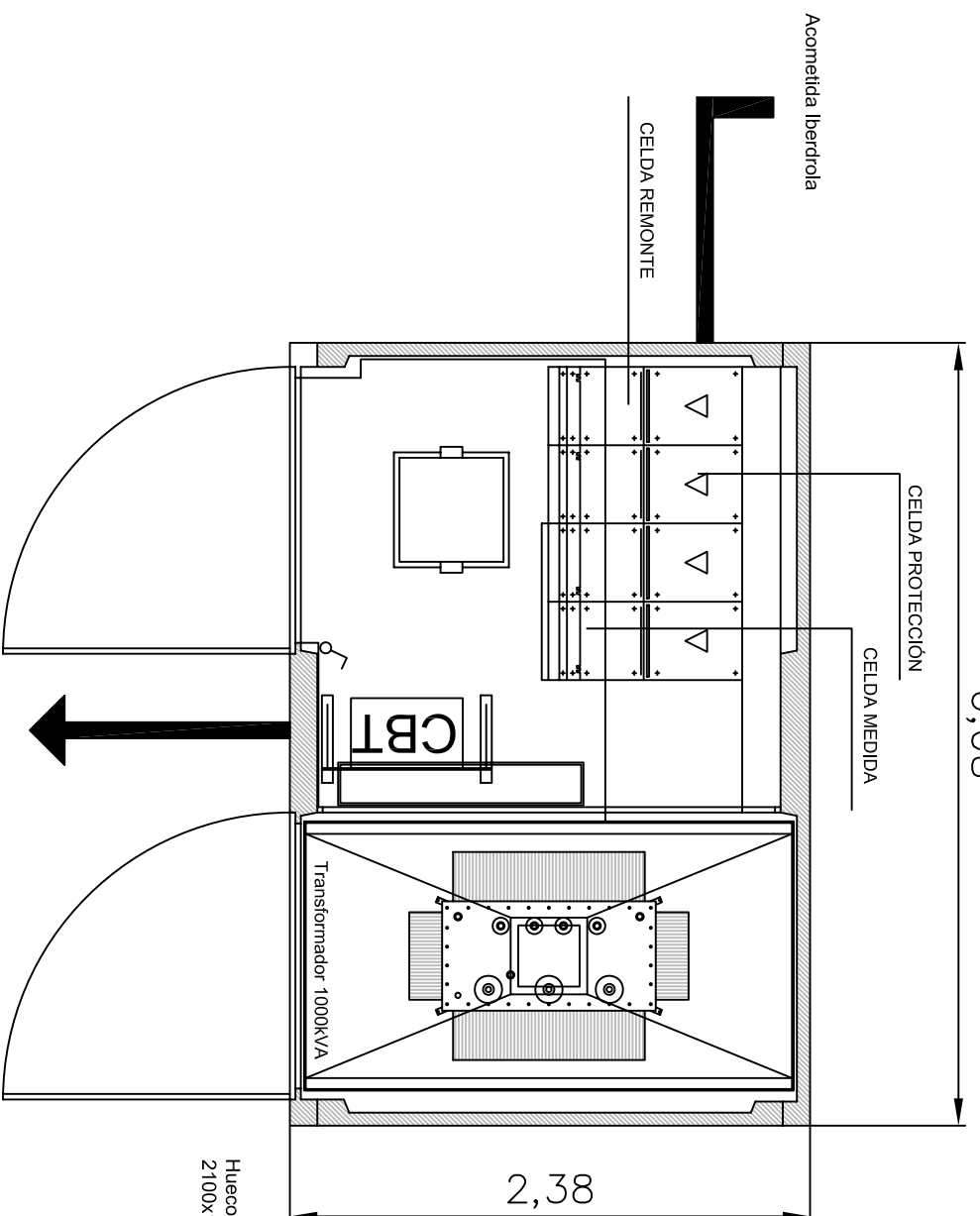
	Universidad Pública de Navarra Departamento de Ingeniería Industrial E.	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS DE ING. RURAL	
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	REALIZADO: MARTÍNEZ IBERO, DANIEL	FECHA: 29/07/10	ESCALA: 1:100
PLANO: PUESTA A TIERRA DE LA NAVE Y CT	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS DE ING. RURAL	FECHA: 29/07/10	ESCALA: 1:100



SECCIÓN

6,08

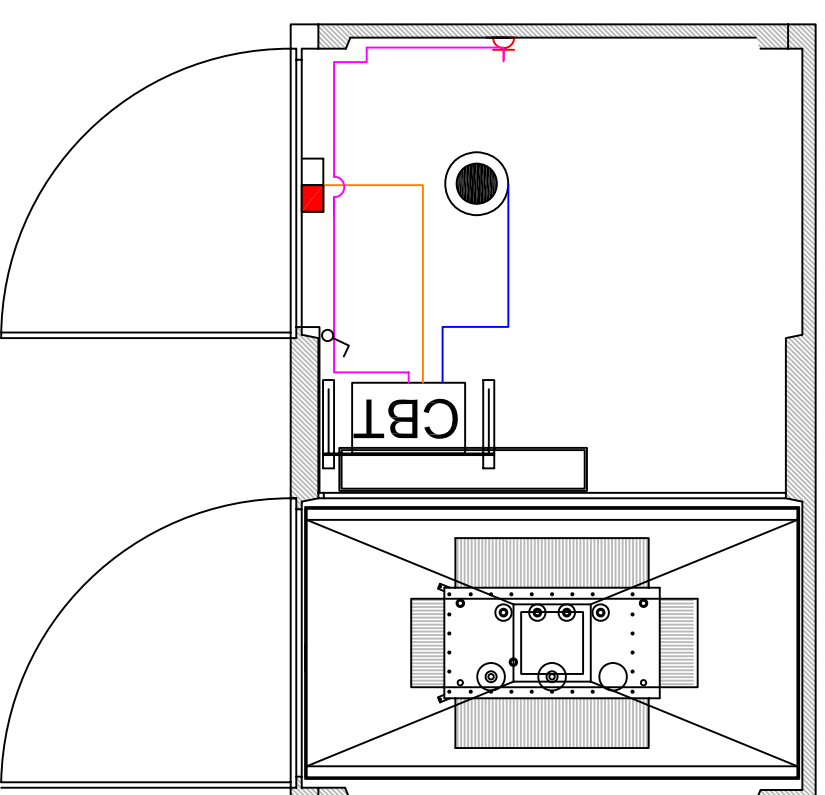
3,045



PLANTA

Al Cuadro General de Distribución

Hueco útil de puertas:
2100x1250mm

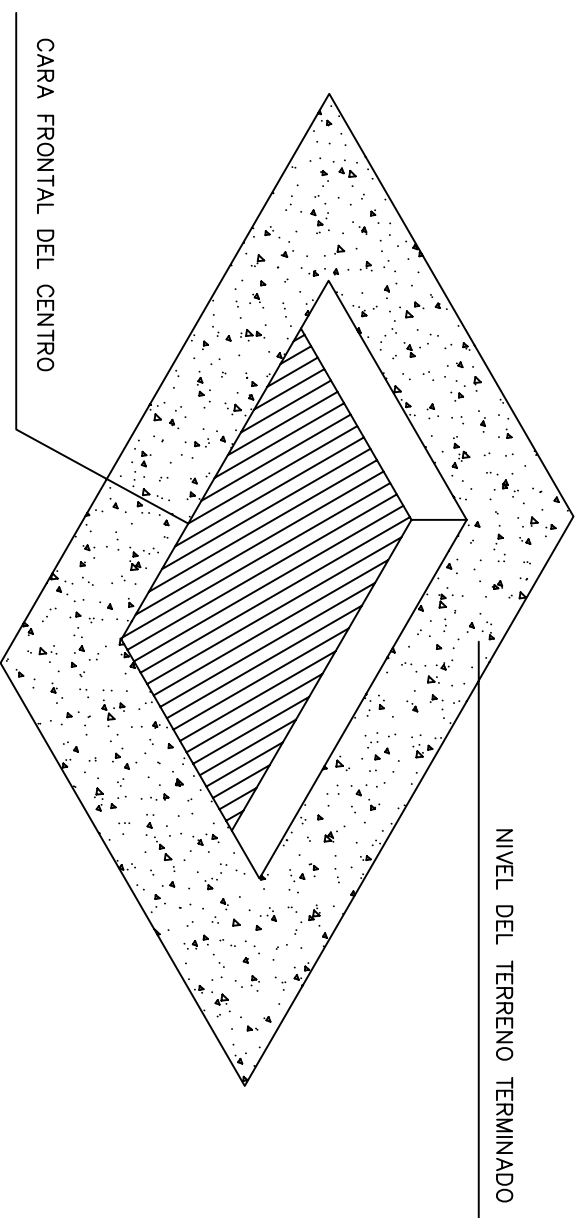


PLANTA ALUMBRADO INTERIOR Y EMERGENCIA

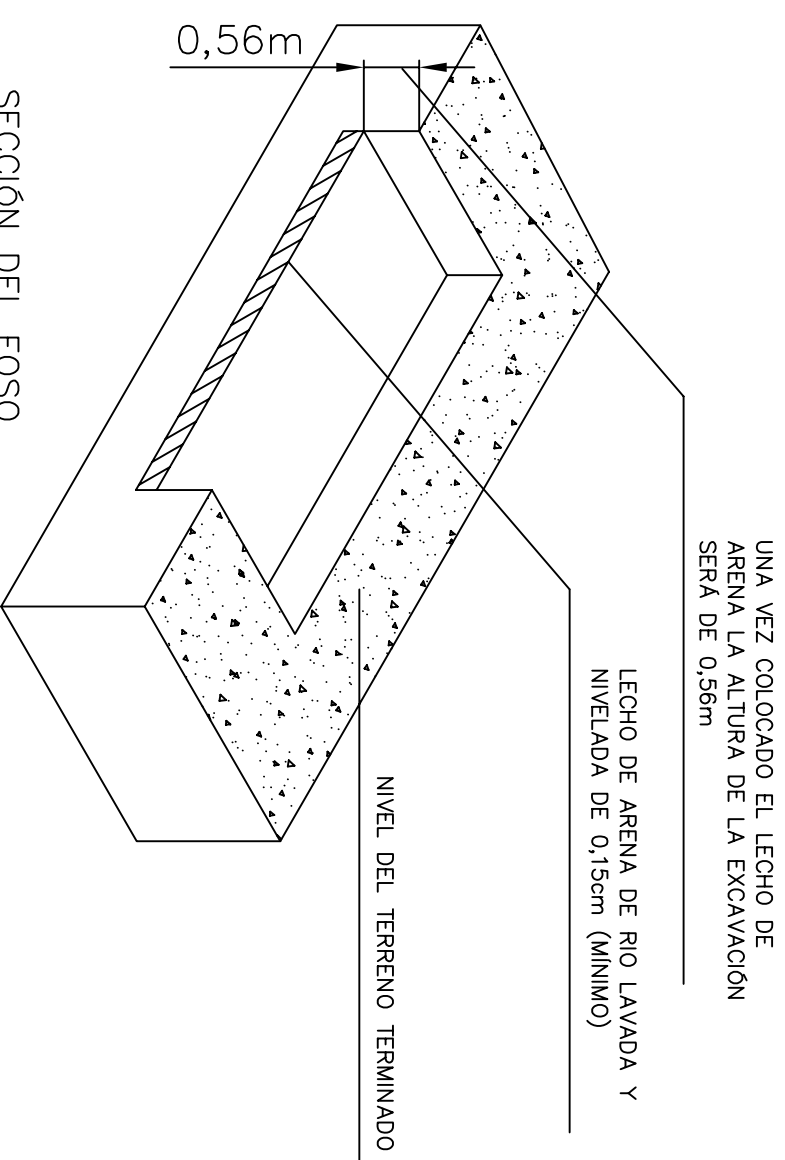
Leyenda	
	Interruptor unipolar
	C3061510, Legrand, 100 lum, 6 W
	Toma monofásica 15 A.
	Luminaria LITAKID 40 W. Philips.

Cuadro baja tensión	
	Línea CT1, 1.R-N: 1x1,5/1,5+1,5 T Ø=16 mm²
	Línea CT1, 2.T-N: 1x1,5/1,5+1,5 T Ø=16 mm²
	Línea CT1, 3.S-N: 1x2,5/2,5+2,5 T Ø=20 mm²

<p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	<p>E.T.S.I.I.T. INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E.</p>	DEPARTAMENTO:
		<p>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</p>
<p>PROYECTO:</p> <p>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</p>	<p>REALIZADO:</p> <p>MARTÍNEZ IBERO, DANIEL</p>	FECHA:
<p>PLANO:</p> <p>CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</p>	<p>FIRMA:</p>	<p>ESCALA:</p> <p>S/E</p>
		<p>Nº PLANO:</p> <p>9</p>



VISTA DE LA EXCAVACIÓN



SECCIÓN DEL FOSO

SITUAR EL MÓDULO DE HORMIGÓN CENTRADO EN LA EXCAVACIÓN, DEJANDO 50cm POR SU FRENTE Y SU PARTE POSTERIOR, PARA PERMITIR LA EXTRACCIÓN DE LOS ÚTILES DE IZADO.

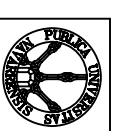
CONDICIONES QUE EL CLIENTE DEBERÁ CUMPLIR CON ANTERIORIDAD A LA INSTALACIÓN

– Deberá existir un camino hasta la zona de ubicación del centro suficiente para el acceso de un camión-grúa de características: PMA=47; TARA: 16T.; CARGA=31T.

– La zona de ubicación del centro poseerá un espacio libre que permita una distancia entre el eje longitudinal o transversal del foso y el eje longitudinal del vehículo pesado más alejado de 7m si se emplea camión-grúa y de 14m si se utiliza góndola más grúa de forma que no existan obstáculos que impidan la descarga de los materiales y el montaje del centro.

– El lecho de arena de 150 milímetros de espesor mínimo, será por cuenta del cliente y deberá estar redizado con anterioridad a la instalación del centro según se indica en el dibujo superior.

DIMENSIONES DE LA EXCAVACIÓN			
CASETA DE HORMIGÓN	DIMENSIONES (en metros)		
	Longitud	Anchura	Profundidad
	6,88m.	3,18m.	0,56m.



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TÉCNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:

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

REALIZADO:

MARTÍNEZ IBERO, DANIEL

FIRMA:

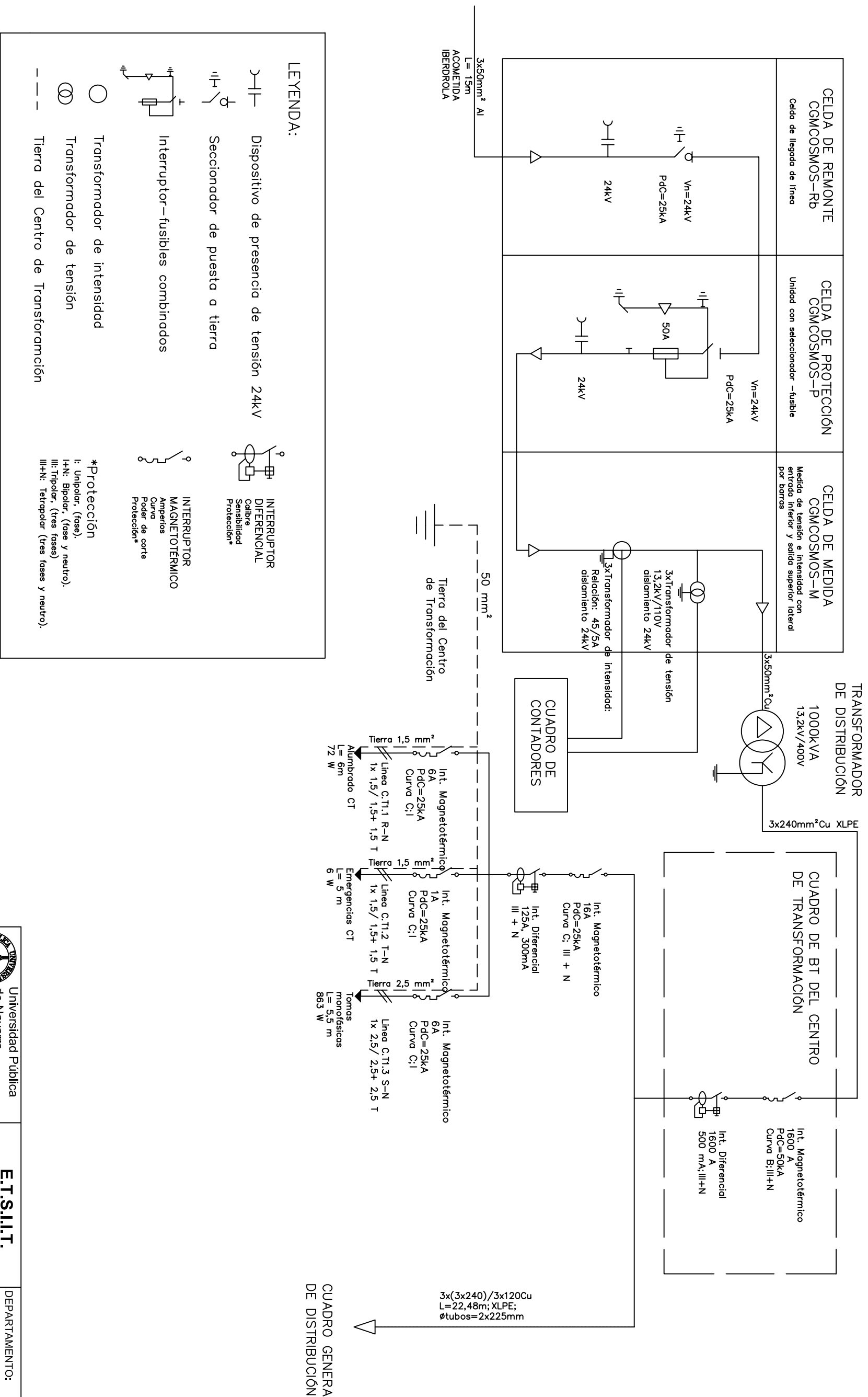
PLANO:

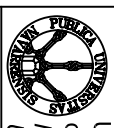
DIMENSIONES DEL FOSO PARA EL CT

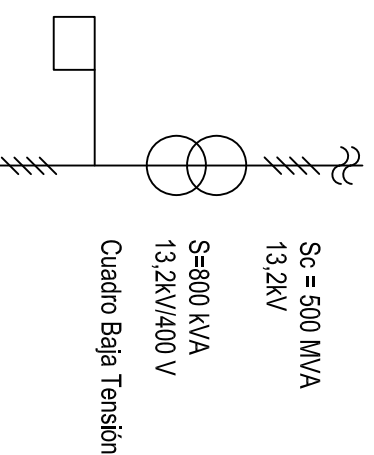
FECHA:
29/07/10

ESCALA:
S/E

Nº PLANO:
10

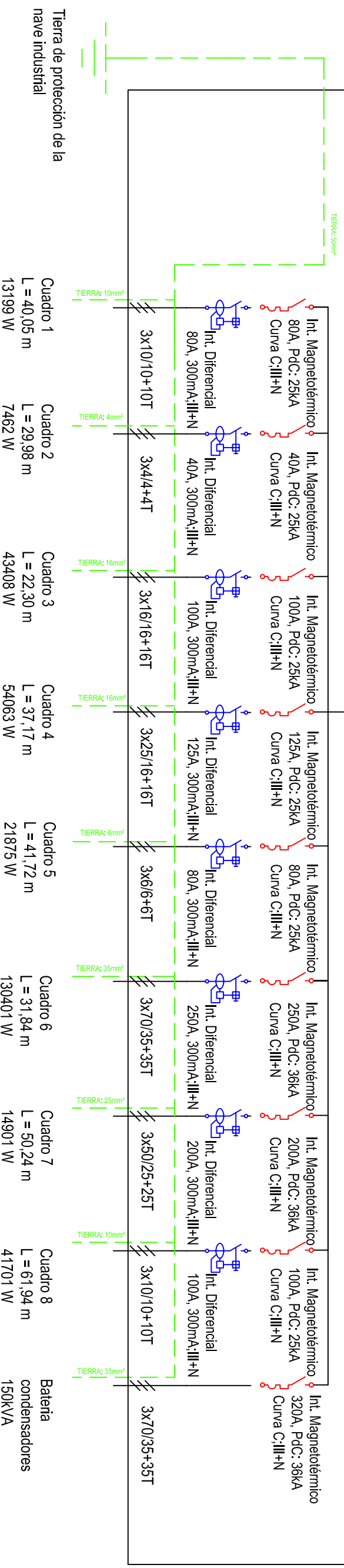


 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		E.T.S.I.I.T. INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E.	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CT		REALIZADO: MARTÍNEZ IBERO, DANIEL	
FIRMA:		FECHA: 29/07/10	
ESCALA: S/E		INº PLANO: 11	



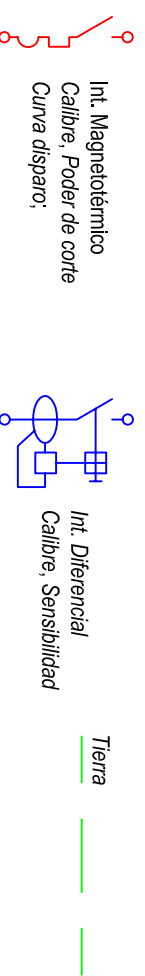
CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCION

DERIVACION INDIVIDUAL
 RV=3(3x240)/3x120 Cu
 22,48m
 Int. Magnetotérmico
 1600A, 50KA
 Curva B:III+N



Tierra de protección de la nave industrial

LEYENDA



* Protección:
 I: Unipolar (Fase)
 I+N: Bipolar (Fase + Neutro)
 II+N: Tripolar (2 Fases+Neutro)
 III+N: Tetrapolar (3 Fases+Neutro)



Universidad Pública
 de Navarra
 Nafarroako
 Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

INGENIERO
 TÉCNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:
 DEPARTAMENTO DE
 PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:

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

REALIZADO:

MARTÍNEZ IBERO, DANIEL

PLANO:

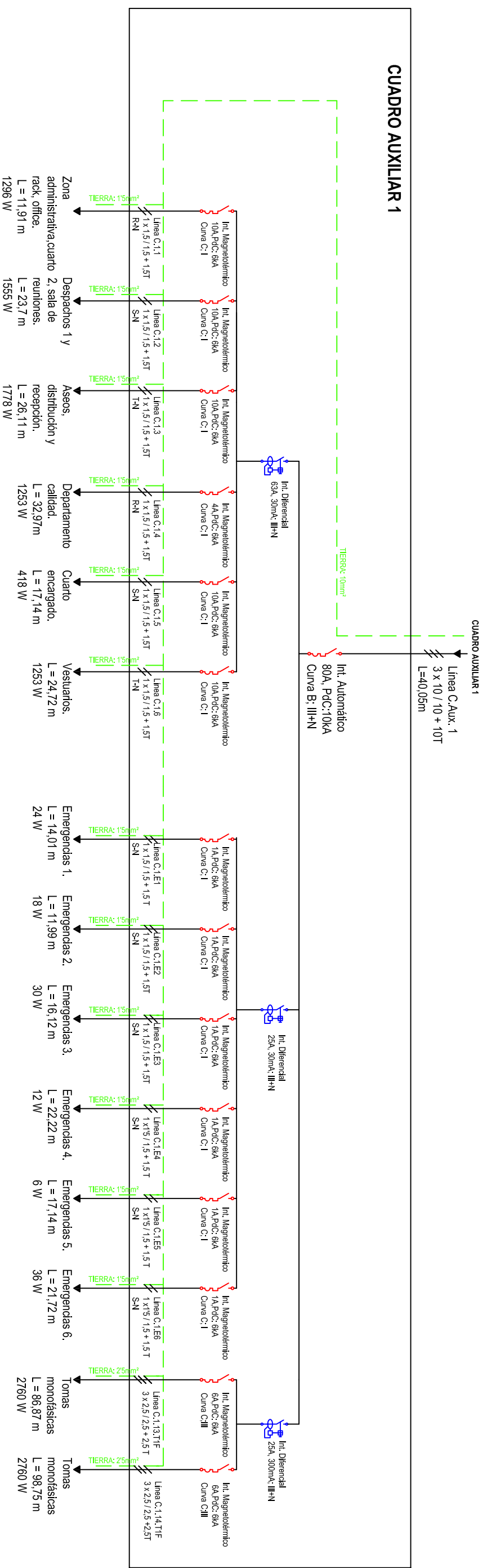
CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN

FECHA:
 29/07/10

ESCALA:
 S/E

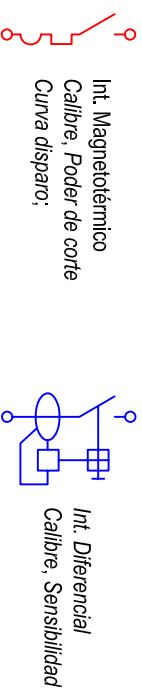
PLANO:
 12

DE CAJA GENERAL DE DISTRIBUCION




CUADRO AUXILIAR 1

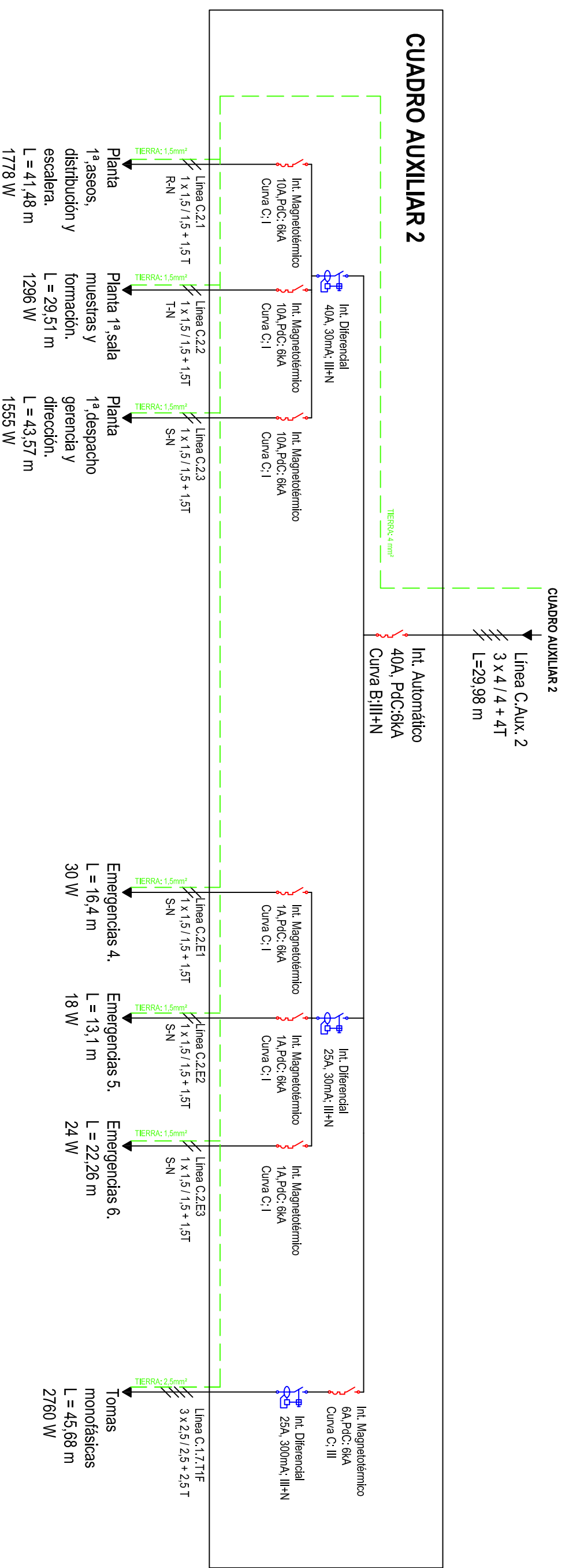
LEYENDA



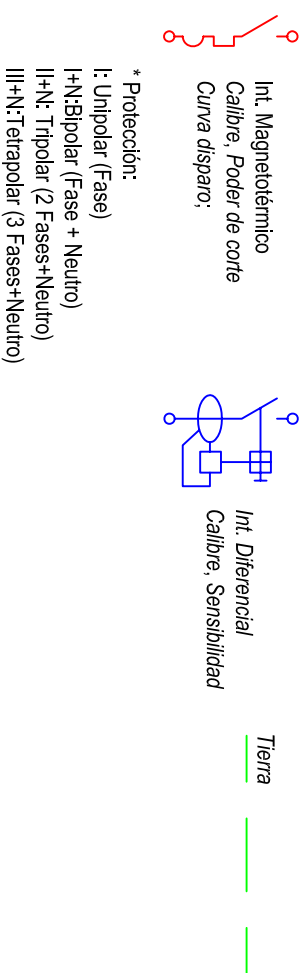
* Protección:
 I: Unipolar (Fase)
 I+N: Bipolar (Fase + Neutro)
 I+H+N: Tripolar (2 Fases+Neutro)
 III+N: Tetrapolar (3 Fases+Neutro)



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E.	REALIZADO: MARTÍNEZ IBERO, DANIEL
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		
FIRMA:		
PLANO: CUADRO AUXILIAR 1		FECHA: 29/07/10
ESCALA: S/E		Nº de PLANOS: 13

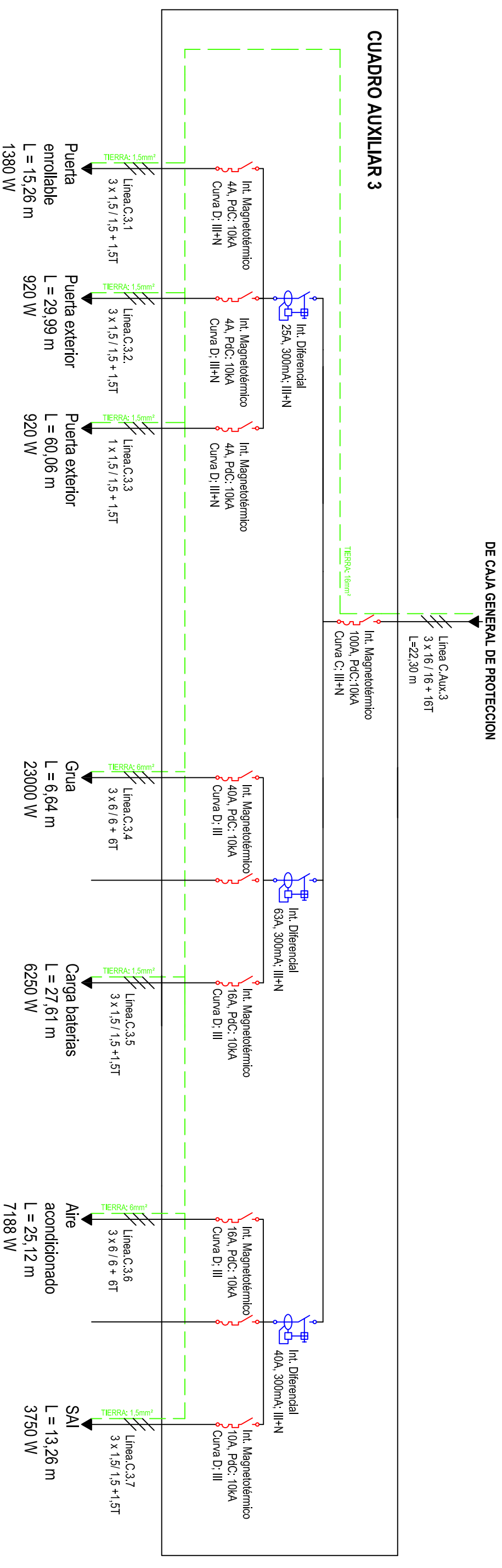
DE CAJA GENERAL DE DISTRIBUCION



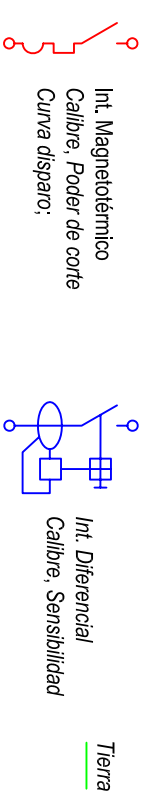
LEYENDA



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E.	REALIZADO: MARTÍNEZ IBERO, DANIEL
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		
FIRMA:		
PLANO: CUADRO AUXILIAR 2	FECHA: 29/07/10	ESCALA: S/E
		 14



LEYENDA



* Protección:
I: Unipolar (Fase)
I+N: Bipolar (Fase + Neutro)
II+N: Tripolar (2 Fases+Neutro)
III+N: Tetrapolar (3 Fases+Neutro)



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TÉCNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:
**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE
INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN CON
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

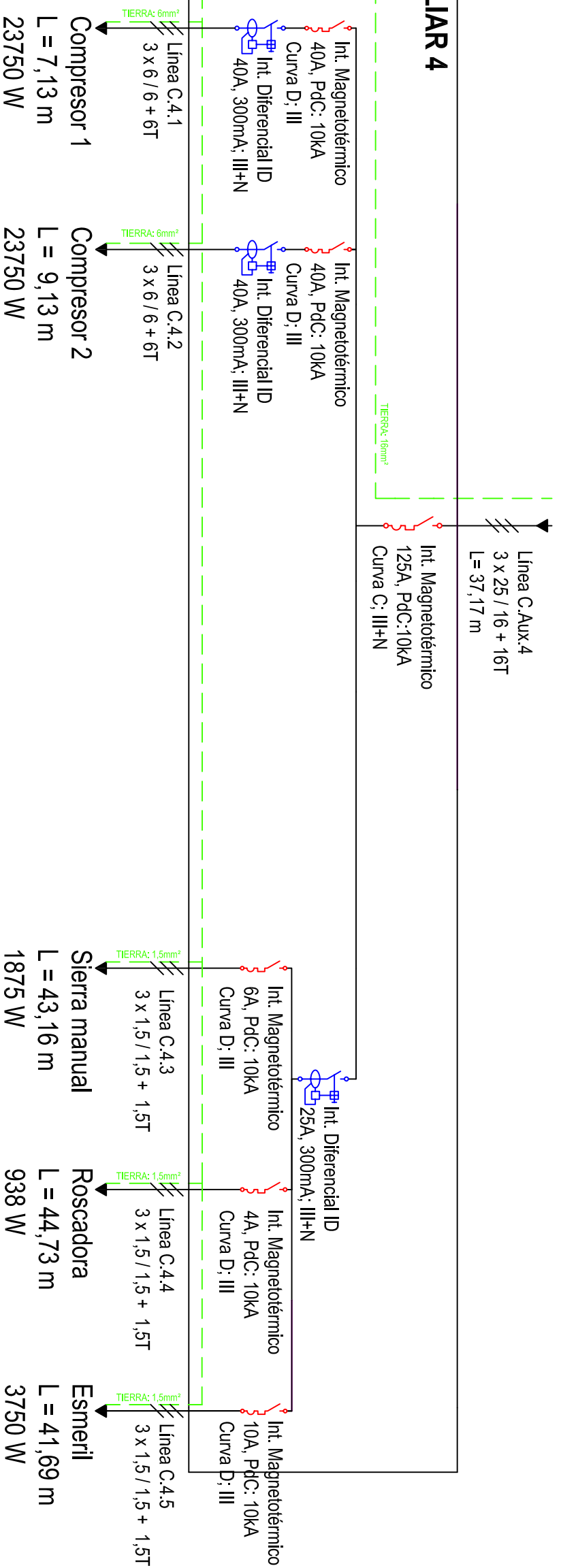
REALIZADO:
MARTÍNEZ IBERO, DANIEL

PLANO:
CUADRO AUXILIAR 3

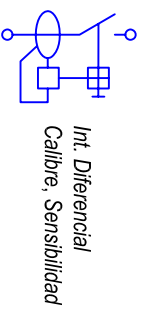
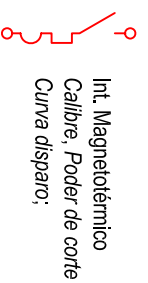
FECHA: 29/07/10
ESCALA: S/E
FIRMA: [Firma]

DE CAJA GENERAL DE DISTRIBUCION

CUADRO AUXILIAR 4



LEYENDA



* Protección:
 I: Unipolar (Fase)
 I+N: Bipolar (Fase + Neutro)
 II+N: Tripolar (2 Fases+Neutro)
 III+N: Tetrapolar (3 Fases+Neutro)


 Universidad Pública
 de Navarra
 Nafarroako
 Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
 INGENIERO
 TÉCNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:
 DEPARTAMENTO DE
 PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:
**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE
 INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN CON
 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

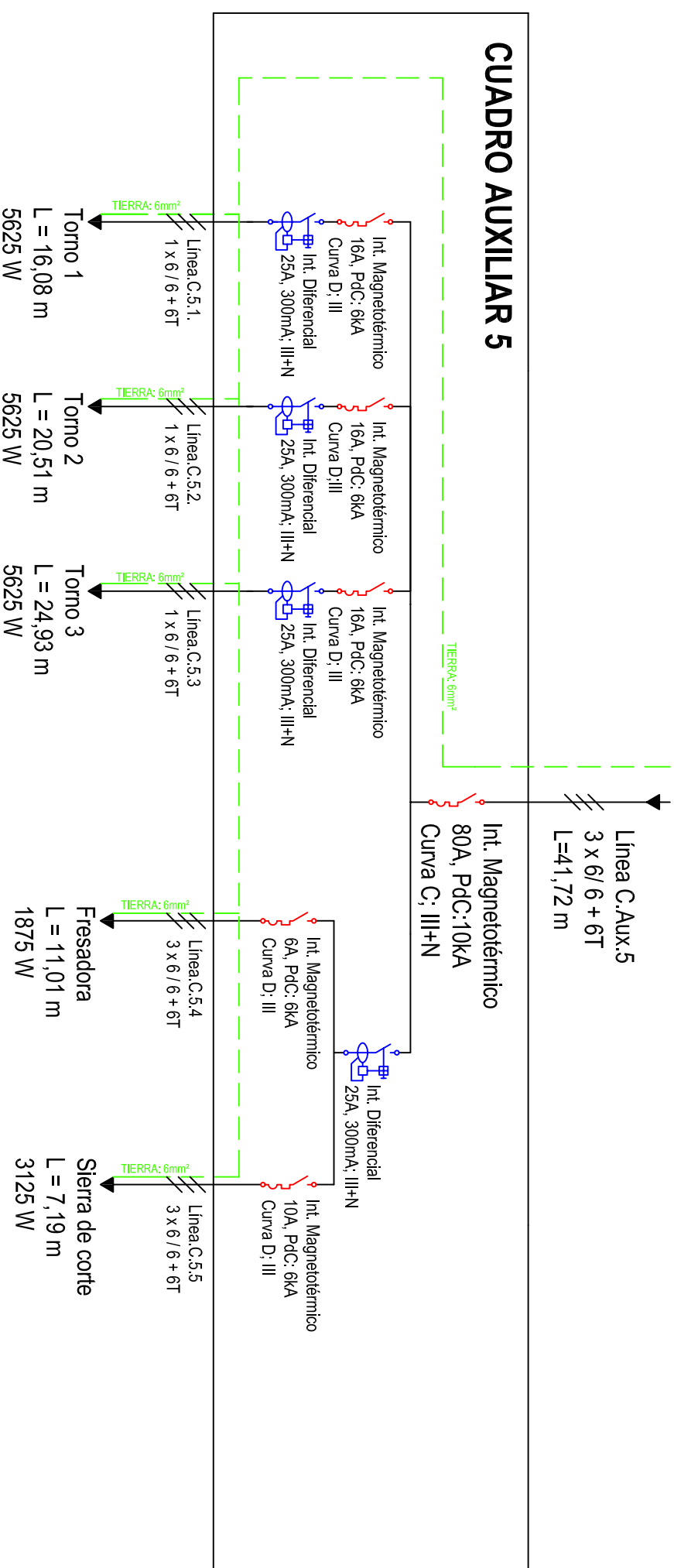
REALIZADO:
 MARTÍNEZ IBERO, DANIEL

PLANO:
 CUADRO AUXILIAR 4

FECHA: 29/07/10
 ESCALA: S/E
 FIRMA:

DE CAJA GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

CUADRO AUXILIAR 5

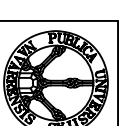


LEYENDA



* Protección:
I: Unipolar (Fase)
I+N: Bipolar (Fase + Neutro)
II+N: Tripolar (2 Fases+Neutro)
III+N: Tetrapolar (3 Fases+Neutro)

Tierra



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

INGENIERO
TÉCNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL

REALIZADO:
MARTÍNEZ IBERO, DANIEL

PROYECTO:

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

FIRMA:

FECHA: 29/07/10

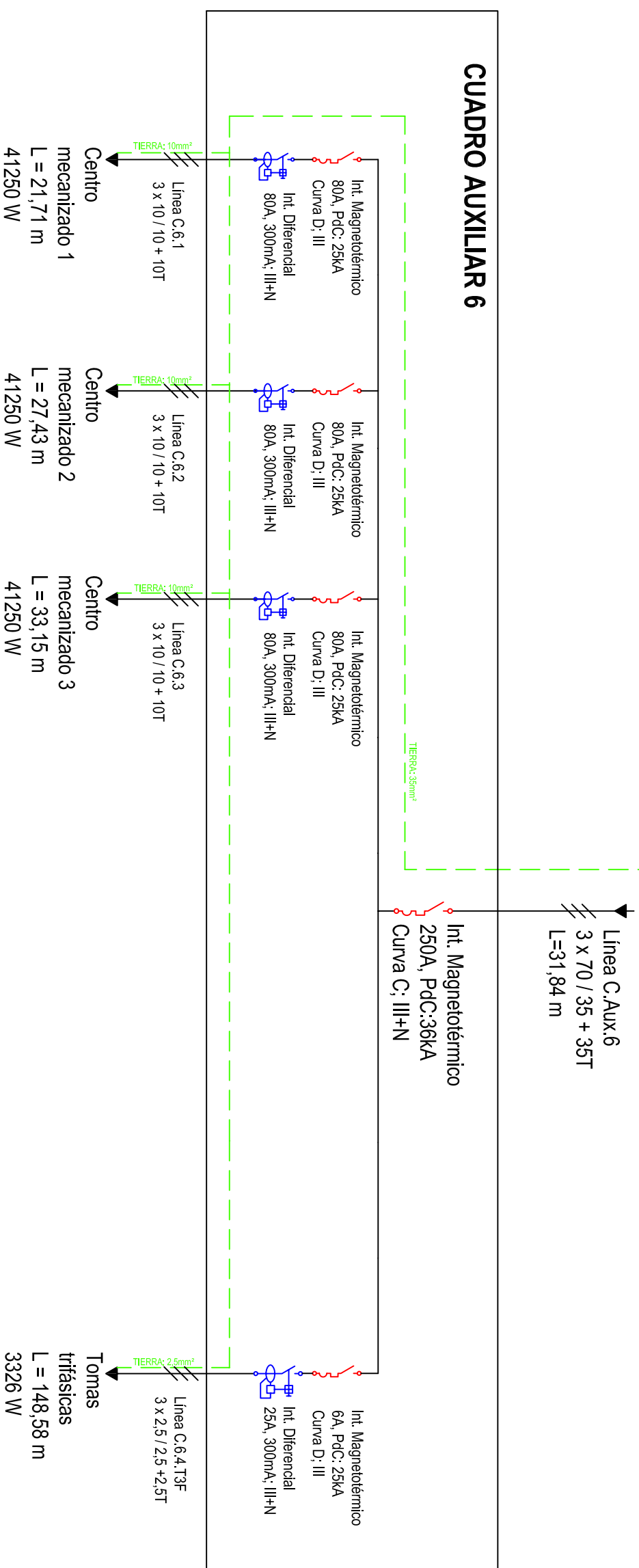
ESCALA: S/E

PLANO: 17

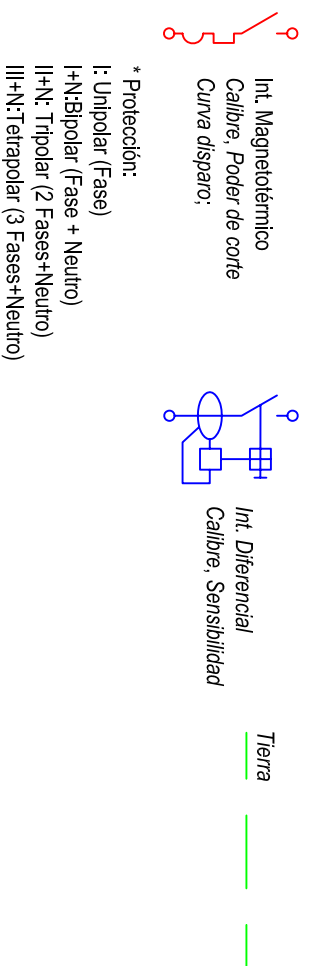
PLANO:


CUADRO AUXILIAR 5

DE CAJA GENERAL DE DISTRIBUCION



LEYENDA



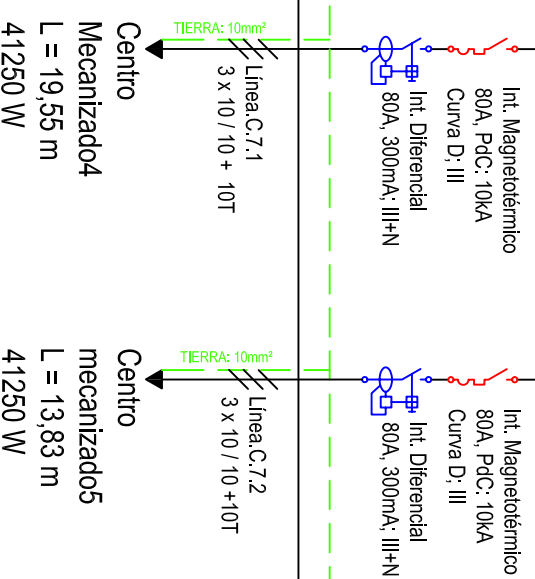
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
		REALIZADO: MARTÍNEZ IBERO, DANIEL
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	FIRMA:	FECHA: 29/07/10
PLANO: CUADRO AUXILIAR 6	ESCALA: S/E	Nº PLANOS: 18

DE CAJA GENERAL DE DISTRIBUCION

Linea C.Aux.7
3 x 50 / 25 + 25T
L=50,24 m

Int. Magnetotérmico
200A, Pdc:36kA
Curva C; III+N

CUADRO AUXILIAR 7



Linea C.7.1
3 x 10 / 10 + 10T
TIERRA: 10mm²
Centro Mecanizado4
L = 19,55 m
41250 W

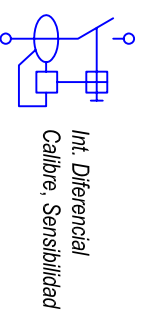
Linea C.7.2
3 x 10 / 10 + 10T
TIERRA: 10mm²
Centro mecanizado5
L = 13,83 m
41250 W

Linea C.7.3.T3F
3 x 2,5 / 2,5 + 2,5T
TIERRA: 2,5mm²
Tomas trifásicas
L = 42,20 m
3326 W

LEYENDA



Int. Magnetotérmico
Calibre, Poder de corte
Curva disparo:



Int. Diferencial
Calibre, Sensibilidad

Tierra

* Protección:

I: Unipolar (Fase)

I+N: Bipolar (Fase + Neutro)

II+N: Tripolar (2 Fases+Neutro)

III+N: Tetrapolar (3 Fases+Neutro)

Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TÉCNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:

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

REALIZADO:

MARTÍNEZ IBERO, DANIEL

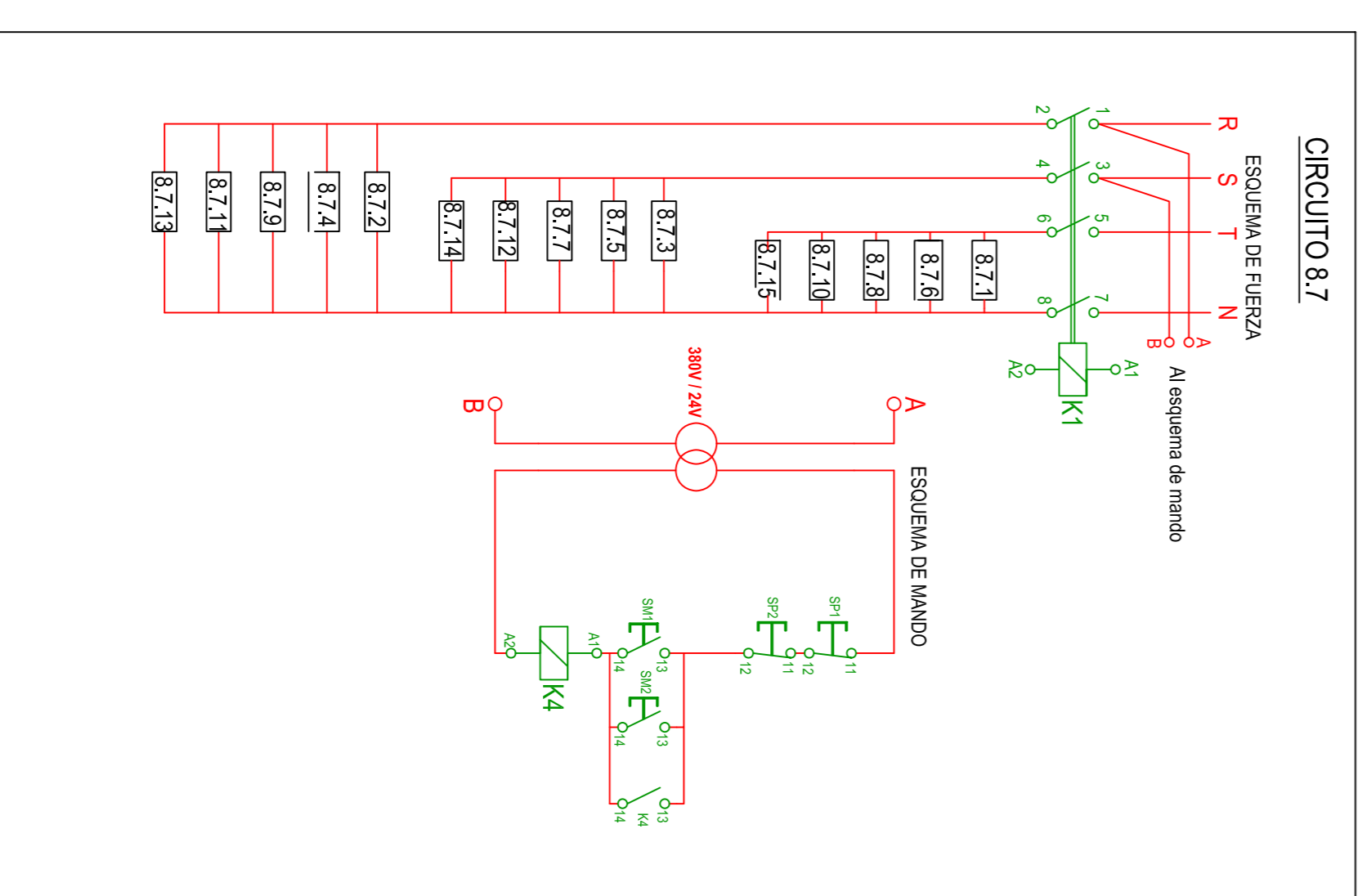
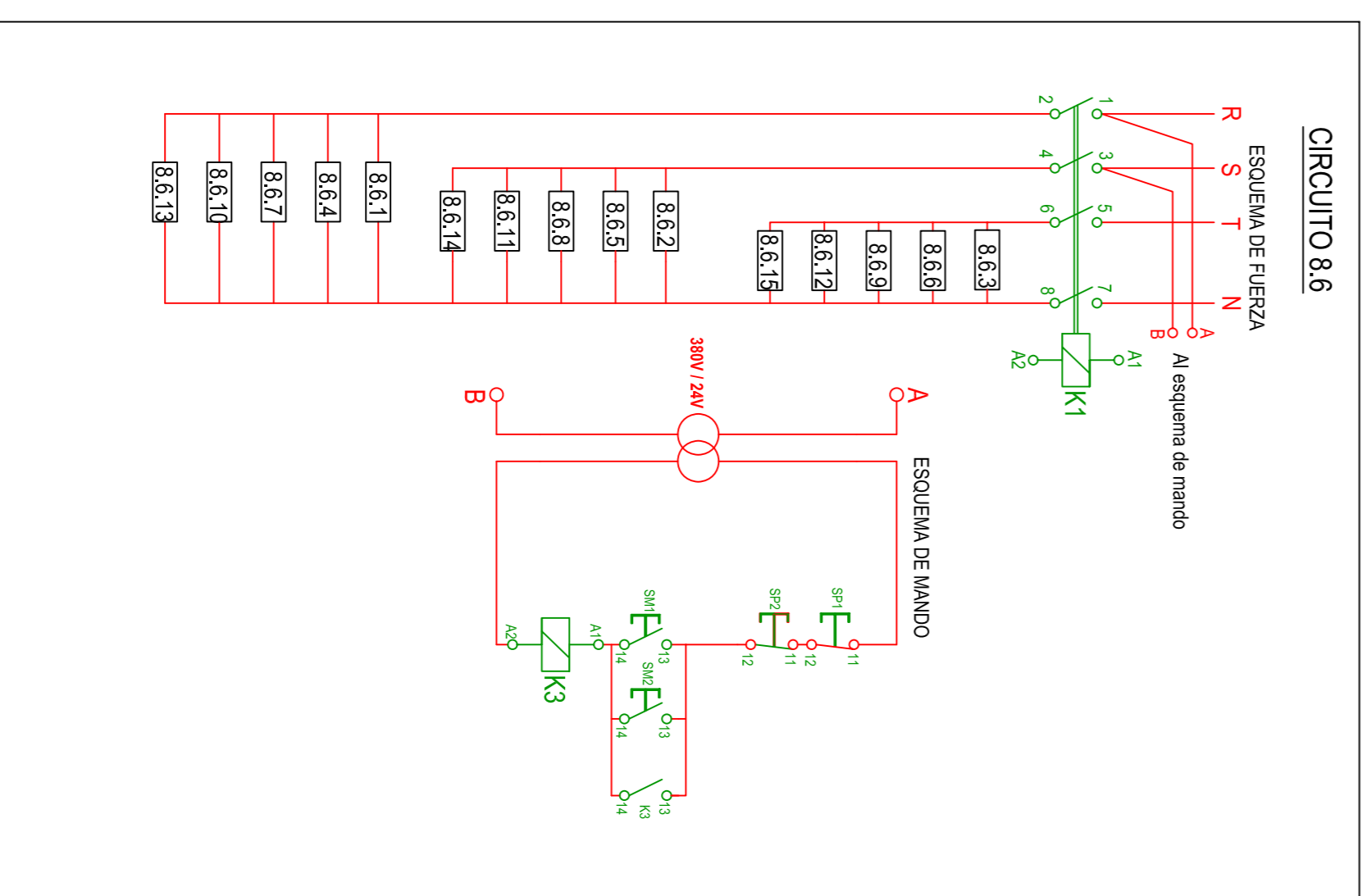
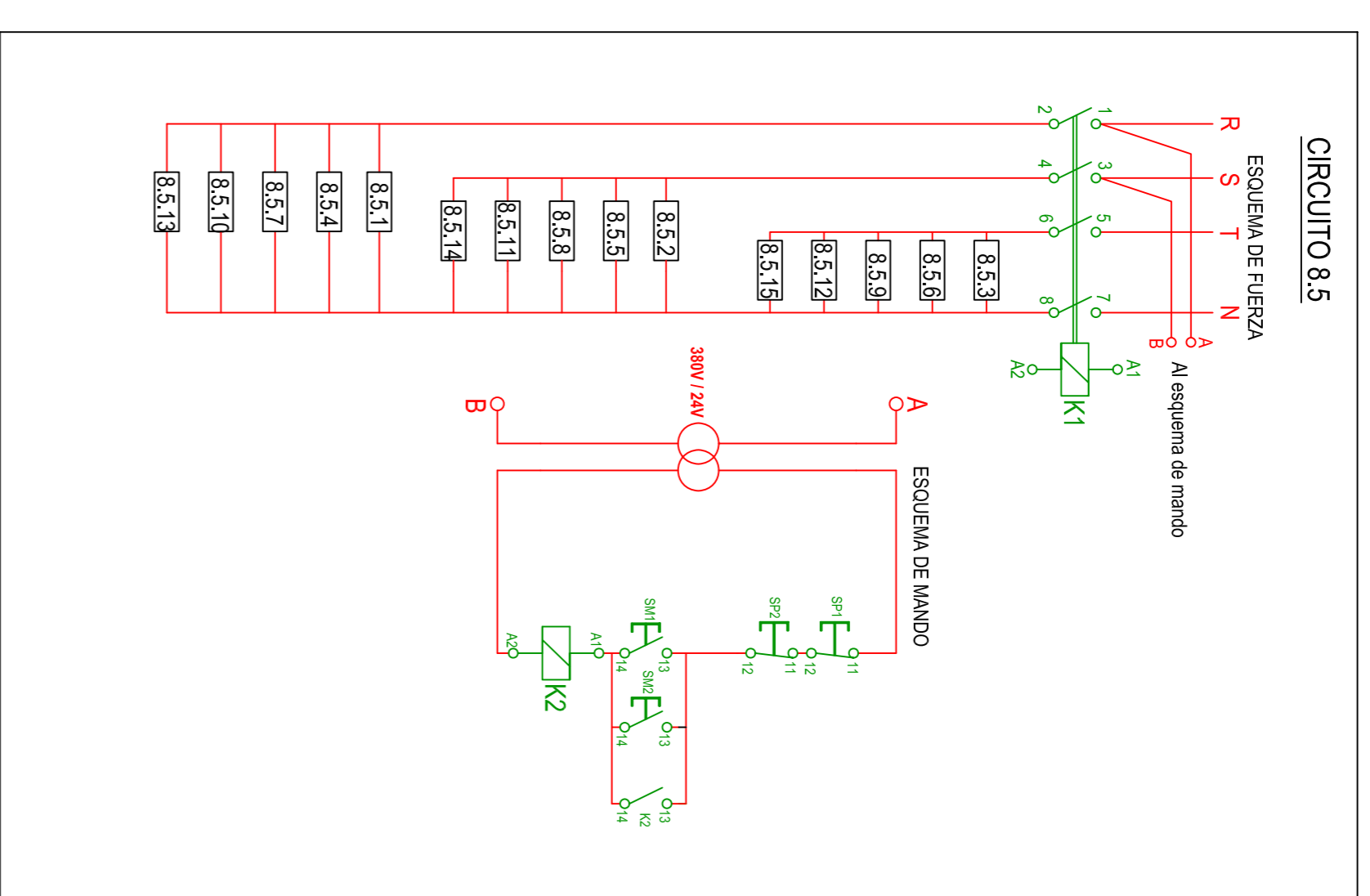
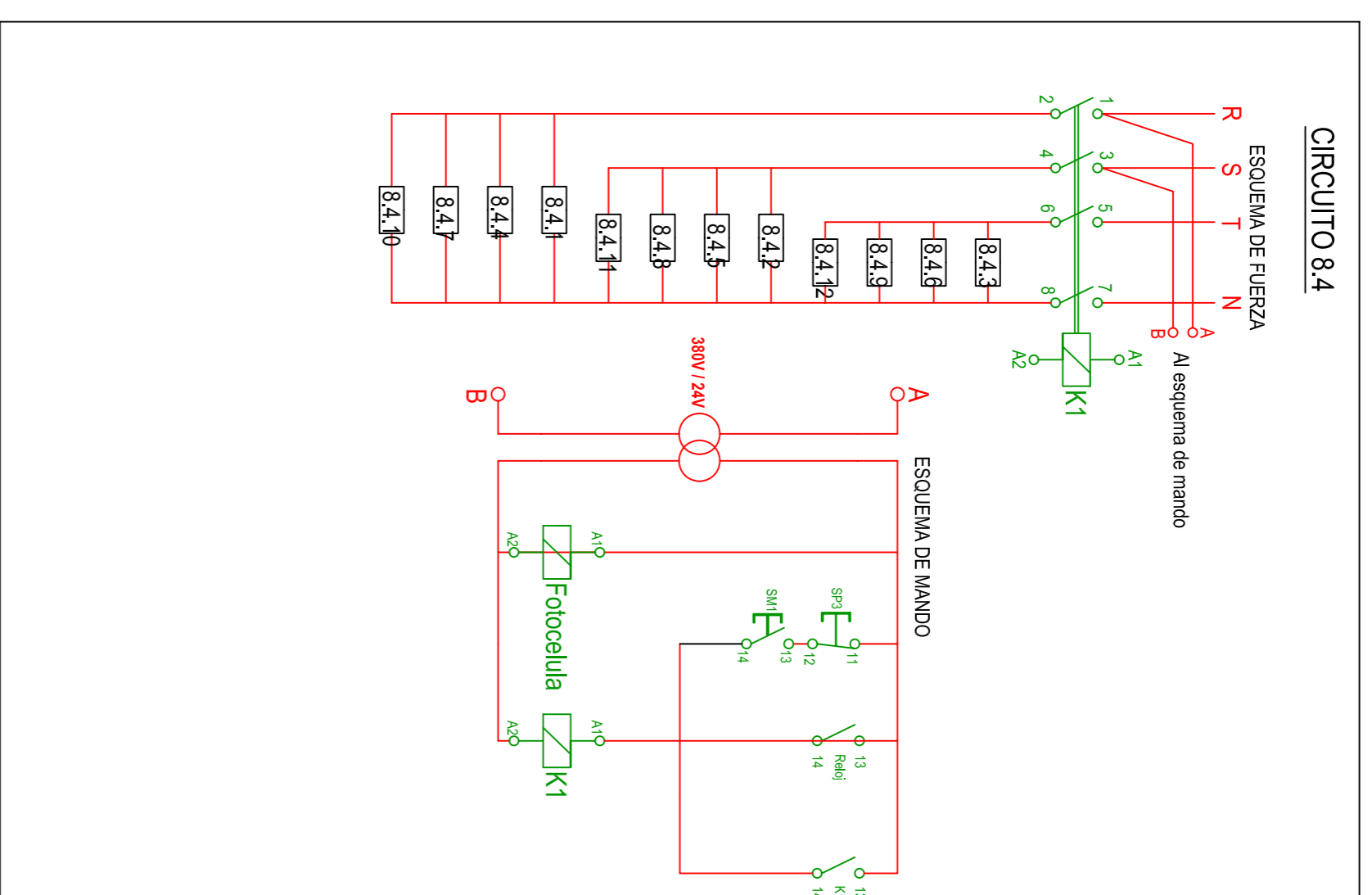
PLANO:

CUADRO AUXILIAR 7

FECHA: 29/07/10

ESCALA: S/E

FIRMA:





ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

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

DOCUMENTO N°4: PLIEGO DE CONDICIONES

Daniel Martínez Ibero

Tutor: Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 29 de julio de 2010

ÍNDICE

4.1. Objeto del pliego	5
4.2. Disposiciones técnicas a tener en cuenta.....	5
4.3 Condiciones técnicas generales.....	5
4.3.1.Caminos y accesos	5
4.3.2.Replanteo	5
4.3.3.Comienzo de la obra, ritmo de ejecución de los trabajos	6
4.3.4.Orden de los trabajos	6
4.3.5.Facilidades para otros contratistas	6
4.3.6.Ampliación del proyecto por causas imprevistas de fuerza mayor	6
4.3.7.Prórroga por causa de fuerza mayor	6
4.3.8.Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra	7
4.3.9.Condiciones generales de ejecución de los trabajos	7
4.3.10.Obras ocultas.....	7
4.3.11.Trabajos defectuosos.....	7
4.3.12.Vicios ocultos	8
4.3.13.De los materiales y de los aparatos, su procedencia	8
4.3.14.Presentación de muestras	8
4.3.15.Materiales no utilizables	8
4.3.16.Materiales y aparatos defectuosos	8
4.3.17.Gastos ocasionados por pruebas y ensayos.....	9
4.3.18.Limpieza de las obras	9
4.3.19.Obras sin prescripciones	9
4.4. Condiciones facultativas.....	9
4.4.1 Dirección facultativa.....	9

4.4.2. El constructor.....	10
4.4.3. Verificación de los documentos del proyecto.....	11
4.4.4. Plan de seguridad e higiene.....	11
4.4.5. Oficina en la obra.....	11
4.4.6. Libro de ordenes asistencias e incidencias.....	11
4.4.7. Representación del contratista.....	12
4.4.8. Presencia del constructor en la obra.....	12
4.4.9. Trabajos no estipulados expresamente.....	12
4.4.10. Interpretaciones y modificaciones del proyecto.....	12
4.4.11. Reclamaciones contra las ordenes de la dirección facultativa.....	13
4.4.12. Recusación por el contratista de personal nombrado por ingeniero.....	13
4.4.13. Faltas del personal.....	13
4.5. Condiciones económicas.....	14
4.5.1. Principio general.....	14
4.5.2. Fianzas.....	14
4.5.3. Fianza provisional.....	14
4.5.4. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza.....	14
4.5.5. Su devolución en general.....	15
4.5.6. Devolución de fianza en caso de recepciones parciales.....	15
4.5.7. De los precios.....	15
4.5.7.1. Composición de los precios unitarios.....	15
4.5.7.2. Precios de contrata. Importe de contrata.....	16
4.5.7.3. Precios contradictorios.....	16
4.5.7.4. Reclamaciones aumento de precios por causas diversas.....	16
4.5.7.5. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios.....	16

4.5.7.6. De la revision de los precios contratados.....	17
4.5.8. Acopio de materiales.....	17
4.6. Condiciones técnicas para la ejecución y montaje de instalaciones eléctricas en baja tensión.....	17
4.6.1. Condiciones generales.....	17
4.6.2. Canalizaciones eléctricas.....	18
4.6.2.1. Conductores aislados bajo tubos protectores.....	18
4.6.2.2. Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes.....	24
4.6.2.3. Conductores aislados enterrados.....	24
4.6.2.4. Conductores directamente empotrados en estructuras.....	24
4.6.2.5. Conductores aislados en el interior de la construcción.....	25
4.6.2.6. Conductores aislados bajo canales protectoras.....	25
4.6.2.7. Conductores aislados bajo molduras.....	26
4.6.2.8. Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas.....	27
4.6.2.9. Normas de instalación en presencia de otras canalizaciones no eléctricas.....	28
4.6.2.10. Accesibilidad a las instalaciones.....	28
4.6.3. Conductores.....	28
4.6.3.1. Materiales.....	28
4.6.3.2. Dimensionado.....	29
4.6.3.3. Identificación de las instalaciones.....	30
4.6.3.4. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.....	30
4.6.4. Cajas de empalme.....	30
4.6.5. Mecanismos y tomas de corriente.....	31
4.6.6. Aparamenta de mando y protección.....	31
4.6.6.1. Cuadros eléctricos.....	31
4.6.6.2. Interruptores automáticos.....	33

4.6.6.3. Guardamotores.....	33
4.6.6.4. Fusibles.....	33
4.6.6.5. Interruptores diferenciales.....	34
4.6.6.6. Seccionadores.....	35
4.6.6.7. Embarrados.....	35
4.6.6.8. Prensaestopas y etiquetas.....	36
4.6.7. Receptores de alumbrado.....	36
4.6.8. Receptores a motor.....	37
4.6.9. Puestas a tierra.....	39
4.6.9.1. Uniones a tierra.....	40
4.6.10. Inspecciones y pruebas en fábrica.....	42
4.6.11. Control.....	42
4.6.12. Seguridad.....	43
4.6.13. Limpieza.....	43
4.6.14. Mantenimiento.....	43
4.6.15. Criterios de medición.....	44

4.1 OBJETO DEL PLIEGO

El presente Pliego de Condiciones regirá en la ejecución de las obras que son objeto del presente proyecto, y obliga a todos los agentes intervinientes en el proceso constructivo y en el posterior mantenimiento.

Este documento consta de:

Condiciones técnicas generales

Condiciones facultativas

Condiciones económicas, y

Condiciones técnicas para la ejecución y montaje de instalaciones eléctricas en baja tensión.

4.2 DISPOSICIONES TÉCNICAS A TENER EN CUENTA

Junto a las especificaciones del presente Pliego y siempre que no impongan contradicciones al mismo, serán de aplicación todas las disposiciones, normas y reglamentos que tienen relación con la construcción, cuya relación está editada por el Ministerio de Fomento y Obras Públicas en el índice “Relación de Normas de la Edificación y Urbanismo”, integrándose sus prescripciones en este Pliego.

Por otra parte, también se asumen como propias, todas las especificaciones y homologaciones, que las diferentes compañías suministradoras tienen editadas para la construcción de redes de estas tipologías.

4.3 CONDICIONES TÉCNICAS GENERALES

4.3.1 CAMINOS Y ACCESOS

El constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta.

El aparejador podrá exigir su modificación o mejora.

4.3.2 REPLANTEO

El constructor iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de anteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del contratista e incluido en su oferta.

El constructor someterá el replanteo a la aprobación de la dirección facultativa y una vez esta haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por la misma, siendo responsabilidad del constructor la omisión de este trámite.

4.3.3 COMIENZO DE LA OBRA, RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

El constructor dará comienzo a las obras en el plazo marcado por el pliego de condiciones particulares desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los periodos parciales en aquél señalados, queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el contrato.

Obligatoriamente y por escrito, el contratista deberá dar cuenta a la dirección facultativa del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

4.3.4 ORDEN DE LOS TRABAJOS

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, la dirección facultativa estime conveniente su variación.

4.3.5 FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS

De acuerdo con lo que requiera la dirección facultativa, el contratista general deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre contratista por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos contratistas estarán a lo que resuelva la dirección facultativa.

4.3.6 AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS DE FUERZA MAYOR

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose las instrucciones dadas por la dirección facultativa en tanto se formula o se tramita el proyecto reformado.

El constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales lo que la dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

4.3.7 PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR

Si por causa de fuerza mayor, o independientemente de la voluntad del constructor, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorga una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable de la dirección facultativa. Para ello, el constructor expondrá, por escrito dirigido a la dirección facultativa, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originara en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

4.3.8 RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA

El contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la dirección facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiere proporcionado.

4.3.9 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Todos los trabajos se ejecutarán con escrita sujeción al proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad por escrito entregue la dirección facultativa al constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado en el artículo 11.

4.3.10 OBRAS OCULTAS

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose: uno al ingeniero, otro al aparejador y el tercero al contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

4.3.11 TRABAJOS DEFECTUOSOS

El constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las condiciones generales y particulares de índole técnica del pliego de condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al aparejador, ni tampoco el hecho de que estos trabajos haya sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando la dirección facultativa advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones perpetuadas, ya sean en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata.

4.3.12 VICIOS OCULTOS

Si la dirección facultativa tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos que se ocasionen serán de cuenta del constructor, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario serán a cargo de la propiedad.

4.3.13 DE LOS MATERIALES Y DE LOS APARATOS, SU PROCEDENCIA

El constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas las clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el pliego particular de condiciones técnicas perpetúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el constructor deberá presentar a la dirección facultativa una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

4.3.14 PRESENTACIÓN DE MUESTRAS

A petición de la dirección facultativa, el constructor le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el calendario de obra.

4.3.15. MATERIALES NO UTILIZABLES

El constructor, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirará de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el pliego de condiciones particulares vigente en la obra.

Si no hubiese perpetuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene la dirección facultativa, pero acordado previamente con el constructor su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

4.3.16 MATERIALES Y APARATOS DEFECTUOSOS

Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando la falta de prescripciones formales de aquél, se reconociera o demostrara que no era adecuado para su objeto, la dirección facultativa dará orden al constructor de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.

Si a los quince días de recibir el constructor orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo la propiedad cargando los gastos a la contrata.

Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran defectuosos, pero aceptables a juicio de la dirección facultativa, se recibirán pero con la rebaja del precio que aquel determine, a no ser que el constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

4.3.17 GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata. Igualmente, todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezcan las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

4.3.18 LIMPIEZA DE LAS OBRAS

Es obligación del constructor mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

4.3.19 OBRAS SIN PRESCRIPCIONES

En la ejecución de los trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este pliego ni en la restante documentación del proyecto, el constructor se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la dirección facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena construcción.

4.4 CONDICIONES FACULTATIVAS

4.4.1 DIRECCIÓN FACULTATIVA

Corresponde a la dirección facultativa:

- Comprobar la adecuación de la cimentación proyectada a las características reales del suelo.
- Efectuar el replanteo de la obra según el proyecto, preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del constructor.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
- Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos parciales de su especialidad.
- Redactar, cuando se requiera, el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y el plan de seguridad e higiene para la aplicación del mismo, así como comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Realizar o disponer las pruebas y ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al constructor, impartiendo, en su caso, las órdenes oportunas.

- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad según las relaciones establecidas a las certificaciones valoradas y a la liquidación final de la obra.
- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las instrucciones complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución arquitectónica.
- Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- Planificar, a la vista del proyecto, del contrato y aplicación, el control de calidad y económico de las obras.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de recepción.
- Redactar el documento de estudios y análisis del proyecto con arreglo a lo previsto en el artículo 1.4 de las tarifas de honorarios aprobadas por R.D 314/1979, de 19 de enero.
- Suscribir el certificado final de obra.

4.4.2 EL CONSTRUCTOR

Corresponde al constructor:

- Organizar los trabajos de construcción, redactando los planos de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, cuando se requiera, el plan de seguridad e higiene de la obra en aplicación de estudio correspondiente y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- Suscribir con la dirección facultativa, el acta de replanteo de la obra.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y los elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción el aparejador, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar el libro de ordenes y seguimientos de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar al aparejador, con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

4.4.3 VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Antes de dar comienzo las obras, el constructor consignará por escrito que la documentación aportada le resulta para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

4.4.4 PLAN DE SEGURIDAD E HIGIENE

El constructor a la vista del proyecto de ejecución contenido, en su caso, el estudio de seguridad e higiene, presentará el plan de seguridad e higiene de la obra a la aprobación del aparejador de la dirección facultativa.

4.4.5 OFICINA EN LA OBRA

El constructor habilitará en la obra una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado, en el que puedan extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina tendrá siempre el contratista a disposición de la dirección facultativa:

- El proyecto de ejecución completo, incluidos los complementos que en su caso redacte el arquitecto.
- La licencia de ordenes y asistencia
- El plan de seguridad e higiene
- El libro de incidencias
- El reglamento y ordenanzas de seguridad e higiene en el trabajo
- La documentación de los seguros mencionados en el artículo 5.

Dispondrá además el constructor de una oficina para la dirección facultativa, convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

4.4.6 LIBRO DE ORDENES, ASISTENCIAS E INCIDENCIAS

Con objeto de que en todo momento se pueda tener conocimiento exacto de la ejecución e incidencias de la obra, se llevará mientras dure la misma, el Libro de Ordenes, Asistencias e Incidencias que se ajustará a lo presente en el Decreto 11/03/71, en el que se reflejarán las visitas facultativas realizadas por la Dirección de la obra, incidencias surgidas y en general, todos aquellos datos que sirvan para determinar con exactitud si por la Contrata se han cumplido los plazos y fases de ejecución previstas para la realización del proyecto.

Los miembros de la dirección facultativa encargados de la dirección de las obras, irán dejando constancia mediante las oportunas referencias de sus visitas e inspecciones, de las incidencias que surjan en el transcurso de ellas y que obliguen a cualquier modificación en el proyecto, así como de las órdenes que necesite dar al contratista respecto a la ejecución de las obras, las cuales serán de obligado cumplimiento.

Las anotaciones en el Libro de Ordenes, Asistencias e Incidencias harán fe a efectos de determinar las posibles causas de resolución a incidencias del contrato. Sin embargo, cuando el contratista no estuviese conforme, podrá alegar en su descargo todas aquellas razones que abonen su postura, aportando las pruebas que estime pertinentes. El efectuar

una orden a través del correspondiente asiento en este Libro, no será obstáculo para que cuando la dirección facultativa lo juzgue conveniente, se efectúe la misma también por oficio. Dicha orden se reflejará también en el Libro de Órdenes.

4.4.7 REPRESENTACION DEL CONTRATISTA

El constructor viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el carácter de jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competan a la contrata.

Serán sus funciones las del constructor según se especifica en el artículo 5.

Cuando la importancia de la obra lo requiera y así se consigne en el pliego de condiciones particulares de índole facultativa, el delegado del contratista será, un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos.

El pliego de condiciones particulares determinará el personal facultativo o especialista que el constructor se obligue a mantener en la obra como mínimo, y el tiempo de dedicación comprometido.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al arquitecto para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

4.4.8 PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR EN LA OBRA

El jefe de obra, por sí o por medio de sus técnicos, o encargado estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al ingeniero o al aparejador, en las visitas que hagan a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidación.

4.4.9 TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE

Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el ingeniero dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

En defecto de especificaciones en el pliego de condiciones particulares, se entenderá que requiere reformado de proyecto con consentimiento expreso de la propiedad, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20% o del total del presupuesto en más de un 10%.

4.4.10 INTERPRETACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los pliegos de condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al constructor, estando éste

obligado a su vez a devolver lo originales, o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba, de la dirección facultativa.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el constructor, habrá que dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiere dictado, el cual dará al constructor el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

El constructor podrá requerir de la dirección facultativa, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

4.4.11 RECLAMACIONES CONTRA LAS ORDENES DE LA DIRECCION FACULTATIVA

Las reclamaciones que el contratista quiere hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la dirección facultativa, sólo podrá presentarlas, a través del ingeniero, ante la propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los pliegos de condiciones correspondiente. Contra disposiciones de orden técnico del ingeniero o del aparejador, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al arquitecto, el cual podrá limitar su contestación el acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

4.4.12 RECUSACIÓN POR EL CONTRATISTA DE PERSONAL NOMBRADO POR INGENIERO

El constructor no podrá recusar a los ingeniero, aparejadores o personal encargado por estos de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte de la propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos, procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

4.4.13 FALTAS DEL PERSONAL

El ingeniero, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el pliego de condiciones particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como contratista general de la obra.

4.5 CONDICIONES ECONÓMICAS

4.5.1 PRINCIPIO GENERAL

Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

La propiedad, contratista y los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento de sus obligaciones de pago.

4.5.2 FIANZAS

El contratista prestará fianza con arreglo a alguno de los siguientes procedimientos según se estipule:

Depósito previo, en metálico o valores, o aval bancario, por importe entre el 3% y el 10% del precio total de la contrata.

Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.

4.5.3 FIANZA PROVISIONAL

En el caso de que la obra se adjudique por subasta pública, el depósito provisional para tomar parte de ella se especificará en el anuncio de la misma y su cuantía será de ordinario, y salvo estipulación distinta en el pliego de condiciones particulares vigente en la obra, de un 3% como mínimo, del total del presupuesto de contrata.

El contratista a quien se haya adjudicado la ejecución de una obra o servicio para la misma, deberá depositar en el punto y plazos fijados en el anuncio de la subasta o el que se determine en el pliego de condiciones particulares del proyecto, la fianza definitiva que señale y, en su defecto, su importe será el 10% de la cantidad de adjudicación de la obra, fianza que se puede sustituir en cualquiera de las formas especificadas anteriormente.

El plazo señalado en el párrafo anterior, y salvo condición expresa establecida en el pliego de condiciones particulares, no excederá de 30 días naturales a partir de la fecha en que se le comunique la adjudicación de la fianza a que se refiere el mismo párrafo. La falta de cumplimiento de este requisito dará lugar a que se declare nula la adjudicación, y el adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiese hecho para tomar parte en la subasta.

4.5.4 EJECUCIÓN DE TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA

Si el contratista se negase a hacer por cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el arquitecto director, en nombre y representación del propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el propietario, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuese de recibo.

4.5.5 SU DEVOLUCIÓN EN GENERAL

La fianza retenida será devuelta al contratista en un plazo que no excederá de 30 días una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra. La propiedad podrá exigir que el contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratas...

4.5.6 DEVOLUCIÓN DE FIANZA EN CASO DE RECEPCIONES PARCIALES

Si la propiedad, con la conformidad del ingeniero director, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

4.5.7 DE LOS PRECIOS

4.5.7.1 COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS

El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Considerando:

Costes directos:

- La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate, o que sean necesarios para su ejecución.
- Los equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Costes indirectos:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificaciones de almacenes, talleres, pabellones temporales para los obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifran en un porcentaje de los costes directos.

Gastos generales:

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecidas, se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (entre un 13% y un 17%).

Beneficio industrial:

El beneficio industrial del contratista se establece en el 6% sobre la suma de las anteriores partidas.

Precio de la ejecución material:

Se denominará al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del beneficio industrial.

Precio de contrata:

El precio de contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial. El IVA gira sobre esta suma, pero no integra el precio.

4.5.7.2 PRECIOS DE CONTRATA. IMPORTE DE CONTRATA.

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a riesgos y ventura, se entiende por precio de contrata el que importa el coste material, más el tanto por ciento sobre éste último precio en concepto de beneficio industrial de contratista. El beneficio se estima normalmente, en 6% salvo que en las condiciones particulares se establezca otro distinto.

4.5.7.3 PRECIOS CONTRADICTORIOS

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la propiedad por medio de la dirección facultativa decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de la previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el dirección facultativa y el contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el pliego de condiciones particulares. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más analógico dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

4.5.7.4 RECLAMACIONES AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS

Si el contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a facultativas).

4.5.7.5 FORMAS TRADICIONALES DE MEDIR O DE APLICAR LOS PRECIOS

En ningún caso podrá alegar el contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obra ejecutadas, se estará a lo previsto en primer lugar, al pliego de condiciones técnicas, y en segundo lugar, al pliego general de condiciones particulares.

4.5.7.6 DE LA REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montaje superior al 35% del importe total del presupuesto de contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el pliego de condiciones particulares, percibiendo el contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3%.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijos en el calendario de la oferta.

4.5.8 ACOPIO DE MATERIALES

El contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la propiedad ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el contratista.

4.6 CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN.

4.6.1 CONDICIONES GENERALES.

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a lo análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiéndose que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

4.6.2 CANALIZACIONES ELECTRICAS.

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, bajo molduras, en bandeja o soporte de bandeja, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a ser empotrada: forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

4.6.2.1. CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES.

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 50.086-2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50.086-2-2: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 50.086-2-3: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 50.086-2-4: Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086-2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

Tubos en canalizaciones fijas en superficie.

En la canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas a continuación:

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	4	Fuerte
- Resistencia al impacto	3	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
- Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
- Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D 1mm
- Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °.
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tubos en canalizaciones empotradas.

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles, con unas características mínimas a continuación:

1º/ Tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra.

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	2	Ligera
- Resistencia al impacto	2	Ligera
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
- Resistencia al curvado	1-2-3-5	Cualquiera de las especificadas
- Propiedades eléctricas	0	No declarada
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D 1mm
- Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °.

- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

2º/ Tubos empotrados embebidos en hormigón o canalizaciones precableadas.

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	3	Media
- Resistencia al impacto	3	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	2	+ 90°C(+60°C canal. Precabl. Ordinarias)
- Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquier de las especificadas
- Propiedades eléctricas	0	No declaradas
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Protegido contra el polvo
- Resistencia a la penetración del agua	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire.

En las canalizaciones al aire, destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida, los tubos serán flexibles y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas a continuación:

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	4	Fuerte
- Resistencia al impacto	3	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
- Resistencia al curvado	4	Flexible
- Propiedades eléctricas	½	Continuidad aislado
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D 1mm

- | | | |
|---|---|--|
| - Resistencia a la penetración del agua | 2 | Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °. |
| - Resistencia a la corrosión de tubos metálicos | 2 | Protección interior y exterior media y compuestos |
| - Resistencia a la tracción | 2 | Ligera |
| - Resistencia a la propagación de la llama | 1 | No propagador |
| - Resistencia a las cargas suspendidas | 2 | Ligera |

Se recomienda no utilizar este tipo de instalación para secciones nominales de conductor superiores a 16 mm².

Tubos en canalizaciones enterradas.

Las características mínimas de los tubos enterrados serán las siguientes:

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	NA	250 N/ 450 N/ 750 N
- Resistencia al impacto	NA	Ligero/ Normal / Normal
- Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA
- Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
- Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
- Propiedades eléctricas	0	No declaradas
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D 1mm
- Resistencia a la penetración del agua	3	Contra el agua en forma de lluvia cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °.
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Notas:

- NA: No aplicable.
- Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal.

Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como por ejemplo, aceras, parques y jardines. Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como por ejemplo, calzadas y vías férreas.

Instalación.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

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

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a la UNE-EN.
- Será posible fácil introducción y retirada de los conductores de los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de 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 los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad 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 puestos a tierra consecutivos de los tubos exceda de 10 metros.

- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se instalen 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.

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

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcciones, 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 finalizadas 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.

4.6.2.2 CONDUCTORES AISLADOS FIJADOS DIRECTAMENTE SOBRE LAS PAREDES.

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamientos y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral).

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efectos de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deben disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizarse estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá estar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

4.6.2.3 CONDUCTORES AISLADOS ENTERRADOS.

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1 kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

4.6.2.4 CONDUCTORES AISLADOS DIRECTAMENTE EMPOTRADOS EN ESTRUCTURAS.

Para estas canalizaciones son necesarios conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral). La temperatura mínima y máxima de instalación y servicio será de -5°C y 90°C respectivamente (polietileno reticulado o etileno-propileno).

4.6.2.5 CONDUCTORES AISLADOS EN EL INTERIOR DE LA CONSTRUCCIÓN.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será, como mínimo igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquélla en partes bajas del hueco, etc.

4.6.2.6 CONDUCTORES AISLADOS BAJO CANALES PROTECTORAS.

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como “canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas”. En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias tendrán unas características mínimas indicadas a continuación:

<u>Característica</u>	<u>Grado</u>	
	<u>16 mm</u>	<u>>16mm</u>
<u>Dimensiones del lado mayor de la sección transversal</u>		
- Resistencia al impacto	Muy ligera	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	+15°C	-5°C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	+ 60°C	+60°C
- Propiedades eléctricas	Aislante	Continuidad
	eléctrica/aislante	
- Resistencia a la penetración	4	No inferior a 2 de objetos sólidos.
- Resistencia a la penetración de agua	No declarada	
- Resistencia a la propagación de la llama	No propagador	

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 501085.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dicha características serán conformes a las normas UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

4.6.2.7 CONDUCTORES AISLADOS BAJO MOLDURAS.

Estas canalizaciones están constituidas por cables alojados en ranuras bajo molduras. Podrán utilizarse únicamente en locales o emplazamientos clasificados como secos, temporalmente húmedos o polvorientos. Los cables serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las molduras cumplirán las siguientes condiciones:

- Las ranuras tendrán unas dimensiones tales que permitan instalar sin dificultad por ellas a los conductores o cables. En principio, no se colocará más de un conductor por ranura, admitiéndose, no obstante, colocar varios conductores siempre que

pertenezcan al mismo circuito y la ranura presente dimensiones adecuadas para ello.

Para la instalación de las molduras se tendrá en cuenta:

- Las molduras no presentarán discontinuidad alguna en toda la longitud donde contribuyen a la protección mecánica de los conductores. En los cambios de dirección, los ángulos de la ranuras serán obtusos.
- Las canalizaciones podrán colocarse al nivel del techo o inmediatamente encima de los rodapiés. En ausencia de éstos, la parte inferior de la moldura estará, como mínimo, a 10 cm por encima del suelo.
- En el caso de utilizarse rodapiés ranurados, el conductor aislado más bajo estará, como mínimo, a 1,5 cm por encima del suelo.
- Cuando no puedan evitarse curces de estas canalizaciones con las destinadas a otro uso (agua,gas,etc.), se utilizará una moldura especialmente concebida para estos cruces o preferentemente un tubo rígido empotrado que sobresaldrá por una y otra parte del cruce. La separación entre dos canalizaciones que se crucen será, como mínimo de 1 cm en el caso de utilizar molduras especiales para el cruce y 3 cm, en el caso de utilizar tubos rígidos empotrados.
- Las conexiones y derivaciones de los conductores se hará mediante dispositivos de conexión con tornillo o sistemas equivalentes.
- Las molduras no estarán totalmente empotradas en la pared ni recubiertas por papeles, tapicerías o cualquier otro material, debiendo quedar su cuenta siempre al aire.
- Antes de colocar las molduras de madera sobre una pared, debe asegurarse que la pared está suficientemente seca; en caso contrario, las molduras se separarán de la pared por medio de un producto hidrófugo.

4.6.2.8 CONDUCTORES AISLADOS EN BANDEJA O SOPORTE BANDEJAS.

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460-5-52.

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, uniones, soportes, etc, tendrán la misma calidad que la bandeja.

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y parámetros mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tortillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

4.6.2.9 NORMAS DE INSTALACIÓN EN PRESENCIA DE OTRAS CANALIZACIONES NO ELÉCTRICAS.

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 mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantalla calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

4.6.2.10 ACCESIBILIDAD A LAS INSTALACIONES.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobras de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

4.6.3 CONDUCTORES.

Los conductores utilizados se registrarán por las especificaciones del proyecto, según se indica en la Memoria, Planos y Mediciones.

4.6.3.1 MATERIALES.

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.
- Conductor: de cobre
- Formación: unipolares
- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
- Tensión de prueba: 2.500 V.
- Instalación: bajo tubo.
- Normativa de aplicación: UNE 21.031.
- De 0,6/1 kV de tensión nominal.

- Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).
- Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.
- Aislamiento : policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).
- Tensión de prueba: 4.000 V.
- Instalación: al aire o en bandeja.
- Normativa de aplicación: UNE 21.123.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98 % al 100 %. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro a 20 o 30 veces al diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrociorídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20 °C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm² deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo o cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

4.6.3.2 DIMENSIONADO.

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible: Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las preinscripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT 19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayor acción de la carga, se deberán tener presentes las instrucciones ITC-BT-44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor.
- Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1,5 %. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados por ambas.
- Caída de tensión transitoria. La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.

La sección del conductor neutro será la especificada en la instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT 18 en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

4.6.3.3 IDENTIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES.

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que representan sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea a su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores, marrón, negro o gris.

4.6.3.4 RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA.

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

Tensión nominal instalación	Tensión ensayo corriente continua (V)	Resistencia de aislamiento
MBTS o MBTP 500 V	250 500	0,25
0,50 >500 V	1000	
1,00		

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000$ V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

4.6.4 CAJAS DE EMPALME.

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales

que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas 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.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratueras y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

4.6.5 MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE.

Los interruptores y conmutadores cortarán 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 toma una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensiones nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.

Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en los parámetros, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora.

En el caso en que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja, la cual deberá estar dimensionada suficientemente para evitar falsos contactos.

4.6.6 APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCIÓN.

4.6.6.1 CUADROS ELECTRICOS

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o

grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constiuida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanqueidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos estos cables se instalarán dentro de canaletas provistas de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables demanda y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñado para poder ser ampliados por ambos extremos.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc), paneles sinópticos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc), paneles sinópticos, etc, se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de Bornes situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosivo y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- Los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- El cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

4.6.6.2 INTERRUPTORES AUTOMATICOS.

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobre intensidades de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobre intensidades para todos los conductores (fase y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistemas de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura de aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él.

Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

4.6.6.3 GUARDAMOTORES.

Los contactos guarda motores serán adecuados para el arranque directo de motores, con corriente de arranque máxima del 600% de la nominal y corriente de desconexión igual a la nominal.

La longevidad del aparato, sin tener que cambiar piezas de contacto y sin mantenimiento, en condiciones de servicio normales (conecta estando el motor parado y desconecta durante la marcha normal) será al menos 500.000 maniobras.

La protección contra sobrecargas se hará por medio de réles térmicos de características retardada. En ningún caso se permitirá cortocircuitar el relé durante el arranque.

La verificación del relé térmico, previo ajuste a la intensidad nominal del motor, se hará haciendo girar el motor a plena carga en monofásico; la desconexión deberá tener lugar a cabo de algunos minutos.

Cada contactor llevará dos contactos normalmente cerrados y dos normalmente abiertos para enclavamientos con otros aparatos.

4.6.6.4 FUSIBLES.

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

4.6.6.5 INTERRUPTORES DIFERENCIALES.

1º / La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

Protección por aislamiento de las partes activas.

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE 20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar las partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- o bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- o bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como

medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

2º/ La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante “corte automático de la alimentación”. Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a = U$$

Donde:

- R_a es la suma de las resistencias de la toma a tierra y de los conductores de protección de masas.
- I_a es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.
- U es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24 V).

4.6.6.6 SECCIONADORES.

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

4.6.6.7 EMBARRADOS.

El embarrado principal constará de tres barras para las fases y una, con la mitad de la sección de las fases, para el neutro. La barra de neutro deberá ser seccionable a la entrada del cuadro.

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos.

Se dispondrá también de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa del cuadro y, si los hubiera, los conductores de protección de los cables en salida.

4.6.6.8 PRENSAESTOPAS Y ETIQUETAS.

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida.

Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresas al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de la etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

4.6.7 RECEPTORES DE ALUMBRADO.

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no deben exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o de Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

El uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (neón, etc), se permitirá cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envolventes separadoras.

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en Iso 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.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. 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 aquellos 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.

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (p.e. 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimenten con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE-EN 50.107.

4.6.8 RECEPTORES A MOTOR.

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

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

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.

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.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que deben indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

De 0,75 kW a 1,5 kW: 4,5

De 1,50 kW a 5 kW: 3,0

De 5 kW a 15 kW: 2

Más de 15 kW: 1,5

Todos los motores de potencia superior a 5 kW tendrán seis bornes de conexión, con tensión de la red correspondiente a la conexión en triángulo del bobinado (motor de 230/400 V para redes de 230 V entre fases y de 400/693 V para redes de 400 V entre fases), de tal manera que será siempre posible efectuar un arranque en estrella-triángulo del motor.

Los motores deberán cumplir, tanto en dimensiones y formas constructivas, como en la asignación de potencia a los diversos tamaños de carcasa, con las recomendaciones europeas IEC y las normas UNE, DIN y VDE. Las normas UNE específicas para motores son la 20.107, 20.108, 20.111, 20.112, 20.113, 20.121, 20.122 y 20.324.

Para la instalación en el suelo se usará normalmente la forma constructiva B-3 con dos platos de soporte, un extremo de eje libre y carcasa con patas. Para montaje vertical, los motores llevarán cojinetes previstos para soportar el peso del rotor y de la polea.

La clase de protección se determina en las normas UNE 20.234 y DIN 40.050. Todos los motores deberán tener la clase de protección IP 44 (protección contra contactos accidentales con herramienta y contra la penetración de cuerpos sólidos con diámetro mayor de 1 mm, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección), excepto para instalación a la intemperie o en ambiente húmedo o polvoriento y dentro de unidades de tratamiento de aire, donde se usarán motores con clase de protección IP 54 (protección total contra contactos involuntarios de cualquier clase, protección contra depósitos de polvo, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección).

Los motores con protecciones IP 44 e IP 54 son completamente cerrados y con refrigeración de superficie.

Todos los motores deberán tener, por lo menos, la clase de aislamiento B, que admite un incremento máximo de temperaturas de 80° C sobre la temperatura ambiente de referencia de 40 °C, con un límite máximo de temperatura del devanado de 130°C.

El diámetro y longitud del eje, las dimensiones de las chavetas y la altura del eje sobre la base estarán de acuerdo a las recomendaciones IEC.

La calidad de los materiales con los que están fabricados los motores serán las que se indican a continuación:

- carcasa: de hierro fundido de alta calidad, con patas solidarias y con aletas de refrigeración.
- Estator: paquete de chapa magnética y bobinado de cobre electrolítico, montados en estrecho contacto con la carcasa para disminuir la resistencia térmica al paso del calor hacia el exterior de las misma. La impregnación del bobinado para el aislamiento eléctrico se obtendrá evitando la formación de burbujas y deberá resistir las sollicitaciones térmicas a las que viene sometido.
- Rotor: formado por un paquete rasurado de chapa magnética, donde se alojará el devanado secundario en forma de jaula de aleación de aluminio, simple o doble.
- Eje: de acero a duro.
- Ventilador: interior (para las clases IP 44 e IP 54), de aluminio fundido con el rotor o de plástico inyectado.
- Rodamientos: de esfera, de tipo adecuado a las revoluciones del rotor y capaces de soportar ligeros axiales en los motores de eje horizontal (se seguirán las instrucciones del fabricante en cuanto a marca, tipo y cantidad de grasa necesaria para la lubricación y su duración).
- Cajas de bornes y tapa: de hierro fundido con entrada de cables a través de orificios roscados con prensa-estopas.

Para la correcta selección de un motor, que se hará para servicio continuo, deberán considerarse todos y cada uno de los siguientes factores:

- Potencia máxima absorbida por la máquina accionada, incluidas las pérdidas por transmisión.
- Velocidad de rotación de la máquina accionada.

- Características de la acometida eléctrica (número de fases, tensión y frecuencia).
- Clase de protección (IP 44 o IP 54).
- Clase de aislamiento (B o F).
- Forma constructiva.
- Temperatura máxima del fluido refrigerante (aire ambiente) y consta sobre el nivel del mar del lugar de emplazamiento.
- Momento de inercia de la máquina accionada y de la transmisión referido a la velocidad de rotación del motor.
- Curva del par resistente en función de la velocidad.

Los motores podrán admitir desviaciones de la tensión nominal de alimentación comprendidas entre el 5 % en más o menos. Si son de preverse desviaciones hacia la baja superiores al mencionado valor, la potencia del motor deberá “delatarse” de forma proporcional, teniendo en cuenta que, además, disminuirá también el par de arranque proporcional al cuadrado de la tensión.

Antes de conectar un motor a la red de alimentación, deberá comprobarse que la resistencia de aislamiento del bobinado estático sea superior a 1,5 megohmios. En caso de que sea inferior, el motor será rechazado por lo DO y deberá ser secado en un taller especializado, siguiendo las instrucciones del fabricante, o sustituido por otro.

El número de polos del motor se elegirá de acuerdo a la velocidad de rotación de la máquina accionada.

En caso de acoplamiento de equipos (como ventiladores) por medio de poleas y correas trapezoidales, el número de polos del motor se escogerá de manera que la relación entre velocidades de rotación del motor y del ventilador sea inferior a 2,5.

Todos los motores llevarán una placa de características, situada en lugar visible y escrita de forma indeleble, en la que aparecerán, por lo menos, los siguientes datos:

- Potencia del motor.
- Velocidad de rotación.
- Intensidad de corriente a la(s) tensión(es) de funcionamiento.
- Intensidad de arranque.
- Tensión(es) de funcionamiento.
- Nombre del fabricante y modelo.

4.6.9 PUESTAS A TIERRA.

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

La 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 grupo 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.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrolisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

4.6.9.1 UNIONES A TIERRA.

Tomas de tierra.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constiuidas por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de las norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previstos. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Conductores de tierra.

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

<u>Tipo</u>	<u>Protegido mecánicamente</u>	<u>No protegido</u>
<u>Mecánicamente.</u>		
Protegido contra la corrosión Galvanizado	Igual a conductores protección apdo. 7.7.1	16 mm ² 16 mm ² Acero
No protegido contra la corrosión	25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro	25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro

* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

Bornes de puesta a tierra.

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductos de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

Conductores de protección.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

<u>Sección conductores fase (mm²)</u>	<u>Sección conductores protección (mm²)</u>
$S_f > 16$	S_f
$16 < S_f < 35$	16
$S_f > 35$	$S_f / 2$

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores, o
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o
- conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

4.6.10 INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FABRICA.

La aparata se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

En particular se harán por lo menos las siguientes comprobaciones:

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 0,50 Ohm.
- Se inspeccionarán visualmente todos los apuntes y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.
- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

Estas pruebas podrán realizarse, a petición de la DO, en presencia del técnico encargado por la misma.

Cuando se exijan los certificados de ensayo, la EIM enviará los protocolos de ensayo, debidamente certificados por el fabricante, a la DO.

4.6.11 CONTROL.

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que se ordenen por el Técnico Director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacerse la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los

materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

4.6.12 SEGURIDAD.

En general, basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las especificaciones de normas NTE, se cumplirán, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:

- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de la misma como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándonos la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.
- En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios.
- Se utilizarán guantes y herramientas aislantes.
- Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricos, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V mediante transformadores de seguridad.
- Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de haber comprobado que no exista peligro alguno.
- En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.
- Se cumplirán asimismo todas las disposiciones generales de seguridad de obligado cumplimiento relativas a seguridad, higiene y salud en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación.

4.6.13 LIMPIEZA.

Antes de la Recepción provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de cualquier material que pueda haberse acumulado durante el curso de la obra en su interior o al exterior.

4.6.14 MANTENIMIENTO.

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los aparatos de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

4.6.15 CRITERIOS DE MEDICIÓN.

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a lo especificado en la normativa vigente, o bien, en el caso de que ésta no sea suficiente explícita, en la forma reseñada en el Pliego Particular de Condiciones que les sea de aplicación, o incluso tal como figuren dichas unidades en el Estado de Mediciones del Proyecto. A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren el Presupuesto, en los cuales se consideran incluidos todos los gastos de transporte, indemnizaciones y el importe de los derechos fiscales con los que se hallen gravados por las distintas Administraciones, además de los gastos generales de la contrata. Si hubiera necesidad de realizar alguna unidad de obra no comprendida en el proyecto, se formalizara el correspondiente precio contradictorio.

Los cables, bandejas y tubos se medirán por unidad de longitud (metro), según tipo y dimensiones.

En la medición se entenderán incluidos todos los accesorios necesarios para el montaje (grapas, terminales, bornes, prensaestopas, cajas de derivación, etc), así como la mano de obra para el transporte en el interior de la obra, montaje y pruebas de recepción.

Los cuadros y receptores eléctricos se medirán por unidades montadas y conexionadas.

La conexión de los cables a los elementos receptores (cuadros, motores, resistencias, aparatos de control, etc.) será efectuada por el suministrador del mismo elemento receptor.

El transporte de los materiales en el interior de la obra estará a cargo de la EIM.

Pamplona, julio de 2010

Daniel Martínez Ibero



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

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

DOCUMENTO N°5: PRESUPUESTO

Daniel Martínez Ibero

Tutor: Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 29 de julio de 2010

ÍNDICE

5.1. Capítulo I: Iluminación.....	2
5.2. Capítulo II: Cables.....	5
5.3. Capítulo III: Canalizaciones.....	8
5.4. Capítulo IV: Tomas de corriente e interruptores.....	11
5.5. Capítulo V: Automatismo.....	13
5.6. Capítulo VI: Interruptores magnetotérmicos.....	15
5.7. Capítulo VII: Interruptores diferencial.....	19
5.8. Capítulo VIII: Cuadros.....	21
5.9. Capítulo IX: Compensación de la energía reactiva.....	24
5.10. Capítulo X: Puesta a tierra.....	26
5.11. Capítulo XI: Centro de Transformación.....	28
5.12. Capítulo XII: Seguridad.....	33
Resumen del presupuesto.....	35

5.1. CAPÍTULO I: Iluminación

5.1.1 ALUMBRADO INTERIOR

Nº de orden	Unidades	Concepto	Medida	Precio unitario (€)	Precio total (€)
5.1.1.1	Unidades	Luminaria DISANO ESTANCA 921 HYDRO T8 EL FL2x58 para lámpara DISANO OSRAM, pequeño material y mano de obra de colocación y conexionado.	14	81,15 €	1136,10 €
5.1.1.2	Unidades	Luminaria DISANO 1170 ARGÓN con cristal para lámpara DISANO 418 W, pequeño material y mano de obra de colocación y conexionado.	45	281,10 €	12649,5 €
5.1.1.3	Unidades	Luminaria DISANO 866 RENDINCONFORT T8 óptica satinada rayada para lámpara DISANO 840 4x18 W, pequeño material y mano de obra de colocación y conexionado.	42	104,90 €	4405,80 €
5.1.1.4	Unidades	Luminaria TROLL ORBIT 6305/1884 para lámpara TROLL 1x T-N 40W, pequeño material y mano de obra de colocación y conexionado.	2	43,50 €	87 €
5.1.1.5	Unidades	Luminaria TROLL DHS 0331/1884 para lámpara TROLL 1x T-C TEL 840 18 W, pequeño material y mano de obra de colocación y conexionado.	24	88,60 €	2126,40 €
5.1.1.6	Unidades	Luminaria TROLL BT 0148 para lámpara TROLL 1x QR-CBC 51 50W 38, pequeño material y mano de obra de colocación y conexionado.	24	117,32 €	2815,68 €
5.1.1.7	Unidades	Luminaria DISANO ESTANCA 921 HYDRO T8 EL FL2x36 para lámpara DISANO OSRAM, pequeño material y mano de obra de colocación y conexionado.	2	59,99 €	119,98 €
TOTAL ILUMINACIÓN INTERIOR					23.340,46 €

5.1.2 ALUMBRADO EXTERIOR

Nº de orden	Unidades	Concepto	Medida	Precio unitario (€)	Precio total (€)
5.1.2.1	Unidades	Luminarias Proyector exterior 1149 LITIO ASIMÉTRICO para lámpara DISANO 167,9 W, colocado, conexionado y mano de obra de colocación.	12	337,00 €	4.044 €
5.1.2.2	Unidades	Fotocélula para alumbrado CEBEK, totalmente instalado.	1	30,54 €	30,54 €
TOTAL ILUMINACIÓN EXTERIOR					4.074,54 €

5.1.3 ALUMBRADO EMERGENCIA

Nº de orden	Unidades	Concepto	Medida	Precio unitario (€)	Precio total (€)
5.1.2.1	Unidades	Marca Legrand C3061510. Totalmente instalado.	34	54,56 €	1855,04 €
5.1.2.2	Unidades	Marca Legrand C3 061516 Totalmente instalado.	12	65,31 €	783,72 €
TOTAL EMERGENCIAS					2638,76 €

5.1.4 RESUMEN ALUMBRADO INTERIOR, EXTERIOR Y DE EMERGENCIA

Presupuesto Capítulo VI	Importe (€)
Alumbrado interior	23.340,46
Alumbrado exterior	4.074,54
Alumbrado de emergencia	2638,76
TOTAL CAPITULO VI	30.023,86

TOTAL ILUMINACIÓN.....30.054,40 €

5.2. CAPÍTULO II: Cables

5.2.1. CABLES

Nº de orden	Unidades	Concepto	Medida	Precio unitario (€)	Precio total (€)
5.2.1.1	Metros	Conductor VULPREN HEPRZ1 Al H-16 12/20 kV de 50 mm ² de sección con aislamiento HEPR. Mano de obra de instalación y conexionado y pequeño material utilizado.	45	1,38 €	62,10 €
5.2.1.2	Metros	Cable ENERGY RV CI2 0,6/1 kV de 240 mm ² de sección con aislamiento XLPE y cubierta de PVC, bajo tubo tubo o bandeja, o galería. Mano de obra de instalación y conexionado y pequeño material utilizado.	205	60,58 €	12.418,90 €
5.2.1.3	Metros	Cable ENERGY RV CI2 0,6/1 kV de 120 mm ² de sección con aislamiento XLPE y cubierta de PVC, bajo tubo tubo o bandeja, o galería. Mano de obra de instalación y conexionado y pequeño material utilizado.	70	44,54 €	3.117,80 €
5.2.1.4	Metros	Cable ENERGY RV CI2 0,6/1 kV de 70 mm ² de sección con aislamiento XLPE y cubierta de PVC, bajo tubo o bandeja. Mano de obra de instalación y conexionado y pequeño material utilizado.	100	24,37 €	2.437 €
5.2.1.5	Metros	Cable ENERGY RV CI2 0,6/1 kV de 50 mm ² de sección con aislamiento XLPE y cubierta de PVC, bajo tubo o bandeja. Mano de obra de instalación y conexionado y pequeño material utilizado.	151	16,88 €	2.548,88 €
5.2.1.6	Metros	Cable ENERGY RV CI2 0,6/1 kV de 35 mm ² de sección con aislamiento XLPE y cubierta de PVC, bajo tubo o bandeja. Mano de obra de instalación y conexionado y pequeño material utilizado.	65	11,82 €	768,3 €
5.2.1.7	Metros	Cable ENERGY RV CI2 0,6/1 kV de 25 mm ² de sección con aislamiento XLPE y cubierta de PVC, bajo tubo o bandeja. Mano de obra de instalación y conexionado y pequeño material utilizado.	806,5	8,84 €	7.129,46 €

5.2.1.8	Metros	Cable ENERGY RV CI2 0,6/1 kV de 16 mm ² de sección con aislamiento XLPE y cubierta de PVC, bajo tubo o bandeja. Mano de obra de instalación y conexionado y pequeño material	583	5,73 €	3.340,59 €
5.2.1.9	Metros	Cable ENERGY RV CI2 0,6/1 kV de 10 mm ² de sección con aislamiento XLPE y cubierta de PVC, bajo tubo o bandeja. Mano de obra de instalación y conexionado y pequeño material	890	3,83 €	3.408,7 €
5.2.1.10	Metros	Cable ENERGY RV CI2 0,6/1 kV de 6 mm ² de sección con aislamiento XLPE y cubierta de PVC, bajo tubo o bandeja. Mano de obra de instalación y conexionado y pequeño material	831,5	2,40 €	1.995,6 €
5.2.1.11	Metros	Cable ENERGY RV CI2 0,6/1 kV de 4 mm ² de sección con aislamiento XLPE y cubierta de PVC, bajo tubo o bandeja. Mano de obra de instalación y conexionado y pequeño material	1200,5	1,77 €	2.124,89 €
5.2.1.12	Metros	Cable ENERGY RV CI2 0,6/1 kV de 2,5 mm ² de sección con aislamiento XLPE y cubierta de PVC, bajo tubo o bandeja. Mano de obra de instalación y conexionado y pequeño material	2928	1,25 €	3.660 €
5.2.1.13	Metros	Cable ENERGY RV CI2 0,6/1 kV de 1,5 mm ² de sección con aislamiento XLPE y cubierta de PVC, bajo tubo o bandeja. Mano de obra de instalación y conexionado y pequeño material	2858,5	0,98 €	2.801,33 €
TOTAL CABLES					45.813,55 €

TOTAL CABLES.....45.813,55 €

5.3 CAPÍTULO III: Canalizaciones

5.3.1 EXTERIOR DE LA NAVE

Nº de orden	Unidades	Concepto	Medida	Precio unitario (€)	Precio total (€)
5.3.1.1	Metros	Arqueta de 700x700x100 mm. Dimensiones interiores, construida en hormigón H-200, según Pliego de Condiciones y plano adjunto, incluso mano de obra y material utilizado.	4	30,35 €	121,40 €
5.3.1.2	Metros	Tubo de canalización subterránea diámetro 160 mm, corrugado exterior y liso interior, malla de señalización, material auxiliar y reposición de firme.	15	11,46 €	171,90 €
5.3.1.3	Metros	Conexionado y marcado Acometida con Designación de Iberdrola o similar, incluso materiales empleados.	1	27,05	27,05 €
TOTAL CANALIZACIÓN EXTERIOR					320,35 €

5.3.2 INTERIOR DE LA NAVE

Nº de orden	Unidades	Concepto	Medida	Precio unitario (€)	Precio total (€)
5.3.2.1	Metros	Bandeja perforada de acero galvanizado 400x100mm., incluso P.P de soportes a pared y elementos de unión y derivación y mano de obra de colocación.	140	35,68 €	4.995,20 €
5.3.2.2	Metros	Bandeja con tapa de acero cinado, mod Cinel o similar, de 400x80mm. Cerrada con tapa, incluso P.P de soportes a pared y elementos de unión y derivación y mano de obra de colocación.	21	45,23 €	949,83 €
5.3.2.3	Metros	Bandeja perforada de PVC, mod. Unex o similar, de 400x60mm. Cerrada con tapa, incluso P.P de soportes a pared y elementos de unión y derivación y mano de obra de colocación.	5	43,35 €	216,75 €
5.3.2.4	Metros	Bastidor de 5500x1500x600 mm de hierro galvanizado formado por tubo de perfil en frío con zarpas en sus extremos para anclaje a obra, y pintado al horno, incluso colocación a obra mediante tacos y tornillos, incluso fabricación y colocación	5,5	72,26 €	361,30 €
5.3.2.5	Metros	Tubo rígido de PVC, de 16 mm de diámetro, empotrado en pared, o falso techo, incluso abrazaderas, tacos, tirafondos, P.P de curvas, elementos de unión a cajas o tubos en conjunto estanco, y mano de obra de colocación.	330	3,63 €	1.197,90 €

5.3.2.6	Metros	Tubo rígido de PVC de 20 mm de diámetro, empotrado en pared, o falso techo, incluso abrazaderas, tacos, tirafondos, P.P de curvas, elementos de unión a cajas o tubos en conjunto estanco, y mano de obra de colocación.	1204	4,62 €	5.562,48 €
5.3.2.7	Metros	Tubo rígido de PVC de 25 mm de diámetro, empotrado en pared, o falso techo, incluso abrazaderas, tacos, tirafondos, P.P de curvas, elementos de unión a cajas o tubos en conjunto estanco, y mano de obra de colocación.	610	7,81 €	4.764,10 €
5.3.2.8	Metros	Tubo rígido de PVC de 32 mm de diámetro, empotrado en pared, o falso techo, incluso abrazaderas, tacos, tirafondos, P.P de curvas, elementos de unión a cajas o tubos en conjunto estanco, y mano de obra de colocación.	40	13,20 €	528,00 €
5.3.2.9	Metros	Tubo rígido de PVC de 50 mm, sujeto a parámetros, incluso abrazaderas, tirafondos, tacos y P.P de curvas, elementos de unión a tubos o cajas en modo estanco (racores, presaestopas, tuercas, contratuercas, ampliaciones, reducciones, etc.) y mano de obra de colocación.	62	20,35 €	1.261,70 €
5.3.2.10	Metros	Tubo rígido de PVC de 63 mm, sujeto a parámetros, incluso abrazaderas, tirafondos, tacos y P.P de curvas, elementos de unión a tubos o cajas en modo estanco (racores, presaestopas, tuercas, contratuercas, ampliaciones, reducciones, etc.) y mano de obra de colocación.	150	37,70 €	5.655 €
TOTAL CANALIZACIÓN INTERIOR					25.492,26 €

5.3.3 RESUMEN CANALIZACIONES EXTERIORES E INTERIORES

Presupuesto Capítulo III	Importe (€)
Canalización exterior	320,35 €
Canalización interior	25.492,26 €
TOTAL CAPITULO IV	25.812,61 €

TOTAL CANALIZACIONES.....25812,61 €

5.4. CAPÍTULO IV: Tomas de corriente e interruptores.

5.4.1. TOMAS

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (€)	Precio total (€)
5.4.1.1	Unidades	Toma de corriente monofásica 230 V. F+N+T	66	3,59 €	236,94 €
5.4.1.2	Unidades	Toma de corriente trifásica 400 V. (3xF)+N+T	15	8,04 €	120,60 €
5.4.1.3	Unidades	Interruptor unipolar	18	3,81 €	68,58 €
5.4.1.4	Unidades	Conmutador unipolar	9	4,55 €	40,95 €
5.4.1.5	Unidades	Pulsadores	8	2,15 €	17,2 €
TOTAL TOMAS DE CORRIENTE E INTERRUPTORES					484,27 €

TOTAL TOMAS DE CORRIENTE E INTERRUPTORES.....484,27 €

5.5 CAPÍTULO V: Automatismos

5.5.1. CONTACTORES

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (€)	Precio total (€)
5.5.1.1	Unidades	Contacto tetrapolar 25 A, 400 V corriente alterna, 50 Hz, circuito de mando con 4 contactos auxiliares, con mando manual para corriente con bobina, marca Merlin Gerin o similares,	4	50,99 €	203,96 €
5.5.1.2	Unidades	Interruptor horario programable con reserva de marcha de 100 horas, con oscilador de cuarzo, marca Merlin Gerin o similares, totalmente colocado.	1	70,58 €	70,58 €
5.5.1.3	Unidades	Interruptor fotocélula crepuscular, sensibilidad luminosa regulable, marca Merlin Gerin o similar, totalmente colocado.	1	157,40 €	157,40 €
TOTAL CONTACTORES					431,94 €

TOTAL CONTACTORES.....431,94 €

5.5.2 TRANSFORMADORES DE TENSIÓN.

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (€)	Precio total (€)
5.5.2.1	Unidades	Transformador de tensión para mando y maniobra 380V / 24V de 100 VA de potencia, 50 Hz.	4	27,00 €	108,00 €
TOTAL TRANSFORMADORES DE TENSIÓN					108,00 €

5.5.3 RESUMEN AUTOMATISMOS

Presupuesto Capítulo V	Importe (€)
Contactores	320,35 €
Transformadores de tensión	108,00 €
TOTAL CAPITULO VI	539,94 €

TOTAL AUTOMATISMOS.....539,94 €

5.6 CAPÍTULO VI: Interruptores Magnetotérmicos

5.6.1. INTERRUPTORES MAGNETOTÉRMICOS

Nº de orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (€)	Precio total (€)
5.6.1.1	Unidades	Int. Magnetotérmico Compct NS 1600 Calibre \leq 1600 A, PdC: 50 kA, Curva B, tetrapolar; incluso transformador toroidal, rele diferencial, totalmente colocado.	1	6.322,72 €	6.322,72 €
5.6.1.2	Unidades	Int. Magnetotérmico NG125 N Calibre \leq 80 A, PdC: 25 kA, Curva C, tetrapolar, totalmente colocado.	2	380,17 €	760,34 €
5.6.1.3	Unidades	Int. Magnetotérmico Calibre \leq 40 A, PdC: 25 kA, Curva C, tetrapolar, totalmente colocado.	1	313,41 €	313,41 €
5.6.1.4	Unidades	Int. Magnetotérmico NG125 N Calibre \leq 100 A, PdC: 25 kA, Curva C, tetrapolar; totalmente colocado.	2	391,68 €	783,36 €
5.6.1.5	Unidades	Int. Magnetotérmico NG125 N Calibre \leq 125 A, PdC: 25 kA, Curva C, tetrapolar, totalmente colocado.	1	396,18 €	396,18 €
5.6.1.6	Unidades	Int. Magnetotérmico Compact NSX 250 Calibre \leq 250 A, PdC: 36 kA, Curva C, tetrapolar, totalmente colocado.	2	1455,30 €	2910,6 €
5.6.1.7	Unidades	Int. Magnetotérmico Calibre \leq 200 A, PdC: 36 kA, Curva C, tetrapolar, totalmente colocado.	2	1232,45 €	2.464,90 €
5.6.1.8	Unidades		1	263,52 €	263,52 €
5.6.1.9	Unidades	Int. Magnetotérmico C60 N Calibre \leq 63 A, PdC: 6 kA, Curva C, tripolar, totalmente colocado.	1	310,83 €	310,83 €
5.6.1.10	Unidades	Int. Magnetotérmico C60 N Calibre \leq 40 A, PdC: 6 kA, Curva B, tetrapolar, totalmente colocado.	1	162,59 €	162,59 €
5.6.1.11	Unidades	Int. Magnetotérmico C60 N Calibre \leq 40 A, PdC: 6 kA, Curva D, tripolar, totalmente colocado.	2	257,52 €	515,04 €
5.6.1.12	Unidades	Int. Magnetotérmico C60 N Calibre \leq 16 A, PdC: 6 kA, Curva C, unipolar, totalmente colocado.	1	103,89 €	103,89 €
5.6.1.13	Unidades	Int. Magnetotérmico C60 N Calibre \leq 10 A, PdC: 6 kA, Curva C, unipolar, totalmente colocado.	8	22,13 €	177,04 €

5.6.1.14		Int. Magnetotérmico C60 N Calibre ≤ 10 A, PdC: 6 kA, Curva D, tripolar, totalmente colocado.	1	206,05 €	206,05 €
5.6.1.15	Unidades	Int. Magnetotérmico C60 N Calibre ≤ 6 A, PdC: 6 kA, Curva C, tripolar, totalmente colocado, totalmente colocado.	7	106,22 €	743,54 €
5.6.1.16	Unidades	Int. Magnetotérmico C60 N Calibre ≤ 6 A, PdC: 6 kA, Curva D, tripolar, totalmente colocado.	1	229,00 €	229,00 €
5.6.1.17	Unidades	Int. Magnetotérmico C60 N Calibre ≤ 4 A, PdC: 6 kA, Curva C, unipolar , totalmente colocado.	1	42,37 €	42,37 €
5.6.1.18	Unidades	Int. Magnetotérmico C60 N Calibre ≤ 4 A, PdC: 6 kA, Curva D, unipolar, totalmente colocado.	1	330,73 €	330,73 €
5.6.1.19	Unidades	Int. Magnetotérmico C60 N Calibre ≤ 1 A, PdC: 6 kA, Curva C, unipolar, totalmente colocado.	10	42,37 €	423,7 €
5.6.1.20	Unidades	Int. Magnetotérmico C120 N Calibre ≤ 125 A, PdC: 10 kA, Curva C, tetrapolar, totalmente colocado.	1	371,77 €	371,77 €
5.6.1.21	Unidades	Int. Magnetotérmico C60 N Calibre ≤ 100 A, PdC: 10 kA, Curva C, tetrapolar, totalmente colocado.	2	353,43 €	706,86 €
5.6.1.22	Unidades	Int. Magnetotérmico C60 N Calibre ≤ 80 A, PdC: 10 kA, Curva C, tripolar, totalmente colocado.	1	335,63 €	335,63 €
5.6.1.23	Unidades	Int. Magnetotérmico C60 N Calibre ≤ 80 A, PdC: 10 kA, Curva D, tripolar, totalmente colocado.	2	413,54 €	827,08 €
5.6.1.24	Unidades	Int. Magnetotérmico C60 H Calibre ≤ 40 A, PdC: 10 kA, Curva D, tripolar, totalmente colocado.	1	175,16 €	175,16 €
5.6.1.25	Unidades	Int. Magnetotérmico C60 H Calibre ≤ 16 A, PdC: 10 kA, Curva D, tripolar, totalmente colocado.	2	139,99 €	279,98 €
5.6.1.26	Unidades	Int. Magnetotérmico C60 H Calibre ≤ 10 A, PdC: 10 kA, Curva D, tripolar, totalmente colocado.	2	137,28 €	274,56 €

5.6.1.27	Unidades	Int. Magnetotérmico C60 H Calibre ≤ 6 A, PdC: 10 kA, Curva D, tripolar, totalmente colocado.	1	147,05 €	147,05 €
5.6.1.28	Unidades	Int. Magnetotérmico C60 H Calibre ≤ 4 A, PdC: 10 kA, Curva D, tripolar, totalmente colocado.	2	225,18 €	450,36 €
5.6.1.29	Unidades	Int. Magnetotérmico NG125 N Calibre ≤ 80 A, PdC: 25 kA, Curva C, tetrapolar, totalmente colocado.	1	380,17 €	380,17 €
5.6.1.30	Unidades	Int. Magnetotérmico NG125 N Calibre ≤ 80 A, PdC: 25 kA, Curva D, tripolar, totalmente colocado.	3	465,07 €	1395,21 €
5.6.1.31	Unidades	Int. Magnetotérmico C60 L Calibre ≤ 16 A, PdC: 25 kA, Curva D, tripolar, totalmente colocado.	3	266,77 €	800,31 €
5.6.1.32	Unidades	Int. Magnetotérmico C60 L Calibre ≤ 10 A, PdC: 25 kA, Curva D, tripolar, totalmente colocado.	1	257,62 €	257,62 €
5.6.1.33	Unidades	Int. Magnetotérmico C60 L Calibre ≤ 6 A, PdC: 25 kA, Curva D, tripolar, totalmente colocado.	2	284,27 €	568,54 €
TOTAL INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS					24.430,11 €

TOTAL INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS.....24.430,11 €

5.7. CAPÍTULO VII: Interruptores diferenciales

5.7.1 INTERRUPTORES DIFERENCIALES

Nº de orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (€)	Precio total (€)
5.7.1.1	Unidades	Bloque diferencial Vigí NS 250A, Sensibilidad:300 mA, tetrapolar	1	1367,34 €	1.367,34 €
5.7.1.2	Unidades	Bloque diferencial Vigí NS 200A, Sensibilidad:300 mA, tetrapolar	1	1145,45 €	1.145,45 €
5.7.1.3	Unidades	Bloque diferencial Vigí C120 Calibre: 125A, Sensibilidad:300 mA, tetrapolar	1	521,84 €	521,84 €
5.7.1.4	Unidades	Bloque diferencial Vigí C120 Calibre:100A, Sensibilidad:300 mA, tetrapolar	2	366,45 €	732,90 €
5.7.1.5	Unidades	Interruptor diferencial Vigí C120 Calibre:80A, Sensibilidad:300 mA, tetrapolar	7	5622,73 €	39.359 €
5.7.1.6	Unidades	Interruptor diferencial Vigí C60 Calibre:63A, Sensibilidad:300 mA, tetrapolar	1	215,34 €	215,34 €
5.7.1.7	Unidades	Interruptor diferencial Vigí C60 Calibre:40A, Sensibilidad:300 mA, tetrapolar	4	171,35 €	685,4 €
5.7.1.8	Unidades	Interruptor diferencial Vigí C60 Calibre:25A, Sensibilidad:300 mA, tetrapolar	12	163,08 €	1.956,96 €
5.7.1.9	Unidades	Interruptor diferencial Vigí C60 Calibre:63A, Sensibilidad:30 mA, tetrapolar	2	255,25 €	523,32 €
5.7.1.10	Unidades	Interruptor diferencial Vigí C60 Calibre:40A, Sensibilidad:30 mA, tetrapolar	1	169,01 €	169,01 €
5.7.1.11	Unidades	Interruptor diferencial Vigí C60 Calibre:25A, Sensibilidad:30 mA, tetrapolar	5	160,98 €	1.287,84 €
TOTAL DIFERENCIALES					8.644,76 €

5.8 CAPÍTULO VIII: CUADROS

5.8.1. CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

Nº de orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (€)	Precio total (€)
5.8.1.1		Armario metálico IP 30 completo de Merlin Gerin, ancho 600 mm x1380 mm alto, de 24 módulos, para albergar todos los elementos de protección, con puertas metálicas de cierre, tapas interiores para módulos de 150, 200, 250 mm de alto, raíles multi 9, placas de sujeción de elementos de caja moldeada, bloques de conexión, juegos cubrebornes, placas perforables, barras de cobre para distribución, pantallas, tornillos, arandelas, multclip, soportes, compartimentos vertical y horizontal, y demás accesorios, completo, colocado.	1	3.920,00 €	3.920,00 €
TOTAL CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN					3.920,00 €

5.8.2. CUADROS AUXILIARES

Nº de orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (€)	Precio total (€)
5.8.2.1		Armario metálico IP 30 completo de Merlin Gerin, ancho 600mm x 1080mm de altura, 24 módulos, para albergar todos los elementos de protección y maniobra, con puertas metálicas de cierre, tapas interiores para módulos de 150, 200, 250 mm de alto, raíles multi 9, placas de sujeción de elementos de caja moldeada, bloques de conexión, juegos cubrebornes, placas perforables, barras de cobre para distribución, pantallas, tornillos, arandelas, multclip, soportes, compartimentos vertical y horizontal, y demás accesorios, completo, colocado	3	812,00 €	2.436,00 €
5.8.2.3		Armario metálico IP 30 completo de Merlin Gerin, ancho 600mm x 1380mm de altura, 20 módulos, para albergar todos los elementos de protección y maniobra, con puertas metálicas de cierre, tapas interiores para módulos de 150, 200, 250 mm de alto, raíles multi 9, placas de sujeción de elementos de caja moldeada, bloques de conexión, juegos cubrebornes, placas perforables, barras de cobre para distribución, pantallas, tornillos, arandelas, multclip, soportes, compartimentos vertical y horizontal, y demás accesorios, completo, colocado	5	950,60 €	4.753,00 €
TOTAL CUADROS AUXILIARES					7.189,00 €

5.8.3 RESUMEN CUADROS

Presupuesto Capítulo VIII	Importe (€)
Cuadro general de distribución	3.920,00 €
Cuadros auxiliares	7.189,00 €
TOTAL CAPITULO VIII	11.942,00 €

TOTAL CUADROS.....11.942,00 €

5.9 CAPÍTULO IX: Compensación de la energía reactiva

5.9 COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA

Nº de orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (€)	Precio total (€)
5.9.1	Unidades	Batería de condensadores de la serie CIRVAC VR-6 400/50 Hz, en concreto, VR 6/6 150 kVA-400. Repartida en bloques de 10+20+35+55+60 kVAr. Tensión: 400 V Dimensiones: 615x1330x400. Totalmente instalado	1	6.100,00	6.100,00
5.9.2	Unidades	Int. Magnetotérmico Compact NS Calibre:320 A PdC: 36 kA. Totalmente instalado.	1	1.627,32 €	1.627,32 €
TOTAL COMPENSACIÓN ENERGIA REACTIVA					7.727,32 €

TOTAL COMPENSACIÓN ENERGIA REACTIVA.....7.727.32 €

5.10. CAPÍTULO X: Puesta a tierra

5.10.1 PUESTA A TIERRA

Nº de orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (€)	Precio total (€)
5.10.1.1	Unidades	Caja de seccionamiento de tierra URIARTE CCST-50 con pletina de seccionamiento y bornes de conexión.	1	50,00 €	50,00 €
5.10.1.2	Unidades	Pica de Tierra de alma de acero y baño de cobre exterior, de 2 m. de long. y diámetro 14 mm., totalmente colocada y conexionada.	4	25,60 €	1.627,32 €
5.10.1.3	Unidades	Conductor de cobre desnudo de 50 mm ² , colocado enterrado en zanja o canalización, y unido a picas o tomas de tierra mediante grapas adecuadas, incluso mano de obra de colocación conexionado y pequeño material utilizado.	35	8,32 €	291,20 €
TOTAL PUESTA A TIERRA					1.968,52 €

TOTAL PUESTA A TIERRA.....1.968,52 €

5.11 CAPÍTULO XI: Centro de transformación

5.11.1 OBRA CIVIL

Nº de orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (€)	Precio total (€)
5.11.1.1	Metros ³	Dimensiones del foso para alojar el centro de transformación prefabricado de 6880 .mmx 3180 mm.x 560 mm.	12,25	15,75 €	192,96 €
5.11.1.2	Unidades	CT: Edificio prefabricado PFU 5 de Ormazabal de dimensiones 6080 mm x 2380 mm x 3045 mm	1	8.753,49 €	8.753,49 €
TOTAL OBRA CIVIL					8.946,45 €

5.11.2 APARAMENTA MEDIA TENSIÓN

Nº de orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (€)	Precio total (€)
5.11.2.1	Unidades	Celda de remonte de conductores (SF6)	1	1.651,8 €	1.651,8 €
5.11.2.2	Unidades	Celda de protección general: con interruptor seccionador SF6 con bobina de disparo, fusibles limitadores de 24 kV, 50 A, PdC 25 A, con señalización fusión, seccionador p.a.t, indicadores presencia de tensión y enclavamientos.	1	3.477,98 €	3.477,98 €
5.11.2.3	Unidades	Celda de medida SF6, equipada con 3 transformadores de corriente (45/5 A) y tres transformadores de tensión (13,2 kV/ 0'11 kV)	1	5.604,70 €	5.604,70 €
5.11.2.4	Unidades	Celda de protección individual: con interruptor-seccionador en SF6 con bobina de disparo, fusibles limitadores de 24kV, 25 A, PdC: 25 kA, con señalización fusión con p.a.t indicadores presencia de tensión y enclavamientos.	1	2.918,17 €	2.918,17 €
TOTAL APARAMENTA MEDIA TENSIÓN					13.652,65 €

5.11.3 TRANSFORMADOR

Nº de orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (€)	Precio total (€)
5.11.3.1	Unidades	Transformador trifásico reductor de tensión 13,2/20 kV / 0,4 kV de 400 kVA de potencia.	1	17.615,65 €	17.615,65 €
TOTAL TRANSFORMADOR					17.615,65 €

5.11.4 APARAMENTA BAJA TENSION

Nº de orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (€)	Precio total (€)
5.11.4.1	Unidades	Armario metálico IP30, dimensiones ancho 600 mm x alto 480 mm, 9 modulos de 150, 200, 250 mm de alto, con puertas metálicas, placas de sujeción de elementos de caja moldeada, bloques de conexión, juegos recubrebornes, placas perforadas, y demás accesorios, completo colocado.	1	396,21 €	396,21 €
5.11.4.2	Unidades	Interruptor Compact NS 1600 A regulable, incluye transformador toroidal, rele diferencial, totalmente instalado.	1	6.322,72 €	6.322,72 €
5.11.4.3	Unidades	Interruptor Magentotermico C60L, calibre:16 A., PdC=25kA, Curva B, totalmente instalado.	1	262,77 €	262,77 €
5.11.4.4	Unidades	Interruptor Magentotermico C60L, calibre: 6 A., PdC=25kA, Curva C, totalmente instalado.	2	54,98 €	109,96 €
5.11.4.5	Unidades	Interruptor Magentotermico C60L, calibre: 1 A., PdC=25kA, Curva C, totalmente instalado.	1	63,05 €	63,05 €
5.11.4.6	Unidades	Interruptor diferencial, DPN Vigi, tetrapolar, calibre 25 A, sensibilidad 30 mA, totalmente instalado.	1	268,53 €	268,53 €
TOTAL APARAMENTA BAJA TENSION					7423,24 €

5.11.5 INSTALACIÓN SECUNDARIA DEL CT

Nº de orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (€)	Precio total (€)
5.11.5.1	Unidades	Cable ENERGY RV CI2 0,6/1 kV de 2,5 mm ² de sección con aislamiento XLPE y cubierta de PVC, bajo tubo o bandeja. Mano de obra de instalación y conexionado y pequeño material	6	1,25 €	7,5 €
5.11.5.2	Unidades	Cable ENERGY RV CI2 0,6/1 kV de 1,5 mm ² de sección con aislamiento XLPE y cubierta de PVC, bajo tubo o bandeja. Mano de obra de instalación y conexionado y pequeño material	11	0,98 €	10,78 €
5.11.5.3	Unidades	Tubo rígido de PVC, de 16 mm de diámetro, empotrado en pared, o falso techo, incluso abrazaderas, tacos, tirafondos, P.P de curvas, elementos de unión a cajas o tubos en conjunto estanco, y mano de obra de colocación.	16,5	3,63 €	59,90 €
5.11.5.4	Unidades	Interruptor unipolar	1	3,81 €	3,81 €
5.11.5.5	Unidades	Toma de corriente monofásica 230 V.	1	3,59 €	3,59 €
5.11.5.6	Unidades	Luminaria LITAKID para lámpara Philips 40 W, mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material utilizado.	1	34,98 €	34,98 €
5.11.5.7	Unidades	Luminaria emergencia, Legrand-C3061510. Totalmente instalado.	1	54,56 €	1855,04 €
TOTAL INSTALACION SECUNDARIA DEL CT					1975,60 €

5.11.6. PUESTA A TIERRA DEL CT

Nº de orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (€)	Precio total (€)
5.11.6.1	Unidades	Conductor de cobre desnudo de 50 mm ² .	12	8,32 €	99,84 €
5.11.6.2	Unidades	Picas de 14 mm de diámetro y 2 m de alto.	4	12,50 €	50,00 €
5.11.6.3	Unidades	Caja de seccionamiento de tierra URIARTE CCST-50 con pletina de seccionamiento y bornes de conexión	1	50,00 €	50,00 €
5.11.6.4	Unidades	Arqueta de 700x700x100 mm. Dimensiones interiores, construida en hormigón H-200, según Pliego de Condiciones y plano adjunto, incluso mano de obra y material utilizado.	4	30,35 €	121,40 €
5.11.6.5	Unidades	Conductor de cobre aislado 0,6/1kV de 50 mm ² .	12	18,07 €	216,84 €
TOTAL PUESTA A TIERRA DEL CT					537,72 €

5.11.7 VARIOS

Nº de orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (€)	Precio total (€)
5.11.7.1	Unidades	Extintor de eficacia equivalente 89 B.	1	110,75 €	221,50 €
5.11.7.2	Unidades	Par de guantes de maniobra	2	55,70 €	111,40 €
5.11.7.3	Unidades	Banqueta aislante para maniobrar aparata	2	154,80 €	309,60 €
5.11.7.4	Unidades	Placa de aviso de "Peligro de muerte"	1	12,40 €	12,40 €
TOTAL VARIOS					654,90 €

RESUMEN DEL CT

Presupuesto Capítulo XI	Importe (€)
OBRA CIVIL	8.946,95
APARAMENTA MEDIA TENSIÓN	13.652,65
TRANSFORMADOR	17.615,65
APARAMENTA BAJA TENSIÓN	7.423,24
INSTALACION SECUNDARIA CT	1975,60
PUESTA A TIERRA CT	537,72
VARIOS	654,90
SUBTOTAL	50.806,71

TOTAL CENTRO TRANSFORMACIÓN.....50.806,71 €

5.12 CAPÍTULO XII: Seguridad

5.12.1 SEGURIDAD

Nº de orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (€)	Precio total (€)
5.12.1	Unidades	Casco	8	1,68 €	13,44 €
5.12.2	Unidades	Calzado de seguridad	8	18,47 €	149,92 €
5.12.3	Unidades	Traje normal	8	9,53 €	76,24 €
5.12.4	Unidades	Impermeable	8	3,03 €	24,24 €
5.12.5	Unidades	Gafas de seguridad	8	6,18 €	49,44 €
5.12.6	Unidades	Tapones	8	1,00 €	8,00 €
5.12.7	Unidades	Guantes aislantes	8	3,50 €	28,00 €
5.12.8	Unidades	Arnés de seguridad	8	52,50 €	420,00 €
TOTAL SEGURIDAD					769,28 €

TOTAL SEGURIDAD.....769,28 €

RESUMEN TOTAL DEL PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN

1. Iluminación.....	30.054,40 €
2. Cables.....	45.813,55 €
3. Canalizaciones.....	25.812,61 €
4. Tomas de corriente e interruptores.....	484,27 €
5. Automatismos.....	539,94 €
6. Interruptores automáticos.....	24.430,11 €
7. Interruptores diferenciales.....	8.644,76 €
8. Cuadros.....	11.942,00 €
9. Compensación de energía reactiva.....	7.727,32 €
10. Puesta a tierra.....	1968,52 €
11. Centro de Transformación.....	50.806,71 €
12. Seguridad.....	769,28 €
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL.....	208.993,47 €

El total de ejecución material asciende a DOSCIENTOS OCHO MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y TRES EUROS con CUARENTA Y SIETE CENTIMOS.

Gastos generales 5 %:.....	10.449,67 €
Beneficio industrial 10 %:.....	20.899,37 €

Suma de G.G y B.I (P.E POR CONTRATA):.....240.342,51 €

El presupuesto de ejecución por contrata asciende a DOSCIENTOS CUARENTA MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y DOS EUROS con CINCUENTA Y UN CENTIMOS.

Honorarios proyectistas 3 %:.....	7.210,28 €
Honorarios dirección de obra 3 %:.....	7.210,28 €

TOTAL PRESUPUESTO = 247.552,79 €

Asciende el presupuesto general sin (I.V.A) a la expresa cantidad de DOSCIENTOS CUARENTA Y SIETE MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS con SETENTA Y NUEVE CENTIMOS.

Pamplona, julio 2010.

Daniel Martínez Ibero.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

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

DOCUMENTO N°6: ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD
Y SALUD

Daniel Martínez Ibero

Tutor: Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 29 de julio de 2010

ÍNDICE

6.1. Prevención de Riesgos Laborales	4
6.1.1. Introducción	4
6.1.2. Derechos y obligaciones	4
6.1.2.1. Derecho a la protección frente a los riesgos laborales	4
6.1.2.2. Principios de la acción preventiva	4
6.1.2.3. Evaluación de los riesgos	5
6.1.2.4. Equipo de trabajo y medios de protección	6
6.1.2.5. Información, consulta y participación de los trabajadores	6
6.1.2.6. Formación de los trabajadores	7
6.1.2.7. Medidas de emergencia	7
6.1.2.8. Riesgo grave e inminente	7
6.1.2.9. Vigilancia de la salud	7
6.1.2.10. Documentación	7
6.1.2.11. Coordinación de actividades empresariales	8
6.1.2.12. Protección de los trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos	8
6.1.2.13. Protección de la maternidad	8
6.1.2.14. Protección de los menores	8
6.1.2.15. Relación de trabajo temporales, de dirección determinada y en empresas de trabajo temporal.	8
6.1.2.16. Obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos.	9
6.1.3. Servicios prevención	9
6.1.3.1. Protección y prevención de riesgos profesionales	9
6.1.3.2. Servicio de prevención	9
6.1.4. Consulta y participación de los trabajadores	10
6.1.4.2. Derechos de participación y representación	10
6.1.4.3. Delegaciones de prevención	10

6.2. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo...	11
6.2.1. Introducción	11
6.2.2. Obligaciones del empresario	11
6.2.2.1. Condiciones constructivas	11
6.2.2.2. Orden, limpieza y mantenimiento. Señalización	13
6.2.2.3. Condiciones ambientales	13
6.2.2.4. Iluminación	14
6.2.2.5. Servicios higiénicos y locales de descanso	14
6.2.2.6. Material y locales de primeros auxilios	15
6.3. Disposiciones mínimas en materia señalización de seguridad y salud en el trabajo.....	15
6.3.1. Introducción	15
6.3.2. Obligación general del empresario	16
6.4. Disposición mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo	16
6.4.1. Introducción	16
6.4.2. Obligación general del empresario	17
6.4.2.1. Disposiciones mínimas generales aplicables a los equipos de trabajo.....	17
6.4.2.2. Disposicioes mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo móviles	18
6.4.2.3. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para elevación de cargas	19
6.4.2.4. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para movimientos de tierras y maquinaria pesada en general.....	19
6.4.2.5. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a la maquinaria herramienta..	20
6.5. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.....	22
6.5.1. Introducción	22
6.5.2. Estudio básico de seguridad y salud	22
6.5.2.1 Descripción de las obras a realizar.....	22

6.5.2.2 Riesgos más frecuentes en las obras de construcción	23
6.5.2.3. Medidas preventivas de carácter particular para cada oficio	26
6.5.3. Disposiciones específicas de seguridad y salud durante la ejecución de las obras	33
6.6. Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual	34
6.6.1. Introducción	34
6.6.2. Obligaciones generales del empresario	34
6.6.2.1. Protectores de cabeza	34
6.6.2.2. Protectores de manos y brazos	34
6.6.2.3. Protectores de pies y piernas	35
6.6.2.4. Protectores del cuerpo	35

6.1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.

6.1.1. INTRODUCCIÓN.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de **Prevención de Riesgos Laborales** tiene por objeto la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

Como ley establece un marco legal a partir del cual las normas reglamentarias irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

6.1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.

6.1.2.1. DERECHO A LA PROTECCIÓN FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES.

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

A este efecto, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta, participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente y vigilancia de la salud.

6.1.2.2. PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA.

El empresario aplicará las medidas preventivas pertinentes, con arreglo a los siguientes principios generales:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo, a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.

- Adoptar las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- Prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.

6.1.2.3. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS.

La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

De alguna manera se podrían clasificar las causas de los riesgos en las categorías siguientes:

- Insuficiente calificación profesional del personal dirigente, jefes de equipo y obreros.
- Empleo de maquinaria y equipos en trabajos que no corresponden a la finalidad para la que fueron concebidos o a sus posibilidades.
- Negligencia en el manejo y conservación de las máquinas e instalaciones. Control deficiente en la explotación.
- Insuficiente instrucción del personal en materia de seguridad.
- Referente a las máquinas herramienta, los riesgos que pueden surgir al manejarlas se pueden resumir en los siguientes puntos:
 - Se puede producir un accidente o deterioro de una máquina si se pone en marcha sin conocer su modo de funcionamiento.
 - La lubricación deficiente conduce a un desgaste prematuro por lo que los puntos de engrase manual deben ser engrasados regularmente.
 - Puede haber ciertos riesgos si alguna palanca de la máquina no está en su posición correcta.
 - El resultado de un trabajo puede ser poco exacto si las guías de las máquinas se desgastan, y por ello hay que protegerlas contra introducción de virutas.
 - Puede haber riesgos mecánicos que se deriven fundamentalmente de los diversos movimientos que realicen las distintas partes de una máquina y que pueden provocar que el operario:
 - o Entre en contacto con alguna parte de la máquina o ser atrapado entre ella y cualquier estructura fija o material.
 - o Sea golpeado o arrastrado por cualquier parte en movimiento de la máquina.
 - o Ser golpeado por elementos de la máquina que resulten proyectados.
 - o Ser golpeado por otros materiales proyectados por la máquina.
- Puede haber riesgos no mecánicos tales como los derivados de la utilización de energía eléctrica, productos químicos, generación de ruido, vibraciones, radiaciones, etc.

Los movimientos peligrosos de las máquinas se clasifican en cuatro grupos:

- Movimientos de rotación. Son aquellos movimientos sobre un eje con independencia de la inclinación del mismo y aún cuando giren lentamente. Se clasifican en los siguientes grupos:
 - o Elementos considerados aisladamente tales como árboles de transmisión, vástagos, brocas, acoplamientos.
 - o Puntos de atrapamiento entre engranajes y ejes girando y otras fijas o dotadas de desplazamiento lateral a ellas.
- Movimientos alternativos y de traslación. El punto peligroso se sitúa en el lugar donde la pieza dotada de este tipo de movimiento se aproxima a otra pieza fija o móvil y la sobrepasa.
- Movimientos de traslación y rotación. Las conexiones de bielas y vástagos con ruedas y volates son algunos de los mecanismos que generalmente están dotadas de este tipo de movimientos.
- Movimientos de oscilación. Las piezas dotadas de movimientos de oscilación pendular generan puntos de “tijera” entre ellas y otras piezas fijas.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

6.1.2.4. EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCIÓN.

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- La utilización del equipo de trabajo quede a los encargados de dicha utilización.
- Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos.

6.1.2.5. INFORMACIÓN, CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos.

Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario, así como a los órganos competentes en esta materia, dirigidas a la mejora de los niveles de la protección de la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, en materia de señalización en dichos lugares, en cuanto a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo,

en las obras de construcción y en cuanto a utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

6.1.2.6. FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.

6.1.2.7. MEDIDAS DE EMERGENCIA.

El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evaluación de los trabajadores, designado para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento.

6.1.2.8. RIESGO GRAVE E INMINENTE.

Cuando los trabajadores estén expuestos a un riesgo grave e inminente con ocasión de su trabajo, el empresario estará obligado a:

- Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas en materia de protección.
- Dar las instrucciones necesarias para que, en caso de peligro grave, inminente e inevitable, los trabajadores puedan interrumpir su actividad y además estar en condiciones, habida cuenta de sus conocimientos y de los medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

6.1.2.9. VIGILANCIA DE LA SALUD.

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo, optando por la realización de aquellos reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

6.1.2.10. DOCUMENTACIÓN.

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- Evaluación de los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, y planificación de la acción preventiva.
- Medidas de protección y prevención a adoptar.
- Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.
- Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores.

- Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

6.1.2.11. COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES.

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

6.1.2.12. PROTECCIÓN DE TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES A DETERMINADOS RIESGOS.

El empresario garantizará, evaluando los riesgos y adoptando las medidas preventivas necesarias, la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean específicamente sensibles a los riesgos derivados del trabajo.

6.1.2.13. PROTECCIÓN DE LA MATERNIDAD.

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgos.

6.1.2.14. PROTECCIONES DE LOS MENORES.

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

6.1.2.15. RELACIONES DE TRABAJO TEMPORALES, DE DURACIÓN DETERMINADA Y EN EMPRESAS DE TRABAJO TEMPORAL.

Los trabajadores con relaciones de trabajo temporales o de duración determinada, así como los contratados por empresas de trabajo temporal, deberán disfrutar del mismo nivel de protección en materia de seguridad y salud que los restantes trabajadores de las empresas en la que prestan sus servicios.

6.1.2.16. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS.

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.
- Informar de inmediato un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente.

6.1.3. SERVICIOS PREVENCIÓN.

6.1.3.1. PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores.

En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas anteriormente, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga capacidad necesaria.

El empresario que no hubiere concertado el Servicio de Prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoria o evaluación externa.

6.1.3.2. SERVICIO DE PREVENCIÓN

Si la designación de uno o varios trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a que están expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

Se entenderá como servicio de prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

6.1.4. CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

6.1.4.1. CONSULTA DE LOS TRABAJADORES.

El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

- La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recursos a un servicio de prevención externo.
- La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

6.1.4.2. DERECHOS DE PARTICIPACIÓN Y REPRESENTACIÓN.

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.

En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación de éstos se canalizará a través de sus representantes y de la representación especializada.

6.1.4.3. DELEGACIONES DE PREVENCIÓN.

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán designados por y entre los representantes del personal, con arreglo a la siguiente escala:

- De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención.
- De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención.
- De 501 a 1000 trabajadores: 4 Delegados de Prevención.
- De 1001 a 2000 trabajadores: 5 Delegados de Prevención.
- De 2001 a 3000 trabajadores: 6 Delegados de Prevención.
- De 3001 a 4000 trabajadores: 7 Delegados de Prevención.
- De 4001 en adelante: 8 Delegados de Prevención.

En personas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal. En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

6.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO.

6.2.1. INTRODUCCIÓN.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán y concretarán los aspectos más técnicos de las medidas preventivas, a través de normas mínimas que garanticen la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a garantizar la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, de manera que de su utilización no se deriven riesgos para los trabajadores.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 486/1997 de 14 de Abril de 1.997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud aplicables a los lugares de trabajo, entendiéndose como tales las áreas del centro de trabajo, edificadas o no, en las que los trabajadores deban permanecer o a las que puedan acceder en razón de su trabajo, sin incluir las obras de construcción temporales o móviles.

6.2.2. OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO.

El empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que la utilización de los lugares de trabajo no origine riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores.

En cualquier caso, los lugares de trabajo deberán cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el presente Real Decreto en cuanto a sus condiciones constructivas, orden, limpieza y mantenimiento, señalización, instalaciones de servicio o protección, condiciones ambientales, iluminación, servicios higiénicos y locales de descanso, y material y locales de primeros auxilios.

6.2.2.1 CONDICIONES CONSTRUCTIVAS.

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán ofrecer seguridad frente a los riesgos de resbalones o caídas, choques o golpes contra objetos y derrumbaciones o caídas de materiales sobre los trabajadores, para ello el pavimento constituirá un conjunto homogéneo, llano y liso sin solución de continuidad, de material consistente, no resbaladizo o susceptible de serlo con el uso y de fácil limpieza, las paredes serán lisas, guarnecidas o pintadas en tonos claros y susceptibles de ser lavadas y blanqueadas y los techos deberán resguardar a los trabajadores de las inclemencias del tiempo y ser lo suficientemente consistentes.

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán también facilitar el control de las situaciones de emergencia, en especial en caso de incendio, y posibilitar, cuando sea necesario, la rápida y segura evacuación de los trabajadores.

Todos los elementos estructurales o de servicio (cimentación, pilares, forjados, muros y escaleras) deberán tener la solidez y resistencia necesarias para soportar las cargas o esfuerzos a que sean sometidos.

Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables, adoptando una superficie libre superior a 2 m² por trabajador, un volumen mayor a 10 m³ por trabajador y una altura mínima desde el piso al techo de 2,50 m. Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída, de caída de objetos o exposición a elementos agresivos, deberán estar claramente señalizadas.

El suelo deberá ser fijo, estable y no resbaladizo, sin irregularidades ni pendientes peligrosas. Las aberturas, desniveles y las escaleras se protegerán mediante barandillas de 90 cm de altura.

Los trabajadores deberán realizar de forma segura las operaciones de abertura, cierre, ajuste o fijación de ventanas, y en cualquier situación no supondrán un riesgo para éstos.

Las vías de circulación deberán poder utilizarse conforme a su uso o previsto, de forma fácil y con total seguridad. La anchura mínima de las puertas exteriores y de los pasillos será de 100 cm.

Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista y deberán estar protegidas contra la rotura.

Las puertas de acceso a las escaleras no se abrirán directamente sobre sus escalones, sino sobre descansos de anchura al menos iguales a la de aquellos.

Los pavimentos de las rampas y escaleras serán de materiales no resbaladizos y caso de ser perforadas la abertura máxima de los intersticios será de 8 mm. La pendiente de las rampas variará entre un 8 y 12 %. La anchura mínima será de 55 cm para las escaleras de servicio y de 1 m. para las de uso general.

Caso de utilizar escaleras de mano, éstas 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. En cualquier caso, no se emplearán escaleras de más de 5 m de altura, se colocarán formando un ángulo aproximado de 75° con la horizontal, sus largueros deberán prolongarse al menos 1 m sobre la zona a acceder, el ascenso, descenso y los trabajos desde escaleras se efectuarán frente a las mismas, los trabajos a más de 3,5 m de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad y no serán utilizadas por dos o más personas simultáneamente.

Las vías y salidas de evacuación deberán permanecer expeditas y desembocarán en el exterior. El número, la distribución y las dimensiones de las vías deberán estar dimensionados para poder evacuar todos los lugares de trabajo rápidamente, dotando de alumbrado de emergencia aquellas que lo requieran.

La instalación eléctrica no deberá entrañar riesgos de incendio o explosión, para ellos se dimensionarán todos los circuitos considerando las sobre intensidades previsibles y se dotará a los conductores y restos de paramenta eléctrica de un nivel de aislamiento adecuado.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección conectados a las carcassas de los receptores eléctricos, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada al tipo de local, características del terreno y constitución de los electrodos artificiales).

6.2.2.2. ORDEN, LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO. SEÑALIZACIÓN.

Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo y, en especial, las salidas y vías de circulación previstas para la evacuación en casos de emergencia, deberán permanecer libres de obstáculos.

Las características de los suelos, techos y paredes serán tales que permitan dicha limpieza y mantenimiento. Se eliminarán con rapidez los desperdicios, las manchas de grasa, los residuos de sustancias peligrosas y demás productos residuales que puedan originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo.

Los lugares de trabajo y, en particular, sus instalaciones, deberán ser objeto de un mantenimiento periódico.

6.2.2.3. CONDICIONES AMBIENTALES.

La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no debe suponer un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

En los locales de trabajo cerrados deberán cumplirse las condiciones siguientes:

- La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27 °C. En los locales donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25 °C.
- La humedad relativa estará comprendida entre el 30 y el 70 por 100, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50 por 100.

- Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma frecuente o continuada a corrientes de aire cuya velocidad exceda los siguientes límites:
 - o Trabajos en ambientes no calurosos: 0,25 m/s.
 - o Trabajos sedentarios en ambientes calurosos: 0,5 m/s.
 - o Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos: 0,75m/s.
- La renovación mínima del aire en los locales de trabajo será de 30m³ de aire limpio por hora y trabajador en el caso de los trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco y 50m³ en los casos restantes.
- Se evitarán los olores desagradables.

6.2.2.4. ILUMINACIÓN.

La iluminación será natural con puertas y ventanas acristaladas, complementándose con iluminación artificial en las horas de visibilidad deficiente. Los puestos de trabajo llevarán además puntos de luz individuales, con el fin de obtener una visibilidad notable. Los niveles de iluminación mínimos establecidos (lux) son los siguientes:

- Áreas o locales de uso ocasional: 50 lux
- Áreas o locales de uso habitual: 100 lux.
- Vías de circulación de uso ocasional: 25 lux.
- Vías de circulación de uso habitual: 50 lux.
- Zonas de trabajo con bajas exigencias visuales: 100 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales moderadas: 200 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales altas: 500 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales muy altas: 100 lux.

La iluminación anteriormente especificada deberá poseer una uniformidad adecuada, mediante la distribución uniforme de luminarias, evitándose los deslumbramientos directos por equipos de alta luminancia.

Se instalará además el correspondiente alumbrado de emergencia y señalización con el fin de poder iluminar las vías de evacuación en caso de fallo del alumbrado general.

6.2.2.5. SERVICIOS HIGIÉNICOS Y LOCALES DE DESCANSO.

En el local se dispondrá de agua potable en cantidad suficiente y fácilmente accesible por los trabajadores.

Se dispondrán vestuarios cuando los trabajadores deban llevar ropa especial de trabajo, provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, con una capacidad suficiente para guardar la ropa y el calzado. Si los vestuarios no fuesen necesarios, se dispondrán colgadores o armarios para colocar la ropa.

Existirán aseos con espejos, retretes con descarga automática de agua y papel higiénico y lavabos con agua corriente, caliente si es necesario, jabón y toallas individuales u otros sistema de secado con garantías higiénicas. Dispondrán además de duchas de agua corriente, caliente y fría, cuando se realicen habitualmente trabajos sucios, contaminantes o

que originen elevada sudoración. Llevarán alicatados los paramentos hasta una altura de 2 m. del suelo, con baldosín cerámico esmaltado de color blanco. El solado será continuo e impermeable, formado por losas de gres rugoso antideslizante.

Si el trabajo se interrumpiera regularmente, se dispondrán espacios donde los trabajadores puedan permanecer durante esas interrupciones, diferenciándose espacios para fumadores y no fumadores.

6.2.2.6. MATERIAL Y LOCALES DE PRIMEROS AUXILIOS.

El lugar de trabajo dispondrá de material para primeros auxilios en caso de accidente, que deberá ser adecuado, en cuanto a su cantidad y características, al número de trabajadores y a los riesgos que estén expuestos.

Como mínimo se dispondrá, en lugar reservado y a la vez de fácil acceso, de un botiquín portátil, que contendrá en todo momento, agua oxigenada, alcohol de 96, tintura de yodo, mercurocromo, gases estériles, algodón hidrófilo, bolsa de agua, torniquete, guantes esterilizados y desechables, jeringuillas, hervidor, agujas, termómetro clínico, gasas, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras pinzas, antiespasmódicos, analgésicos y vendas.

6.3. DISPOSICIONES MINIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

6.3.1. INTRODUCCIÓN.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril de 1.997 establece las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo, entendiéndose como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

6.3.2. OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- Las características de la señal.
- Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- La extensión de la zona a cubrir.
- El número de trabajadores afectados.

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para la señalización de riesgos eléctricos, presencia de materias inflamables, tóxica, corrosiva o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo.

Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser limpiados, mantenidos y verificados regularmente.

6.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

6.4.1. INTRODUCCIÓN

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1.995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajos.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad de los mismos.

Por todo lo expuesto el Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio de 1.997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, entendiendo como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

6.4.2. OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.

Para la elección únicamente equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizará tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

6.4.2.1. DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deben realizarse.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgos de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobre presiones, velocidades o tensiones excesivas.

6.4.2.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MÓVILES.

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

6.4.2.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA ELEVACIÓN DE CARGAS.

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso, los aparatos de izar estarán equipados con limitador del recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de sujeción serán de acero con “ pestillos de seguridad” y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 m de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.

Deberá figurar claramente la carga nominal.

Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa. En cualquier caso, se evitará la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque.

Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

6.4.2.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MAQUINARÍA PESADA EN GENERAL.

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia delante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad anti-vuelco y anti-impactos y un extintor.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalará su entorno con “señales de peligro”, para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.

Si se produjese contacto con líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barro y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

Se señalarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación (como norma general).

No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.

Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hinca, en prevención de golpes y atropellos.

Las cintas transportadoras estarán dotadas de pasillo lateral de visita de 60 cm de anchura y barandillas de protección de éste de 90 cm de altura. Estarán dotadas de encauzadores antidesprendimientos de objetos por rebose de materiales. Bajo las cintas, en todo su recorrido, se instalarán bandejas de recogida de objetos desprendidos.

Los compresores serán de los llamados “silenciosos” en la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.

Cada tajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuartillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones. Los pisones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando el desplazamiento lateral. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequera bien ajustada, botas de seguridad, cascos antirruído y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

6.4.2.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA.

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caída y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.

Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc.). Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como norma general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el elemento a cortar.

Con pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de las persona antes de efectuar el disparo.

Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

Las pulidoras y abrillantadoras de suelos, lijadoras de maderas y aisladoras mecánicas tendrán el manillar de manejo y control revestido de material aislante y estarán dotadas de aro de protección o abrasiones.

En las tareas de soldadura por arco eléctrico se utilizará yelmo del soldar o pantalla de mano, no se mirará directamente al arco voltaico, no se tocarán las piezas recientemente soldadas, se soldará en un lugar ventilado, se verificará la inexistencia de personas en el entorno vertical de puesto de trabajo, no se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre la perfilaría, se escogerá el electrodo adecuada para el cordón a ejecutar y se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

En la soldadura oxiacetilénica (oxicorte) no se mezclarán botellas de gases distintos, éstas se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, no se ubicarán al sol ni en posición inclinada y los mecheros estarán dotados de válvulas antirretroceso de la llama. Si se desprenden pinturas se trabajará con mascarilla protectora y se hará al aire libre o en un local ventilado.

6.5. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.

6.5.1. INTRODUCCIÓN.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre e 1.995, de Prevención de Riesgos Laborales es la normal legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1.997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, entendiéndose como tales cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil.

La obra en proyecto referente a la Ejecución de una Edificación de uso Industrial o Comercial se encuentra incluida en el Anexo I de dicha legislación, con la clasificación a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, d) Montaje y desmontaje de elementos prefabricados, e) Acondicionamiento o instalación, l) Trabajos de pintura y de limpieza y m) Saneamiento.

Al tratarse de una obra con siguientes condiciones:

- a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 75 millones de pesetas.
- b) La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) El volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es inferior a 500.

Por todo lo indicado, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud. Caso de superarse alguna de las condiciones citadas anteriormente deberá realizarse un estudio completo de seguridad y salud.

6.5.2. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

6.5.2.1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS A REALIZAR.

- Descripción de la obra: Instalación eléctrica en baja tensión de una nave industrial con centro de transformación.

- Presupuesto de ejecución por contrata: 247.552,79 €

- Plazo de ejecución: 40 días.

- Número máximo de trabajadores previstos: 8

- Número máximo de jornadas del total de trabajadores: 264

Observando estos datos y teniendo en cuenta las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción (Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1997), nos será suficiente con el Estudio Básico de Seguridad y Salud.

6.5.2.2. RIESGOS MÁS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.

Los oficios más comunes en las obras de construcción son los siguientes:

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- Rellenado de tierras.
- Encofrados.
- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Montaje de estructura metálica.
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- Cubiertas.
- Alicatados.
- Enfoscados y enlucidos.
- Solados con mármoles, terrazos, plaquetas y asimilables.
- Carpintería de madera, metálica y cerrajería.
- Montaje de vidrio.
- Pintura y barnizados.
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.
- Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado.
- Instalación de antenas y pararrayos.

Los riesgos más frecuentes durante estos oficios son los descritos a continuación:

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.

- Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- Caída de los encofrados al vacío, caída de personal al caminar o trabajar sobre los fondillos de las vigas, pisadas sobre objetos punzantes, etc.
- Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- Contactos con la energía eléctrica (directa e indirecta), electrocuciones, quemaduras, etc.
- Los derivados de la rotura fortuita de las planchas de vidrio.
- Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- Agresión mecánica por proyección de partículas.
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones.
- Riesgos por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.
- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelo, atropellos, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc).

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilaría metálica, piezas prefabricadas, carpintería metálica y de madera, vidrio, pinturas, barnices y disolventes, material eléctrico, aparatos sanitarios, tuberías, aparatos de calefacción y climatización, etc).

Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados (sacos de aglomerantes, ladrillos, arenas, etc) se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo está en posición inestable.

Se evitará las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utiliza el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencias dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por el personal con la suficiente formación para ello.

6.5.2.3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO

Movimientos de tierras. Excavación de pozos y zanjas.

Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

Se prohibirá el acopio de tierras o materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.

Se eliminará todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.

La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.

Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.

Se utilizarán redes tensas o mallazo electro soldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 m.

La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.

Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zavorras.

Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m., se entibará (o encamisará) el perímetro en prevención de derrumbamientos.

Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

En presencia de líneas eléctricas en servicio se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.

La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al límite marcado en los planos.

La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, queda fijada en 5 m., en zonas accesibles durante la construcción.

Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

Relleno de tierras.

Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.

Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.

Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.

Los vehículos de compactación y apisonado, irán provisto de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

Encofrados.

Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablonas, sopandas, y ferralla; igualmente se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.

El ascenso y descenso del personal a los encofrados, se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.

Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas.

Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán o remacharán, según casos.

Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la ubicación de redes de protección.

Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.

Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1,50 m.

Se efectuarán un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.) de trabajo.

Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical.

Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.

Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales, sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.

Se evitará, en lo posible, caminar por los fondillos de los encofrados de jácenas o vigas.

Trabajos de manipulación del hormigón.

Se instalarán fuertes topes al final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.

Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. del borde de la excavación.

Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.

Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.

La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.

Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tablones, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

El hormigonado y vibrado del hormigón de pilares, se realizará desde “castilletes de hormigonado”

En el momento en el que el forjado lo permita, se izará en torno a los huecos el peto definitivo de fábrica, en prevención de caídas al vacío.

Se prohíbe transitar pisando directamente sobre las bovedillas (cerámicas o de hormigón), en prevención de caídas a distinto nivel.

Montaje de estructuras metálica.

Los perfiles se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior al 1,50 m.

Una vez montada la “primera altura” de pilares, se tenderán bajo ésta redes horizontales de seguridad.

Se prohíbe elevar una nueva altura, sin que en la inmediata inferior se hayan concluido los cordones de soldadura.

Las operaciones de soldadura en altura, se realizarán desde el interior de una guindola de soldador, provista de una barandilla perimetral de 1 m. de altura formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié. El soldador, además, amarrará el mosquetón del cinturón a un cable de seguridad, o a argollas soldadas a tal efecto en la perfilaría.

Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.

Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.

Se prohíbe trepar directamente por la estructura y desplazarse sobre las alas de una viga sin atar el cinturón de seguridad.

El ascenso o descenso a/o de un nivel superior, se realizará mediante una escalera de mano provista de zapatas antideslizantes y ganchos de cuelgue e inmovilidad dispuestos de tal forma que sobrepase la escalera 1 m. la altura de desembarco.

El riesgo de caída al vacío por fachadas se cubrirá mediante la utilización de redes de horca (o de bandeja).

Montaje de prefabricados.

El riesgo de caída desde altura, se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm., de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm., sobre andamios (metálicos, tubulares de borriquetas).

Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas en prevención del riesgo de desplome.

Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no dañen los elementos de enganche para su izado.

Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a 60 km/h.

Albañilería.

Los grandes huecos (patios) se cubrirán con una red horizontal instalada alternativamente cada dos plantas, para la prevención de caídas.

Se prohíbe concentrar las cargas de ladrillos sobre vanos. El acopio de palets, se realizará próximo a cada pilar, para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menor resistencia.

Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente mediante trompas de vertido montadas al efecto, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.

Las rampas de las escaleras estarán protegidas en su entorno por una barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.

Cubiertas.

El riesgo de caída al vacío, se controlará instalando redes de horca alrededor del edificio. No se permiten caídas sobre red superiores a los 6 m. de altura.

Se paralizarán los trabajos sobre las cubiertas bajo régimen de vientos superiores a 60 km/h., lluvia, helada y nieve.

Alicatados.

El corte de las plaquetas y demás piezas cerámicas, se ejecutará en vía húmeda, para evitar la formación de polvo ambiental durante el trabajo.

El corte de las plaquetas y demás piezas cerámicas se ejecutará en locales abiertos o a la intemperie, para evitar respirar aire con gran cantidad de polvo.

Enfoscados y enlucidos.

Las “miras”, reglas, tablones, etc., se encargarán a hombro en su caso, de tal forma que al caminar, el extremo que va por delante, se encuentre por encima de la altura del casco de quién lo transporta, para evitar los golpes a otros operarios, los tropezones ente obstáculos, etc.

Se acordará la zona en la que pueda caer piedra durante las operaciones de proyección de “garbancillo” sobre morteros, mediante cinta de banderolas y letreros de prohibido el paso.

Soldados con mármoles, terrazos, plaquetas y asimilables.

El corte de piezas de pavimento se ejecutará en vía húmeda, en evitación de lesiones por trabajar en atmósferas pulverulentas.

Las piezas del pavimento se izarán a las plantas sobre plataformas emplintadas, correctamente apiladas dentro de cajas de suministro, que no se romperán hasta la hora de utilizar su contenido.

Los lodos producto de los pulidos, serán orillados siempre hacia zonas no de paso y eliminados inmediatamente de la planta.

Carpintería de madera, metálica y cerrajería.

Los recortes de madera y metálicos, objetos punzantes, cascotes y serrín producidos durante los ajustes se recogerán y se eliminarán mediante las tolvas de vertido, o mediante bateas o plataformas emplintadas amarradas del gancho de la grúa.

Los cercos serán recibidos por un mínimo de una cuadrilla, en evitación de golpes, caídas y vuelcos.

Los listones horizontales inferiores contra deformaciones, se instalarán a una altura en torno a los 60 cm. Se ejecutarán en madera blanca, preferentemente, para hacerlos más visibles y evitar los accidentes por tropiezos.

El “cuelgue” de hojas de puertas o de ventanas, se efectuará por un mínimo de dos operarios, para evitar accidentes por desequilibrio, vuelvo, golpes y caídas.

Se prohíbe permanecer o trabajar en la vertical de un tajo de instalación de vidrio.

Los tajos se mantendrán libres de fragmentos de vidrio, para evitar el riesgo de cortes.

La manipulación de las planchas de vidrio, se ejecutará con la ayuda de ventosas de seguridad.

Los vidrios ya instalados, se pintarán de inmediato a base de pintura a la cal, para significar su existencia.

Pintura y barnizados.

Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.

Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se emplean pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o de incendio.

Se tenderán redes horizontales sujetas a puntos firmes de la estructura, para evitar el riesgo de caída desde alturas.

Se prohíbe la conexión de aparatos de carga accionados eléctricamente (puentes grúa por ejemplo) durante las operaciones de pintura de carriles, soporte, topes, barandillas, etc., en prevención de atrapamientos o caídas desde altura.

Se prohíbe realizar “pruebas de funcionamiento” en las instalaciones, tuberías de presión, equipos motobombas, calderas, conductos, etc. durante los trabajos de pintura de señalización o de protección de conductor.

Instalación eléctrica provisional de obra.

El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.

Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.

La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios o de planta, se efectuarán mediante manguera eléctrica antihumedad.

El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.

Las mangueras de “alargadera” por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los parámetros verticales.

Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los parámetros verticales o bien a “pies derechos” firmes.

Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subidas a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislantes.

Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.

La tensión siempre estará en la clavija “hembra”, nunca en la “macho”, para evitar los contactos eléctricos directos.

Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

- 30 mA. Alimentación a la maquinaria.
- 30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.

Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación portátiles cumplirá la siguiente norma:

- Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.

No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.

No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado.

El transporte de tramos de tubería a hombro por un solo hombre, se realizará inclinando la carga hacia atrás, de tal forma que el extremo que va por delante supere la altura de un hombre, en evitación de golpes y tropiezos con otros operarios en lugares poco iluminados o iluminados a contra luz.

Se prohíbe el uso de mecheros y sopletes junto a materiales inflamables.

Se prohíbe soldar con plomo, en lugares cerrados, para evitar trabajos en atmósferas tóxicas.

Instalación de antenas y pararrayos.

Bajo condiciones meteorológicas extremas, lluvia, nieve, hielo o fuerte viento, se suspenderán los trabajos.

Se prohíbe expresamente instalar pararrayos y antenas a la vista de nubes de tormenta próximas.

Las antenas y pararrayos se instalarán con ayuda de la plataforma horizontal, apoyada sobre las cuñas en pendiente de encaje en la cubierta, rodeada de barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié, dispuesta según el detalle de planos.

Las escaleras de mano, pese a que se utilicen de forma “momentánea”, se anclarán firmemente al apoyo superior, y estarán dotados de zapatas antideslizantes y sobrepasarán en 1 m. la altura a salvar.

Las líneas eléctricas próximas al tajo, se dejarán sin servicio durante la duración de los trabajos.

6.5.3. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, el promotor designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, que será un técnico competente integrado en la dirección facultativa.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones de éste serán asumidas por la dirección facultativa.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y

complementen las previsiones contenidas en el estudio desarrollado en el proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente.

6.6. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.

6.6.1. INTRODUCCIÓN.

La ley 31/1995, de 8 noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las normas de **desarrollo reglamentario** las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que no puedan evitarse o limitarse suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

6.6.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

6.6.2.1. PROTECCIONES DE LA CABEZA.

- Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

6.6.2.2. PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS.

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para B.T.
- Guantes de soldador.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

6.6.2.3. PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS.

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para B.T.
- Botas de protección impermeable.
- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

6.6.2.4. PROTECTORES DEL CUERPO.

- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Pértigas de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión.

Pamplona, julio de 2010

Daniel Martínez Ibero