



PROYECTO ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN CENTRO LOGÍSTICO DE CUARTE DE HUERVA

Doc. 1: Memoria y Anexos

CURSO 2010-2011

AUTOR:

- **Alejandro Polo Bamala**

Proyecto Final de Carrera

Especialidad: Electricidad

E.U.I.T.I. Universidad de Zaragoza

ÍNDICE DE DOCUMENTOS

Documento 1: **Memoria**

Anexo I: **Estudio de iluminación**

Anexo II: **Normativa contra incendios**

Anexo III: **Cálculos**

Anexo IV: **Estudio de Seguridad y Salud**



PROYECTO ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN CENTRO LOGÍSTICO DE CUARTE DE HUERVA

Memoria

CURSO 2010-2011

AUTOR:

- **Alejandro Polo Bamala**

Proyecto Final de Carrera

Especialidad: Electricidad

E.U.I.T.I. Universidad de Zaragoza

ÍNDICE

ÍNDICE	1
1. Antecedentes.....	3
2. Objeto del proyecto	3
3. Reglamentación y disposiciones oficiales y particulares.....	3
4. Emplazamiento de las instalaciones	4
5. Descripción del local y de la actividad desarrollada	4
6. Descripción de la instalación de enlace	5
6.1.- Acometida.....	5
6.2.- Caja general de protección	5
6.3.- Equipo de medida.....	6
6.4.- Derivación Individual	6
6.5.- Dispositivos generales e individuales de mando y protección	7
7.- Descripción de la instalación interior	8
7.1.- Clasificación y características de las instalaciones según riesgo de las dependencias de los locales.....	8
7.1.1.- Locales de pública concurrencia	8
7.1.2.- Locales con riesgo de incendio o explosión	8
7.1.3.- Locales húmedos	8
7.1.4.- Locales mojados.....	9
7.1.5.- Locales con riesgo de corrosión	9
7.1.6.- Locales polvorientos sin riesgo de incendio o explosión	9
7.1.7.- Locales a temperatura elevada	9
7.1.8.- Locales a muy baja temperatura.....	9
7.1.9.- Locales en los que existan baterías de acumuladores	9
7.1.10.- Estaciones de servicio o garajes.....	9
7.1.11.- Locales de características especiales.....	10
7.1.12.- Locales para fines especiales	10
7.1.13.- Instalaciones a muy baja tensión	10
7.1.14.- Instalaciones a tensiones especiales	10
7.1.15.- Instalaciones generadoras de baja tensión	10
7.2.- Cuadro General de Distribución	10
7.3.- Cuadro Secundarios.....	11
7.3.1.- Cuadro Secundario Climatización	11
7.3.2.- Cuadro Secundario Residencia	11
7.3.3.- Cuadro Secundario S.A.I.....	11
7.3.4.- Cuadro Secundario Cinta	11
7.4.- Líneas de distribución y canalización	11

7.4.1.- Conductores	11
7.4.2.- Identificación de conductores	12
7.4.3.- Subdivisión de las instalaciones	12
7.4.4.- Equilibrado de cargas	12
7.4.5.- Resistencia de aislamiento y rigidez eléctrica	13
7.4.6.- Conexiones	13
7.4.7.- Sistema de instalación.....	13
7.4.8.- Designación de cada circuito	16
8.- Protección contra sobreintensidades.....	20
9.- Protección contra sobretensiones	21
9.1.- Categorías de las sobretensiones.....	21
9.2.- Medidas para el control de sobretensiones	21
9.3.- Selección de los materiales en la instalación.....	22
10.- Características de los receptores.....	22
10.1.- Receptores de alumbrado	22
10.2.- Receptores a motor	23
11.- Alumbrado de emergencia.....	24
12.- Protección contra contactos directos e indirectos	24
12.1.- Protección contra contactos directos.....	24
12.2.- Protección contra contactos indirectos	25
13.- Puesta a tierra.....	26
13.1.- Uniones a tierra.....	26
13.1.1.- Tomas de tierra	26
13.1.2.- Conductores de tierra	27
13.1.3.- Bornes de puesta a tierra.....	27
13.1.4.- Conductores de protección	27
13.2.- Red de equipotencialidad	28
13.3.- Resistencia de las tomas de tierra	28
13.4.- Revisión de las tomas de tierra.....	28
14.- Presupuesto total	29
15.- Conclusiones	30

1. Antecedentes

Se redacta el presente proyecto de Centro Logístico a petición de Transportes Polo S.A., con N.I.F.: A-90/558762 y domicilio social en c/ Fray Julián Garcés, nº 80, de Zaragoza, y a instancia de la Consejería de Trabajo e Industria, Delegación Provincial de Aragón y del Excmo. Ayuntamiento de Cuarte de Huerva.

2. Objeto del proyecto

El Proyecto tiene por objeto fijar las normas de acuerdo con la reglamentación existente, que deben regir en el montaje de la Instalación Eléctrica en Baja Tensión tanto de Fuerza como de Alumbrado para el nuevo "Centro Logístico de Transporte de Mercancías" que Transportes Polo S.A. pretende construir en Cuarte de Huerva, según ubicación que se define en el plano de emplazamiento que se adjunta.

3. Reglamentación y disposiciones oficiales y particulares.

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Código Técnico de la Edificación, DB SI sobre Seguridad en caso de incendio.
- Código Técnico de la Edificación, DB HE sobre Ahorro de energía.
- Código Técnico de la Edificación, DB SU sobre Seguridad de utilización.
- Código Técnico de la Edificación, DB-HR sobre Protección frente al ruido.
- Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (Real Decreto 2267/2004 de 3 de diciembre)
- Normas Técnicas para la accesibilidad y la eliminación de barreras arquitectónicas, urbanísticas y en el transporte.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

4. Emplazamiento de las instalaciones

La parcela propiedad de Transportes Polo S.A. está situada en la parcela 31 del Polígono Industrial Cuarte de Huerva, ubicada en la dirección avenida de Ebro nº 5. Su situación y emplazamiento exactos se puede comprobar en los planos anexos de situación (Plano nº 1) y de emplazamiento (Plano nº 2).

5. Descripción del local y de la actividad desarrollada

Las instalaciones en las que Transportes Polo S.A. va a desarrollar su actividad tienen una superficie construida total de 2.600 m², que se reparten en una nave rectangular de 60 x 34 m y un edificio de oficinas adjunto de dos plantas de 20 x 14,40 m cada una, como se puede observar en cualquiera de los planos anexos.

El edificio de oficinas es de nueva construcción y consta de dos plantas edificadas. A continuación se adjunta una tabla con las superficies útiles en cada una de las plantas:

ESTANCIA	SUPERFICIE (m2)
PLANTA BAJA	
Zona Administrativa	190 m ²
Despacho-1	21,20 m ²
C. Archivo	13,20 m ²
C. Eléctrico	9,00 m ²
Aseo Minusválidos	6,00 m ²
Aseo Masculino	6,50 m ²
Aseo Femenino	6,50 m ²
Distribuidor	9,20 m ²
C. Limpieza	1,98 m ²
Escalera	3,65 m ²
PLANTA PRIMERA	
Escalera	9,37 m ²
Zona Administrativa	76 m ²
Despacho Dirección	28,50 m ²
Aseo Masculino	4,90 m ²
Aseo Femenino	4,10 m ²
Aseo Dirección	4,20 m ²

Vestíbulo	8,8 m ²
Vestuarios	52 m ²
Dormitorio-1	13 m ²
Dormitorio-2	11,10 m ²
Dormitorio-3	10,25 m ²
Dormitorio-4	11,10 m ²
Dormitorio-5	10,40 m ²
Distribuidor	17,60 m ²

La actividad a desarrollar en este centro de trabajo tendrá dos partes diferenciadas:

- En la Nave Industrial:
 - o Carga-descarga de mercancías transportadas por la flota de camiones y furgoneta para su clasificación mediante sistema de cintas automático y su posterior expedición.
- En el Bloque Administrativo y Servicios:
 - o *Planta Baja:* Gestión, dirección y administración de la llegada, preparación y almacenamiento de mercancías. Contará con un cuarto de servidores, un archivo, despachos, zona administrativa y aseos.
 - o *Planta Primera:* Vestuarios para empleados de nave y zona de descanso para conductores con acceso exclusivo desde el interior de nave. Zona administrativa, despachos y aseos que comunican con la zona administrativa de la planta baja a través de la escalera.

6. Descripción de la instalación de enlace

6.1.- Acometida

Es parte de la instalación de la red de distribución, que alimenta la caja general de protección o unidad funcional equivalente (CGP). Los conductores serán de cobre o aluminio. Esta línea está regulada por la ITC-BT-11.

Dicha acometida es alimentada desde el Centro de Transformación propiedad de la compañía suministradora ENDESA, por lo que no se hace necesario instalar un Centro de Transformación propio.

Cabe señalar que la acometida será parte de la instalación constituida por la Empresa Suministradora, por lo tanto su diseño debe basarse en las normas particulares de ella. En la presente instalación la acometida será una línea subterránea bajo tubo con una longitud de 40 metros.

6.2.- Caja general de protección

Para la protección de la acometida, se instalará adosada a la fachada norte del edificio de oficinas, la Caja General de Protección (CGP), es decir, un conjunto de seccionamiento, protección y medida normalizado por la Compañía

Suministradora, conteniendo en su interior las bases cortacircuitos y sus correspondientes fusibles de alto poder de ruptura (APR) de calibre reglamentarios, en función de la potencia total a contratar.

Se instalará en un nicho en pared, que se cerrará con una puerta metálica, con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50.102, revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno y estará protegida contra la corrosión, disponiendo de una cerradura o candado normalizado por la empresa suministradora. Los dispositivos de lectura de los equipos de medida deberán estar situados a una altura comprendida entre 0,70 y 1,80 m. En el nicho se dejarán previstos los orificios necesarios para alojar los conductos de entrada de la acometida.

Las cajas de protección y medida cumplirán todo lo que sobre el particular se indica en la Norma UNE-EN 60.439 -1, tendrán grado de inflamabilidad según se indica en la norma UNE-EN 60.439 -3, una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 según UNE 20.324 e IK 09 según UNE-EN 50.102 y serán precintables.

La envolvente deberá disponer de la ventilación interna necesaria que garantice la no formación de condensaciones. El material transparente para la lectura será resistente a la acción de los rayos ultravioleta.

Las disposiciones generales de este tipo de caja quedan recogidas en la ITC-BT-13.

6.3.- Equipo de medida

Se dispone para el equipamiento de medida de un Cuadro de Medida en Baja Tensión, también normalizado por la Compañía Suministradora, conteniendo en su interior un contador electrónico multifunción, con capacidad para medir energía activa (con cualquier tipo de tarifa y maxímetro), energía reactiva y función de interruptor horario, así como los correspondientes transformadores de intensidad y regleta de comprobación.

El cableado de los equipos de medida se realizará según normas de la Compañía Suministradora.

6.4.- Derivación Individual

Es la parte de la instalación que, partiendo de la caja de protección y medida, suministra energía eléctrica a una instalación de usuario. Comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección. Está regulada por la ITC-BT-15.

La derivación individual de dicha instalación es a través de una red subterránea bajo tubo. Los conductores que se utilizan son de cobre, aislados y unipolares, siendo su tensión asignada 0,6/1 kV. Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. La sección de dicho cable es $4 \times 1 \times 240 + T \times 120 \text{ mm}^2$, el cual es capaz de soportar una intensidad de 440 A, y su longitud son 6 metros.

La caída de tensión máxima admisible será, para el caso de derivaciones individuales en suministros para un único usuario en que no existe línea general de alimentación, del 1,5 %.

6.5.- Dispositivos generales e individuales de mando y protección

Los dispositivos generales de mando y protección se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual. En la presente instalación se colocará un interruptor automático tetrapolar en cabecera para asegurar la protección general de la instalación. Dicho interruptor se denomina Interruptor General de Automático y es de 400 A regulable a 400 A.

Los dispositivos individuales de mando y protección de cada uno de los circuitos, que son el origen de la instalación interior, se instalarán tanto dentro del Cuadro General de Distribución, como dentro de otra serie de cuadros secundarios separados entre sí.

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1 y 2 m.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439 -3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102.

El instalador fijará de forma permanente sobre el cuadro de distribución una placa, impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha en que se realizó la instalación, así como la intensidad asignada del interruptor general automático.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán, como mínimo:

- Un interruptor general automático que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos (según ITC-BT-22). Tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4,5 kA como mínimo. En nuestra instalación, como ya se ha citado anteriormente, es de 400 A regulable a 400 A.
- Un interruptor diferencial general, de intensidad asignada superior o igual a la del interruptor general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos (según ITC-BT-24). Se cumplirá la siguiente condición:

$$Ra \times Ia \leq U$$

Donde:

- "Ra" es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- "Ia" es la corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de protección (corriente diferencial-residual asignada).
- "U" es la tensión de contacto límite convencional (50 V en locales secos y 24 V en locales húmedos).

En la presente instalación se instalará un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, por lo que se puede prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos. En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

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. Además se instalarán los siguientes dispositivos de protección individuales:

- Dispositivos de corte onipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores (según ITC-BT-22).
- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23.

7.- Descripción de la instalación interior

7.1.- Clasificación y características de las instalaciones según riesgo de las dependencias de los locales

7.1.1.- Locales de pública concurrencia

No se tiene en consideración de aplicación lo indicado en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-028 referente a la consideración del recinto como "Local de Pública Concurrencia", ya que aun considerándose como un "centro de trabajo" privado la capacidad de ocupación de personas ajenas al mismo es inferior a 100 personas.

De todas formas, se ha tenido en cuenta la "Reglamentación de Protección Contra Incendios en Establecimientos Industriales", dotando la instalación en cuestión con alumbrado de emergencia (evacuación y anti-pánico), además del uso de cable con denominación comercia Cero Halógenos, es decir, no propagador de incendios y con emisión de humos y opacidad reducida y canalizaciones no propagadoras de la llama para las principales líneas.

7.1.2.- Locales con riesgo de incendio o explosión

No se requiere la instalación de equipos susceptibles de originar una atmósfera explosiva, por consiguiente y en referencia a la Clasificación de Emplazamientos por la existencia de Riesgo de Incendio y/o Explosión (siendo de aplicación lo prescrito en la ITC-BT-29 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión) por la presencia de gases, sustancias inflamables y vapores, y por consiguiente, la existencias de "atmósferas potencialmente explosivas", cabe decir que en el emplazamiento descrito no se prevé la existencia de estancias consideradas como "Clasificadas", por lo que no es aplicación la ITC-BT-29.

7.1.3.- Locales húmedos

Según la ITC-BT-30 en su apartado primero "Instalaciones en Locales Húmedos", los únicos locales en los que se puede producir de forma momentánea condensación en el techo o paredes son los Vestuarios, situados en la planta primera del edificio de Oficinas.

El material eléctrico instalado en esta dependencia cumplirá con lo especificado en esta ITC en lo que se refiere a las características de:

- Canalizaciones eléctricas: Se llevarán bajo tubos y serán empotradas, siguiendo lo especificado en la ITC-BT-21.
- Aparamenta: Presentará protección a la caída vertical de gotas de agua (IPx1), siendo sus cubiertas y partes accesibles no metálicas.

- Receptores de alumbrado: Al igual que la aparamenta, estarán protegidos contra la caída vertical de agua (IPx1) y no serán de clase 0. No se proyecta la utilización de receptores de alumbrado portátiles.

7.1.4.- Locales mojados

No se tiene en consideración de aplicación lo indicado en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-030 referente a la consideración del recinto como "Local de Características Especiales", ya que no existe ningún local de estas características.

7.1.5.- Locales con riesgo de corrosión

No se tiene en consideración de aplicación lo indicado en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-030 referente a la consideración del recinto como "Local de Características Especiales", ya que no existe ningún local de estas características.

7.1.6.- Locales polvorientos sin riesgo de incendio o explosión

No se tiene en consideración de aplicación lo indicado en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-030 referente a la consideración del recinto como "Local de Características Especiales", ya que no existe ningún local de estas características.

7.1.7.- Locales a temperatura elevada

No se tiene en consideración de aplicación lo indicado en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-030 referente a la consideración del recinto como "Local de Características Especiales", ya que no existe ningún local de estas características.

7.1.8.- Locales a muy baja temperatura

No se tiene en consideración de aplicación lo indicado en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-030 referente a la consideración del recinto como "Local de Características Especiales", ya que no existe ningún local de estas características.

7.1.9.- Locales en los que existan baterías de acumuladores

No se tiene en consideración de aplicación lo indicado en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-030 referente a la consideración del recinto como "Local de Características Especiales", ya que no existe ningún local de estas características.

7.1.10.- Estaciones de servicio o garajes

No se tiene en consideración de aplicación lo indicado en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-030 referente a la consideración del recinto como

“Local de Características Especiales”, ya que no existe ningún local de estas características.

7.1.11.- Locales de características especiales

No se tiene en consideración de aplicación lo indicado en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-030 referente a la consideración del recinto como “Local de Características Especiales”, ya que no existe ningún local de estas características.

7.1.12.- Locales para fines especiales

No se tiene en consideración de aplicación lo indicado en las Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT-031, 032, 033, 034, 035, 038 y 039 referente a la consideración del recinto como “Instalaciones con fines especiales”, ya que no existe ningún local de estas características.

7.1.13.- Instalaciones a muy baja tensión

No se tiene en consideración de aplicación lo indicado en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-036 referente a “Instalaciones a muy baja tensión”, ya que no existe ningún local de estas características.

7.1.14.- Instalaciones a tensiones especiales

No se tiene en consideración de aplicación lo indicado en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-037 referente a “Instalaciones a tensiones especiales”, ya que no existe ningún local de estas características.

7.1.15.- Instalaciones generadoras de baja tensión

No se tiene en consideración de aplicación lo indicado en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-040 referente a “Instalaciones generadoras de baja tensión”, ya que no existe ningún local de estas características.

7.2.- Cuadro General de Distribución

El Cuadro garantizará una estanqueidad mínima IP-54 / IK-9, contará con zócalo y estará preparado para la entrada de cables por la parte inferior del mismo. Mostrará debidamente señalizados todos los circuitos que partan de él y contará con un espacio libre para reserva de un 10 %. Incluirá un interruptor automático magnetotérmico de protección general IV de 400 A regulable, 15 kA de poder de corte.

El esquema unifilar de este cuadro puede contemplarse en el plano nº 5 (hoja nº 1) “Esquema unifilar Cuadro General de Distribución”.

7.3.- Cuadro Secundarios

7.3.1.- Cuadro Secundario Climatización

El Subcuadro será metálico estanco IP-54, e incluirá un interruptor automático magnetotérmico de protección general IV de 100 A, regulado a 73 A y 10 kA de poder de corte.

El esquema unifilar puede contemplarse en el plano nº 5 (hoja nº 2) "Esquema Unifilar Cuadro Secundario Climatización".

7.3.2.- Cuadro Secundario Residencia

El Subcuadro será metálico estanco IP-54, e incluirá un interruptor automático magnetotérmico de protección general IV de 16 A, y 4,5 kA de poder de corte.

El esquema unifilar puede contemplarse en el plano nº 5 (hoja nº 3) "Esquema Unifilar Cuadro Secundario Residencia".

7.3.3.- Cuadro Secundario S.A.I.

El Subcuadro será metálico estanco IP-54, e incluirá un interruptor automático magnetotérmico de protección general IV de 32 A, y 6 kA de poder de corte.

El esquema unifilar puede contemplarse en el plano nº 5 (hoja nº 4) "Esquema Unifilar Cuadro Secundario S.A.I.".

7.3.4.- Cuadro Secundario Cinta

El Subcuadro será metálico estanco IP-54 y está destinado para albergar los automatismos que controlan la cinta transportadora que se distribuye a lo largo de toda la nave. Dicha cinta cuenta con la protección general de un interruptor automático magnetotérmico de 160 A regulado a 136 A y 4,5 kA de poder de corte con un relé diferencial de 300 mA de sensibilidad.

El esquema unifilar puede contemplarse en el plano nº 5 (hoja nº 5) "Esquema Unifilar Cuadro Secundario Cinta".

7.4.- Líneas de distribución y canalización

7.4.1.- Conductores

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre estarán siempre aislados. La tensión asignada no será inferior a 450/750 V. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.

El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior (3-5 %) y la de la derivación individual (1,5 %), de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas (4,5-6,5 %).

En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases. No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional.

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>
$S_f \leq 16$	S_f
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

Los cálculos justificativos relativos a la sección adoptada por cada conductor pueden verse en el anexo III "Cálculos".

7.4.2.- Identificación de conductores

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. 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 su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

7.4.3.- Subdivisión de las instalaciones

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, por ejemplo a un sector del edificio, a una planta, a un solo local, etc., para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan.

Toda instalación se dividirá en varios circuitos, según las necesidades, a fin de:

- Evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo.
- Facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.
- Evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

7.4.4.- Equilibrado de cargas

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. El reparto de potencias por cada fase puede observarse en la tabla del apartado 2.5 del Anexo III "Cálculos".

7.4.5.- Resistencia de aislamiento y rigidez eléctrica

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 (Mohm)
MBTS o MBTP	250	$\geq 0,25$
≤ 500 V	500	$\geq 0,50$
> 500 V	1000	$\geq 1,00$

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.

7.4.6.- Conexiones

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación.

Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres componentes.

7.4.7.- Sistema de instalación**7.4.7.1.- Prescripciones generales**

Varios circuitos pueden encontrarse en el mismo tubo o en el mismo compartimento de canal si todos los conductores están aislados para la tensión asignada más elevada.

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 pantallas 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.

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 envoltentes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

7.4.7.2.- Sistema de instalación elegido

La justificación del sistema de instalación elegido ha sido en función del lugar por donde discurran las canalizaciones, empleándose tanto la instalación bajo tubo flexible empotrado en Oficinas, bajo tubo rígido en montaje superficial en Nave o sobre bandeja perforada metálica en montaje superficial en el interior de Nave y por el interior del falso techo en las Oficinas.

Conductores aislados bajo tubos protectores.

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 UNE-EN
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar 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 puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se 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%.
- 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 construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.

- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

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 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. Dichas características serán conformes a las normas de la serie 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.

Conductores aislados en bandeja o soporte de 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.

7.4.8.- Designación de cada circuito

a) Desde el Cuadro General de Distribución:

En el presente apartado se describen las líneas gobernadas desde el Cuadro General de Distribución. El cuadro general de Distribución está preparado para la inclusión de un grupo electrógeno que alimente a los circuitos eléctricos indispensables para el correcto funcionamiento del Centro Logístico. Por este motivo el Cuadro general de Distribución tiene dos embarrados de alimentación uno de red y otro de grupo.

Además también está dotado de previsión para la conexión de un SAI que alimente las tomas de corriente de informática y los equipos electrónicos de seguridad y comunicaciones.

A continuación se muestra una tabla con el nombre de las líneas que parten de este Cuadro General de Distribución. Las que están marcadas en amarillo son aquellas que se conectan al embarrado del grupo electrógeno.

Cuadro General de Distribución						
Circuito	Tipo	Descripción	Tensión (V)	Pot. (W)	Cos ϕ	Longitud (m)
LA1	Alumbrado	Oficina P0.1	230	576	0,9	15
LA2	Alumbrado	Oficina P0.2	230	576	0,9	20
LA3	Alumbrado	Oficina P0.3	230	576	0,9	20
LA4	Alumbrado	Oficina P0.4	230	576	0,9	25
LA5	Alumbrado	Despacho P0	230	432	0,9	12
LA6	Alumbrado	Cuartos P0	230	256	0,9	10
LA7	Alumbrado	Aseos P0	230	312	0,9	25
LA8	Alumbrado	Emergencias P0	230	143	0,9	50
LA9	Alumbrado	Oficina P1.1	230	576	0,9	35
LA10	Alumbrado	Oficina P1.2	230	576	0,9	35
LA11	Alumbrado	Despacho P1	230	432	0,9	35
LA12	Alumbrado	Aseos P1	230	234	0,9	35
LA13	Alumbrado	Escaleras	230	208	0,9	25
LA14	Alumbrado	Emergencias P1 (Oficinas)	230	77	0,9	45
LA19	Alumbrado	Nave 1	230	2800	1	106
LA20	Alumbrado	Nave 2	230	2800	1	99
LA21	Alumbrado	Nave 3	230	2800	1	92
LA22	Alumbrado	Nave 4	230	2800	1	85
LA23	Alumbrado	Nave 5	230	2800	1	78
LA24	Alumbrado	Nave 6	230	2800	1	71
LA25	Alumbrado	Nave 7	230	2800	1	64
LA26	Alumbrado	Nave 8	230	2800	1	57
LA27	Alumbrado	Nave 9	230	2800	1	45
LA28	Alumbrado	Marquesina 1	230	1740	0,9	110
LA29	Alumbrado	Marquesina 2	230	696	0,9	50
LA30	Alumbrado	Marquesina 3	230	1508	0,9	65
LA31	Alumbrado	Rótulo 1	230	1250	1	90
LA32	Alumbrado	Rótulo 2	230	1250	1	50
LA33	Alumbrado	Rótulo 3	230	1250	1	50
LA34	Alumbrado	Emergencia 1 (Nave)	230	486	0,9	150
LA35	Alumbrado	Emergencia 2 (Nave)	230	486	0,9	120
LF5	Fuerza	Puesto trabajo complementario P0.1	230	2000	0,85	30
LF6	Fuerza	Puesto trabajo complementario P0.2	230	2000	0,85	30
LF7	Fuerza	Tomas de corriente impresoras P0	230	2000	0,85	20

Cuadro General de Distribución						
Circuito	Tipo	Descripción	Tensión (V)	Pot. (W)	Cos ϕ	Longitud (m)
LF8	Fuerza	Tomas de corriente Auxiliares P0.1	230	2500	1	30
LF9	Fuerza	Tomas de corriente Auxiliares P0.2	230	2000	1	30
LF10	Fuerza	Máquina expendedora 1	230	3000	0,85	10
LF11	Fuerza	Cafetera 1	230	3000	0,85	10
LF17	Fuerza	Puesto trabajo complementario P1.1	230	2000	0,85	40
LF18	Fuerza	Tomas de corriente impresoras P1	230	2000	0,85	30
LF19	Fuerza	Tomas de corriente Auxiliares P1	230	2500	1	45
LF23	Fuerza	Tomas de corriente II Nave	230	2000	1	75
LF24	Fuerza	Tomas de corriente IV Nave 1	400	6000	1	110
LF25	Fuerza	Tomas de corriente IV Nave 2	400	6000	1	80
LF26	Fuerza	Máquina expendedora 2	230	3000	0,85	20
LF27	Fuerza	Cafetera 2	230	3000	0,85	20
LF28	Fuerza	Muelles 1-14	400	4900	0,85	100
LF29	Fuerza	Muelles 15-25	400	3850	0,85	70
LF31	Fuerza	S.A.I.	400	16000	0,85	5
LD1	Derivación	Derivación C.G.Residencia	400	0	1	20
LD2	Derivación	Derivación C.G.Climatización	400	0	0,85	5
LD3	Derivación	Derivación C.G.Cinta	400	0	0,85	60
LD4	Derivación	Derivación Grupo	400	107106	0,87	30

b) Circuito derivados de Cuadros Secundarios

Se describen a continuación las líneas de fuerza y alumbrado que se derivan de los diferentes cuadros secundarios.

b.1) Circuitos desde "Cuadro Secundario Climatización"

Cuadro Secundario Climatización						
Circuito	Tipo	Descripción	Tensión (V)	Pot. (W)	Cos ϕ	Longitud (m)
CL1	Fuerza	Máquina Administración P0	400	15000	0,85	25
CL2	Fuerza	Fan Coils P0	230	2000	0,85	25
CL3	Fuerza	Recuperador P0	230	500	0,85	25
CL4	Fuerza	Máquina Administración P1	400	10000	0,85	25
CL5	Fuerza	Fan Coils P1	230	1200	0,85	30
CL6	Fuerza	Recuperador P1	230	250	0,85	30

Cuadro Secundario Climatización						
Circuito	Tipo	Descripción	Tensión (V)	Pot. (W)	Cos ϕ	Longitud (m)
CL7	Fuerza	Máquina Residencia	400	7500	0,85	25
CL8	Fuerza	Fan Coils Residencia	230	1200	0,85	35
CL9	Fuerza	Recuperador Residencia	230	500	0,85	35
CL10	Fuerza	Extracción Aseos PB	230	300	0,85	25
CL11	Fuerza	Extracción Aseos P1	230	300	0,85	35
CL12	Fuerza	Extracción Vestuarios	230	300	0,85	40

b.2) Circuitos desde “Cuadro Secundario Residencia”

Cuadro Secundario Residencia						
Circuito	Tipo	Descripción	Tensión (V)	Pot. (W)	Cos ϕ	Longitud (m)
LA15	Alumbrado	Vestuarios	230	366	0,9	20
LA16	Alumbrado	Distribuidores	230	234	0,9	10
LA17	Alumbrado	Dormitorios	230	850	0,9	20
LA18	Alumbrado	Emergencias (Residencia)	230	121	0,9	25
LF20	Fuerza	Toma Corriente Vestuarios	230	2000	1	20
LF21	Fuerza	Toma Corriente Dormitorios	230	3000	1	20
LF22	Fuerza	Toma de Corriente Usos Varios	230	2000	1	20

b.3) Circuitos desde “Cuadro Secundario S.A.I.”

Cuadro Secundario S.A.I.						
Circuito	Tipo	Descripción	Tensión (V)	Pot. (W)	Cos ϕ	Longitud (m)
LD5	Derivación	Derivación S.A.I.	400	15000	0,85	1
LF1	Fuerza	Puesto trabajo informática P0.1	230	2000	0,85	25
LF2	Fuerza	Puesto trabajo informática P0.2	230	2500	0,85	20
LF3	Fuerza	Puesto trabajo informática P0.3	230	2500	0,85	20
LF4	Fuerza	Puesto trabajo informática P0.4	230	2000	0,85	20
LF12	Fuerza	Centralita alarma	230	500	0,85	5
LF13	Fuerza	Centralita incendios	230	500	0,85	5
LF14	Fuerza	Centralita teléfono	230	500	0,85	5
LF15	Fuerza	Puesto trabajo informática P1.1	230	2500	0,85	30
LF16	Fuerza	Puesto trabajo informática P1.2	230	2000	0,85	30

b.4) Circuitos desde “Cuadro Secundario Cinta”

Cuadro Secundario Cinta						
Circuito	Tipo	Descripción	Tensión (V)	Pot. (W)	Cos ϕ	Longitud (m)
LF30	Fuerza	Cinta Transportadora	400	60000	0,85	5

8.- Protección contra sobreintensidades

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

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

A continuación se nombran las distintas protecciones que se tendrán en cuenta para proteger a cada circuito contra sobreintensidades. En el Anexo III “Cálculos”, se exponen los cálculos para justificar la elección de cada elemento de protección:

- a) Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado. El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omipolar con curva térmica de corte, o por cortocircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.
- b) Protección contra cortocircuitos. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados. Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omipolar.

La norma UNE 20.460 -4-43 recoge todos los aspectos requeridos para los dispositivos de protección. La norma UNE 20.460 -4-473 define la aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20.460 -4-43 según sea por causa de sobrecargas o cortocircuito, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión.

9.- Protección contra sobretensiones

9.1.- Categorías de las sobretensiones

Las categorías indican los valores de tensión soportada a la onda de choque de sobretensión que deben de tener los equipos, determinando, a su vez, el valor límite máximo de tensión residual que deben permitir los diferentes dispositivos de protección de cada zona para evitar el posible daño de dichos equipos.

Se distinguen 4 categorías diferentes, indicando en cada caso el nivel de tensión soportada a impulsos, en kV, según la tensión nominal de la instalación.

Tensión nominal de instalación		Tensión soportada a impulsos 1,2/50 (kV)			
<i>Sistemas III</i>	<i>Sistemas II</i>	<i>Categoría IV</i>	<i>Categoría III</i>	<i>Categoría II</i>	<i>Categoría I</i>
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690/1000		8	6	4	2,5

Categoría I

Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija (ordenadores, equipos electrónicos muy sensibles, etc). En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, ya sea en la instalación fija o entre la instalación fija y los equipos, con objeto de limitar las sobretensiones a un nivel específico.

Categoría II

Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija (electrodomésticos, herramientas portátiles y otros equipos similares).

Categoría III

Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad (armarios de distribución, embarrados, apartamentas: interruptores, seccionadores, tomas de corriente, etc, canalizaciones y sus accesorios: cables, caja de derivación, etc, motores con conexión eléctrica fija: ascensores, máquinas industriales, etc).

Categoría IV

Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución (contadores de energía, aparatos de telemedida, equipos principales de protección contra sobreintensidades, etc).

9.2.- Medidas para el control de sobretensiones

Se pueden presentar dos situaciones diferentes:

- Situación natural: cuando no es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias, pues se prevé un bajo riesgo de sobretensiones en la instalación (debido a que está alimentada por una red subterránea en su totalidad). En este caso se considera suficiente la resistencia a las sobretensiones de los equipos indicada en la tabla de categorías, y no se

requiere ninguna protección suplementaria contra las sobretensiones transitorias.

- Situación controlada: cuando es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias en el origen de la instalación, pues la instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados.

También se considera situación controlada aquella situación natural en que es conveniente incluir dispositivos de protección para una mayor seguridad (continuidad de servicio, valor económico de los equipos, pérdidas irreparables, etc.). Este es el caso de la presente instalación, en la cual se instalará una protección contra sobretensiones transitorias y permanentes en el Cuadro General de Distribución.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

Los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación.

9.3.- Selección de los materiales en la instalación

Los equipos y materiales se escogerán de manera que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la tabla anterior, según su categoría.

No obstante, en la instalación del presente proyecto, los equipos y materiales que tengan una tensión soportada a impulsos inferior a la indicada, podrán ser utilizados, debido a la correcta colocación de protecciones contra sobretensiones al inicio de la instalación.

10.- Características de los receptores

10.1.- 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 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 los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio

rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

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 aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

En el anexo I "Estudio de iluminación" se realiza un análisis de la instalación y se exponen los cálculos luminotécnicos para obtener un valor correcto de la iluminación en cada local.

En el anexo III "Cálculos" se exponen los diferentes receptores de alumbrado que existen en la instalación y su posterior cálculo de sección de conductores, dimensionamiento de elementos de protección y cálculo de cortocircuitos de cada línea.

10.2.- Receptores a motor

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan 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 estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45.

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 periodo de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe 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

En el anexo III "Cálculos" se exponen los diferentes receptores a motor que existen en la instalación y su posterior cálculo de sección de conductores, dimensionamiento de elementos de protección y cálculo de cortocircuitos de cada línea.

11.- Alumbrado de emergencia

La iluminación de emergencia, en la zona correspondiente a oficinas, se realizará mediante equipos autónomos formados por:

- lámparas fluorescentes de 11W, con autonomía mínima de 1 hora, 450 lúmenes, capaces de cubrir 90 m². Contarán además con señalización permanente incandescente.

En la distribución de la Nave, se colocarán equipos de 11W encima de cada puerta de salida, así como también pantallas fluorescentes estancas fabricadas en policarbonato de 1x58W con equipo de emergencia, con autonomía de una hora, 1.085 lúmenes en emergencia, empleándose el otro tubo fluorescente para señalización.

Se garantizará un nivel de iluminación mínimo medio de 5 lux en todas las áreas.

Las líneas que alimentan los equipos autónomos de alumbrado de emergencia estarán protegidas por interruptores automáticos magnetotérmicos II, como máximo de 10A de calibre, con el poder de cortocircuito que se obtiene en los cálculos (Anexo III "Cálculos")

12.- Protección contra contactos directos e indirectos

12.1.- Protección contra contactos directos

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 UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen 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 de las barreras o envoltentes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envoltentes 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 envoltentes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envoltentes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envoltentes;
- 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.

12.2.- Protección contra contactos indirectos

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.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

Donde:

- R_a es la suma de las resistencias de la toma de 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 24V).

13.- Puesta 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 sollicitaciones 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 electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

En el anexo III "Cálculos", en el apartado 10, pueden verse los cálculos justificativos de la puesta a tierra, donde también puede verse el sistema utilizado para proteger la instalación.

13.1.- Uniones a tierra

13.1.1.- Tomas de tierra

El electrodo estará compuesto por un conductor de cobre desnudo de 1x35 mm² de sección, enterrado en zanja a una profundidad de 80 cm, dispuesto en forma de anillo alrededor de la Nave y al cual se añadirán cuatro picas de acero cobreado de diámetro 1,4 cm. y una longitud de 2 metros, debidamente clavadas al terreno. Los cálculos justificativos de la red de tierra pueden comprobarse en el Anexo III "Cálculos", en el apartado 10.

13.1.2.- 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.

Tipo	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
<i>Protegido contra la corrosión</i>	Igual a conductores de protección (apartd. 7.4.1)	16 mm ² Cu
<i>No protegido contra la corrosión</i>	25 mm ² Cu	25 mm ² Cu

* 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.

13.1.3.- 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 conductores 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.

13.1.4.- 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:

Sección conductores fase (mm²)	Sección conductor de protección (mm²)
$S_f \leq 16$	S_f
$16 < S_f \leq 35$	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.
- Conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos.
- Conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

13.2.- Red de equipotencialidad

Con el fin de mantener la equipotencialidad de la instalación se conectarán mediante soldadura aluminotérmica, tipo Cadweld o similar, todos los pilares que componen la estructura metálica.

Del mismo modo, se llevará conductor de protección a todos los puntos de luz, bases de enchufe y motores, así como a las bandejas metálicas por las que discurran los conductores que llevarán un cable de cobre desnudo de 35 mm² por todo su recorrido y fijado con grapa metálica como mínimo una vez en cada tramo de bandeja.

13.3.- Resistencia de las tomas de tierra

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

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

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

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

13.4.- Revisión de las tomas de tierra

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por el Director de la Obra o Instalador Autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el

terreno esté más seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.

En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos y los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

14.- Presupuesto total

El presupuesto total de la instalación es de 207.355,46 €.

Se encuentra desglosado en sus correspondientes capítulos y partidas en el cuarto documento del presente proyecto. A continuación se muestra un resumen de dicho presupuesto:

Capítulo	Importe
Capítulo 1 INSTALACIÓN DE ENLACE	1.594,01
Capítulo 2 CUADROS ELÉCTRICOS	15.557,98
Capítulo 3 LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN	35.549,57
Capítulo 4 RECEPTORES Y MECANISMOS	41.247,79
Capítulo 5 RED DE TIERRAS	3.152,19
Capítulo 6 FUENTES SUPLETORIAS DE ENERGIA	40.828,91
Capítulo 7 INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO	9.737,59
Presupuesto de ejecución material	147.668,04
13% de gastos generales	19.196,85
6% de beneficio industrial	8.860,08
Suma	175.724,97
18% IVA	31.630,49
Presupuesto de ejecución por contrata	207.355,46

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de DOSCIENTOS SIETE MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS CON CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS.

15.- Conclusiones

En los capítulos anteriores de esta Memoria se han expuesto todos los detalles que han servido para la realización de este Proyecto, cumpliendo todo lo dispuesto en el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

Acompañan a esta Memoria, los capítulos de Cálculos, Planos y Esquemas y Presupuesto, además de una serie de anexos que se estiman convenientes para su correcta interpretación.

Considerando suficientes los datos reseñados para su estudio por los Organismos Oficiales, se espera que este Proyecto sirva de base para el montaje de la instalación eléctrica y se autorice su puesta en servicio.

Zaragoza, 4 de Mayo del 2011:

Fdo: Alejandro Polo Bamala



PROYECTO ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN CENTRO LOGÍSTICO DE CUARTE DE HUERVA

ANEXO I: Estudio de iluminación

CURSO 2010-2011

AUTOR:

- **Alejandro Polo Bamala**

Proyecto Final de Carrera

Especialidad: Electricidad

E.U.I.T.I. Universidad de Zaragoza

ÍNDICE

1.- Consideraciones previas de cálculo	2
1.1-Criterios generales para la zona interior.....	2
1.2-Criterios específicos para cada zona.	2
1.2.1-Zona administrativa PB	2
1.2.2- Cuarto archivo	3
1.2.3- Cuarto eléctrico.....	3
1.2.4- Despacho 1	4
1.2.5- Aseos PB.....	4
1.2.6- Zona administrativa P1.....	5
1.2.7- Despacho dirección	5
1.2.8- Aseos P1	6
1.2.9- Vestuarios	6
1.2.10- Vestíbulo	7
1.2.11- Distribuidor.....	7
1.2.12- Dormitorio	8
1.2.13- Nave industrial	8
2.- Elección de luminarias.....	9
2.1.- Zona administrativa y despachos.....	9
2.2.- Cuarto archivo y vestuarios	9
2.3.- Cuarto eléctrico	9
2.4.- Distribuidor, vestíbulo y aseos.....	9
2.5.- Dormitorios	10
2.6.- Nave industrial.....	10
2.7.- Rótulos exterior de nave	10
2.8.- Marquesina camiones.....	10
3.- Cálculo del factor de mantenimiento	10
4.- Cálculo del factor de utilización.....	11
5.- Estimación de luminarias a instalar en cada zona	12
6.- Resultados luminotécnicos.....	15
6.1.- Lista de luminarias utilizadas	16
6.2.- Características de cada luminaria.....	17
6.3.- Resultados de cálculo de cada zona del edificio	21
7.- Conclusiones	15

1.- Consideraciones previas de cálculo

1.1-Criterios generales para la zona interior

A continuación se muestran los datos más relevantes que se obtienen de la norma UNE-12464 y del CTE (sección HE3), para el cálculo general de la zona interior. No obstante más adelante se expone las condiciones previas específicas para cada habitáculo del edificio.

- Márgenes de reflectancia:
 - Techo: de 0.6 a 0.9 (Nuestro techo tiene 0.7)
 - Paredes: de 0.3 a 0.8 (Nuestras paredes tienen 0.5)
 - Planos de trabajo: de 0.2 a 0.6 (En nuestro caso es 0.3)
 - Suelo: de 0.1 a 0.5 (Nuestro suelo tiene 0.2)
- Uniformidades:

Tabla 1
Uniformidades y relación entre iluminancias de áreas circundantes inmediatas al área de tarea

Iluminancia de tarea lux	Iluminancia de áreas circundantes inmediatas lux
≥ 750	500
500	300
300	200
≤ 200	E_{tarea}
Uniformidad: $\geq 0,7$	Uniformidad: $\geq 0,5$

- Temperatura de color:

Tabla 3
Grupos de apariencia de color de lámparas

Apariencia de color	Temperatura de color correlacionada T_{CP} K
Cálida	inferior a 3 300 K
Intermedia	3 300 K a 5 300 K
Fría	superior a 5 300 K

1.2-Criterios específicos para cada zona.

1.2.1-Zona administrativa PB

- Referencia norma UNE: 3.2 (Norma UNE 12464-1)

Valores mínimos según norma:

- *Iluminancia media:* 500 lux
- *Deslumbramiento (GR_L):* 19
- *Rendimiento de color:* 80

- *Otras observaciones de la norma:* Trabajar en EPV
 - Valor limite de eficiencia energética: Zona 1 (VEEI=4.5)
 - Calculo Índice K:
 - *Fórmula de cálculo:* $K = \frac{L \cdot A}{H \cdot (L + A)}$
 - L: Longitud del local en metros.
 - A: Anchura del local en metros.
 - H: Distancia del plano de trabajo a las luminarias
$$K = \frac{19,81 \cdot 14,22}{1,75 \cdot (19,81 + 14,22)}$$
 - *Índice K = 4,73*
- Número de puntos mínimo a considerar en el cálculo de la Em: 25 puntos.

1.2.2- Cuarto archivo

- Referencia norma UNE: 3.1 (Norma UNE 12464-1)
- Valores mínimos según norma:
- *Iluminancia media:* 300 lux
 - *Deslumbramiento (GR_L):* 19
 - *Rendimiento de color:* 80
- Valor limite de eficiencia energética: Zona 1 (VEEI=4.5)
 - Calculo Índice K:
 - *Fórmula de cálculo:* $K = \frac{L \cdot A}{H \cdot (L + A)}$
 - L: Longitud del local en metros.
 - A: Anchura del local en metros.
 - H: Distancia del plano de trabajo a las luminarias
$$K = \frac{2,98 \cdot 4,53}{1,75 \cdot (2,98 + 4,53)}$$
 - *Índice K = 1,03*
- Número de puntos mínimo a considerar en el cálculo de la Em: 9 puntos.

1.2.3- Cuarto servidores

- Referencia norma UNE: 1.3.1 (Norma UNE 12464-1)
- Valores mínimos según norma:
- *Iluminancia media:* 200 lux
 - *Deslumbramiento (GR_L):* 25
 - *Rendimiento de color:* 60
- Valor limite de eficiencia energética: Zona 1 (VEEI=4.5)
 - Calculo Índice K:

○ *Fórmula de cálculo:* $K = \frac{L \cdot A}{H \cdot (L + A)}$

- L: Longitud del local en metros.
- A: Anchura del local en metros.
- H: Distancia del plano de trabajo a las luminarias

$$K = \frac{2 \cdot 4,53}{1,75 \cdot (2 + 4,53)}$$

○ *Índice K* = 0,79

- Número de puntos mínimo a considerar en el cálculo de la Em: 4 puntos.

1.2.4- Despacho 1

- Referencia norma UNE: 3.5 (Norma UNE 12464-1)

Valores mínimos según norma:

- *Iluminancia media*: 500 lux
- *Deslumbramiento (GR_L)*: 19
- *Rendimiento de color*: 80
- *Otras observaciones de la norma*: Iluminación controlable

- Valor limite de eficiencia energética: Zona 1 (VEEI=4.5)

- Cálculo Índice K:

○ *Fórmula de cálculo:* $K = \frac{L \cdot A}{H \cdot (L + A)}$

- L: Longitud del local en metros.
- A: Anchura del local en metros.
- H: Distancia del plano de trabajo a las luminarias

$$K = \frac{4,56 \cdot 4,65}{1,75 \cdot (4,56 + 4,65)}$$

○ *Índice K* = 1,32

- Número de puntos mínimo a considerar en el cálculo de la Em: 9 puntos.

1.2.5- Aseos PB

- Referencia norma UNE: 1.2.4 (Norma UNE 12464-1)

Valores mínimos según norma:

- *Iluminancia media*: 200 lux
- *Deslumbramiento (GR_L)*: 25
- *Rendimiento de color*: 80

- Valor limite de eficiencia energética: Zona 1 (VEEI=4.5)

- Cálculo Índice K (común para todos):

○ *Fórmula de cálculo:* $K = \frac{L \cdot A}{H \cdot (L + A)}$

- L: Longitud del local en metros.

- A: Anchura del local en metros.
- H: Distancia del plano de trabajo a las luminarias

$$K = \frac{2,98 * 2,17}{1.75 * (2,98 + 2,17)}$$

- Índice $K = 0,72$
- Número de puntos mínimo a considerar en el cálculo de la Em: 4 puntos.

1.2.6- Zona administrativa P1

- Referencia norma UNE: 3.2 (Norma UNE 12464-1)

Valores mínimos según norma:

- *Iluminancia media*: 500 lux
 - *Deslumbramiento (GR_L)*: 19
 - *Rendimiento de color*: 80
 - *Otras observaciones de la norma*: Trabajar en EPV
 - Valor limite de eficiencia energética: Zona 1 (VEEI=4.5)
 - Cálculo Índice K:
 - *Fórmula de cálculo*: $K = \frac{L * A}{H * (L + A)}$
 - L: Longitud del local en metros.
 - A: Anchura del local en metros.
 - H: Distancia del plano de trabajo a las luminarias
- $$K = \frac{9.56 * 7.83}{1.75 * (9.56 + 7.83)}$$
- Índice $K = 2,46$
 - Número de puntos mínimo a considerar en el cálculo de la Em: 16 puntos.

1.2.7- Despacho dirección

- Referencia norma UNE: 3.5 (Norma UNE 12464-1)

Valores mínimos según norma:

- *Iluminancia media*: 500 lux
- *Deslumbramiento (GR_L)*: 19
- *Rendimiento de color*: 80
- *Otras observaciones de la norma*: Iluminación controlable
- Valor limite de eficiencia energética: Zona 1 (VEEI=4.5)
- Cálculo Índice K:
 - *Fórmula de cálculo*: $K = \frac{L * A}{H * (L + A)}$
 - L: Longitud del local en metros.
 - A: Anchura del local en metros.
 - H: Distancia del plano de trabajo a las luminarias

$$K = \frac{4.56 * 6,28}{1.75 * (4.56 + 6,28)}$$

- Índice $K = 1,51$
- Número de puntos mínimo a considerar en el cálculo de la Em: 9 puntos.

1.2.8- Aseos P1

- Referencia norma UNE: 1.2.4 (Norma UNE 12464-1)

Valores mínimos según norma:

- *Iluminancia media*: 200 lux
- *Deslumbramiento (GR_L)*: 25
- *Rendimiento de color*: 80
- Valor límite de eficiencia energética: Zona 1 (VEEI=4.5)
- Cálculo Índice K (común para todos):
 - *Fórmula de cálculo*: $K = \frac{L * A}{H * (L + A)}$
 - L: Longitud del local en metros.
 - A: Anchura del local en metros.
 - H: Distancia del plano de trabajo a las luminarias

$$K = \frac{3,35 * 1,45}{1.75 * (3,35 + 1,45)}$$

- Índice $K = 0,59$
- Número de puntos mínimo a considerar en el cálculo de la Em: 4 puntos.

1.2.9- Vestuarios

- Referencia norma UNE: 1.2.4 (Norma UNE 12464-1)

Valores mínimos según norma:

- *Iluminancia media*: 200 lux
- *Deslumbramiento (GR_L)*: 25
- *Rendimiento de color*: 80
- Valor límite de eficiencia energética: Zona 1 (VEEI=4.5)
- Cálculo Índice K:
 - *Fórmula de cálculo*: $K = \frac{L * A}{H * (L + A)}$
 - L: Longitud del local en metros.
 - A: Anchura del local en metros.
 - H: Distancia del plano de trabajo a las luminarias

$$K = \frac{14 * 3.92}{1.75 * (14 + 3.92)}$$

- Índice $K = 1,75$

- Número de puntos mínimo a considerar en el cálculo de la Em: 9 puntos.

1.2.10- Vestíbulo

- Referencia norma UNE: 5.2.1 (Norma UNE 12464-1)

Valores mínimos según norma:

- *Iluminancia media*: 300 lux
- *Deslumbramiento (GR_L)*: 22
- *Rendimiento de color*: 80
- Valor limite de eficiencia energética: Zona 1 (VEEI=4.5)

- Cálculo Índice K:

- *Fórmula de cálculo*: $K = \frac{L \cdot A}{H \cdot (L + A)}$
 - L: Longitud del local en metros.
 - A: Anchura del local en metros.
 - H: Distancia del plano de trabajo a las luminarias

$$K = \frac{2.9 \cdot 3.05}{1.75 \cdot (2.9 + 3.05)}$$

- *Índice K* = 0,85
- Número de puntos mínimo a considerar en el cálculo de la Em: 4 puntos.

1.2.11- Distribuidor

- Referencia norma UNE: 5.2.7 (Norma UNE 12464-1)

Valores mínimos según norma:

- *Iluminancia media*: 100 lux
- *Deslumbramiento (GR_L)*: 25
- *Rendimiento de color*: 80
- *Otras observaciones de la norma*: Durante la noche se permiten niveles inferiores de iluminancia media.
- Valor limite de eficiencia energética: Zona 1 (VEEI=4.5)

- Cálculo Índice K:

- *Fórmula de cálculo*: $K = \frac{L \cdot A}{H \cdot (L + A)}$
 - L: Longitud del local en metros.
 - A: Anchura del local en metros.
 - H: Distancia del plano de trabajo a las luminarias

$$K = \frac{1.4 \cdot 12.61}{1.75 \cdot (1.4 + 12.61)}$$

- *Índice K* = 0,72
- Número de puntos mínimo a considerar en el cálculo de la Em: 4 puntos.

1.2.12- Dormitorio

- Valores mínimos según norma:
 - Iluminancia media: 300 lux
 - Deslumbramiento (GR_L): 22
 - Rendimiento de color: 80
- Valor límite de eficiencia energética: Zona 2 (VEEI=12)
- Cálculo Índice K (general para todos):
 - Fórmula de cálculo: $K = \frac{L \cdot A}{H \cdot (L + A)}$
 - L: Longitud del local en metros.
 - A: Anchura del local en metros.
 - H: Distancia del plano de trabajo a las luminarias
$$K = \frac{3.01 \cdot 4.35}{1.75 \cdot (3.01 + 4.35)}$$
 - Índice K = 1,02
- Número de puntos mínimo a considerar en el cálculo de la Em: 9 puntos.

1.2.13- Nave industrial

- Valores mínimos según norma:
 - Iluminancia media: 500 lux
 - Deslumbramiento (GR_L): 22
 - Rendimiento de color: 80
- Valor límite de eficiencia energética: Zona 1 (VEEI=4.5)
- Cálculo Índice K:
 - Fórmula de cálculo: $K = \frac{L \cdot A}{H \cdot (L + A)}$
 - L: Longitud del local en metros.
 - A: Anchura del local en metros.
 - H: Distancia del plano de trabajo a las luminarias
$$K = \frac{59,8 \cdot 34,4}{7,75 \cdot (59,8 + 34,4)}$$
 - Índice K = 2,82
- Número de puntos mínimo a considerar en el cálculo de la Em: 16 puntos.

2.- Elección de luminarias

Dependiendo de cada zona del edificio se va a elegir un tipo de luminaria u otra, dependiendo de cuestiones como la iluminación deseada en el lugar, el diseño que más conviene al tipo de ambiente o la potencia que se quiera instalar en las lámparas que compongan dicha luminaria. A continuación se muestran las diferentes luminarias escogidas, con sus respectivas marcas, para cada zona del edificio y la nave industrial:

2.1.- Zona administrativa y despachos

Se desean colocar luminarias de empotrar fluorescentes de 2x36 W. La marca escogida es INDAL, serie ESTILO, modelo 352-IES-D/EL. Las características más relevantes de esta luminaria son las siguientes:

- Potencia lámparas: 2 x 36 W
- Rendimiento: 65,9%

2.2.- Cuarto archivo y vestuarios

Se desean colocar pantallas fluorescentes estancas de 2x36 W. La marca escogida es INDAL, serie FRONTERA, modelo 402-IFT-Z/EL. Las características más relevantes de esta luminaria son las siguientes:

- Potencia lámparas: 2 x 36 W
- Rendimiento: 64,8%

2.3.- Cuarto servidores

Se desean colocar pantallas fluorescentes estancas de 2x58 W. La marca escogida es INDAL, serie FRONTERA, modelo 652-IFT-Z/EL. Las características más relevantes de esta luminaria son las siguientes:

- Potencia lámparas: 2 x 58 W
- Rendimiento: 64,8%

2.4.- Distribuidor, vestíbulo y aseos

Se desean colocar pantallas downlight con lámpara fluorescente compacta de 1x26 W (vestíbulo y zona del retrete de los aseos) y 2x26 W (distribuidor y zona lavabo de los aseos). La marca escogida es INDAL, serie DUO, modelo 19126EL (para 1x26 W) y modelo 19226EL (para 2x26 W). Las características más relevantes de esta luminaria son las siguientes:

- Potencia lámparas: 1 x 26 W y 2 x 26 W
- Rendimiento: 85,6%

2.5.- Dormitorios

Se desean colocar luminarias de empotrar fluorescentes de 2x36 W y luminarias murales de 1x13 W con interruptor incorporado para las cabeceras de cada cama. La marca escogida para las luminarias de empotrar es INDAL, serie ESTUDIO, modelo 352-IET-M/EL. Las características más relevantes de esta luminaria son las siguientes:

- Potencia lámparas: 2 x 36 W
- Rendimiento: 60,3%

2.6.- Nave industrial

Se desean colocar lámparas de halogenuros metálicos de 400 W. La marca escogida es INDAL, serie IS-40, modelo DVT (ME-400). Las características más relevantes de esta luminaria son las siguientes:

- Potencia lámparas: 1 x 400 W
- Rendimiento: 84%

2.7.- Rótulos exterior de nave

Se desean colocar proyectores para lámpara de halogenuro metálico de 250W. La marca escogida es INDAL, serie Laser IZC, modelo IZC-A (MT-250). Las características más relevantes de esta luminaria son las siguientes:

- Potencia lámparas: 1 x 250 W
- Rendimiento: 79,4%

2.8.- Marquesina camiones

Se desean colocar pantallas fluorescentes estancas de 2x58 W. La marca escogida es INDAL, serie FANTASIA, modelo 652-IFZ-CL/EL. Las características más relevantes de esta luminaria son las siguientes:

- Potencia lámparas: 2 x 58 W
- Rendimiento: 82,6%

3.- Cálculo del factor de mantenimiento

Para el cálculo del factor de mantenimiento hay que tener en cuenta los siguientes factores:

- Tipo de luminaria
- Grado de polvo y suciedad existentes en el local
- Tipo de lámpara utilizada
- Número de limpiezas anuales
- Frecuencia de reposición de lámparas

Por lo tanto, para poder realizar una buena estimación de este coeficiente se van a tener en cuenta las siguientes consideraciones previas:

- Local: Oficina y almacenes
- Ubicación: Afueras de ciudad o pueblo
- Tipo de local: Y
- Tipo de luminaria: 3 (Lámpara con reflector, sistema óptico protegido al polvo)
- Categoría: B

Una vez que tenemos estos datos, se utiliza la siguiente fórmula para estimar el factor de mantenimiento:

$$fm = f. \text{ pérdida flujo lámpara} \times f. \text{ pérdida luminaria} \times f. \text{ pérdida superficie}$$

- Factor pérdida flujo lámpara: Se considera que las lámparas son aptas para su funcionamiento hasta que llegan a un 95% de su flujo nominal. Para valores más bajos que estos, se realizará el cambio de dichas lámparas. Así que este factor será 0,95.
- Factor pérdida luminaria: Para este factor utilizaremos una tabla que relaciona la categoría del edificio (que se ha obtenido mediante las consideraciones previas) y la frecuencia con la que se tiene que limpiar las luminarias. Se decide que las luminarias se van a limpiar cada año y como nuestro edificio es de categoría B, el factor de pérdida de luminaria será 0,86
- Factor de pérdida de superficie del local: Para este factor se utiliza una tabla que relaciona la clase fotométrica de las luminarias, el tipo de local y la frecuencia con la que hay que limpiar la superficie del local. Se considera que se tiene que realizar una limpieza y posible pintado cada 3 años. Entonces, como sabemos que la clase fotométrica es directa y nuestro local es de tipo Y, el factor de pérdida de superficie del local es 0,9.

$$\text{Factor de mantenimiento} = 0,95 \times 0,86 \times 0,9 = 0,735$$

4.- Cálculo del factor de utilización

Para realizar la estimación de este factor se van a utilizar unas tablas para conocer su valor en función del tipo de alumbrado y distribución elegidos y teniendo en cuenta además el índice K de cada local y la reflectancia de suelo, paredes y techos. Los valores obtenidos de dicha tabla para cada uno de los locales se muestran a continuación:

- Zona Administrativa PB: 1,14
- Cuarto archivo: 0,76
- Cuarto servidores: 0,67
- Despacho 1: 0,86
- Aseos PB: 0,62
- Zona Administrativa P1: 1,03
- Despacho dirección: 0,9
- Aseos P1: 0,56
- Vestuarios: 0,94
- Vestíbulo: 0,7

- Distribuidor: 0,62
- Dormitorio: 0,76
- Nave Industrial: 1,07

5.- Estimación de luminarias a instalar en cada zona

Mediante la siguiente fórmula, vamos a realizar una primera estimación de las luminarias necesarias que deberemos instalar en cada una de las diferentes zonas del edificio:

$$N = \frac{E_{media} * S}{\Phi * \eta * f_u * f_m}$$

- N: Número de lámparas a instalar
 - E_{media} : Iluminancia media según norma UNE
 - S: Superficie del habitáculo
 - Φ : Flujo luminoso de la luminaria
 - η : Rendimiento luminaria
 - f_u : Factor de utilización
 - f_m : Factor de mantenimiento
 - **Zona administrativa PB:**
 - *Datos previos:*
 - E_{media} : 500 lux
 - S: 190 m²
 - Φ : 5800 lm
 - η : 65,9%
 - f_u : 1,14
 - f_m : 0,735
- $$N = \frac{500 * 190}{5800 * 0,659 * 1,14 * 0,735} = 30 \text{ luminarias}$$
- **Cuarto archivo:**
 - *Datos previos:*
 - E_{media} : 300 lux
 - S: 13,2 m²
 - Φ : 6700 lm
 - η : 64,8%
 - f_u : 0,76
 - f_m : 0,735
- $$N = \frac{300 * 13,2}{6700 * 0,648 * 0,76 * 0,735} = 2 \text{ luminarias}$$

- **Cuarto servidores:**

○ *Datos previos:*

- E_{media} : 200 lux
- S : 9 m²
- Φ : 10400 lm
- η : 64,8%
- f_u : 0,67
- f_m : 0,735

$$N = \frac{200 * 9}{10400 * 0,648 * 0,67 * 0,735} = 1 \text{ luminaria}$$

- **Despacho 1:**

○ *Datos previos:*

- E_{media} : 500 lux
- S : 21,20 m²
- Φ : 5800 lm
- η : 65,9%
- f_u : 0,86
- f_m : 0,735

$$N = \frac{500 * 21,20}{5800 * 0,659 * 0,86 * 0,735} = 5 \text{ luminarias}$$

- **Aseos PB:**

○ *Datos previos:*

- E_{media} : 200 lux
- S : 6,5 m²
- Φ : 1800 lm
- η : 85,6%
- f_u : 0,62
- f_m : 0,735

$$N = \frac{200 * 6,5}{1800 * 0,856 * 0,62 * 0,735} = 2 \text{ luminarias}$$

- **Zona Administración P1:**

○ *Datos previos:*

- E_{media} : 500 lux
- S : 76 m²
- Φ : 5800 lm
- η : 65,9%
- f_u : 1,03
- f_m : 0,735

$$N = \frac{500 * 76}{5800 * 0,659 * 1,03 * 0,735} = 13 \text{ luminarias}$$

- **Despacho dirección:**

○ *Datos previos:*

- E_{media} : 500 lux
- S : 28,50 m²
- Φ : 5800 lm
- η : 65,9%
- f_u : 0,9
- f_m : 0,735

$$N = \frac{500 * 28,50}{5800 * 0,659 * 0,9 * 0,735} = 6 \text{ luminarias}$$

- **Aseo P1:**

○ *Datos previos:*

- E_{media} : 200 lux
- S : 4,9 m²
- Φ : 1800 lm
- η : 85,6%
- f_u : 0,56
- f_m : 0,735

$$N = \frac{200 * 4,9}{1800 * 0,856 * 0,56 * 0,735} = 2 \text{ luminarias}$$

- **Vestuarios:**

○ *Datos previos:*

- E_{media} : 200 lux
- S : 52 m²
- Φ : 6700 lm
- η : 64,8%
- f_u : 0,94
- f_m : 0,735

$$N = \frac{200 * 52}{6700 * 0,648 * 0,94 * 0,735} = 4 \text{ luminarias}$$

- **Vestíbulo:**

○ *Datos previos:*

- E_{media} : 300 lux
- S : 8,80 m²
- Φ : 3600 lm
- η : 85,6%
- f_u : 0,7

- $f_m: 0,735$

$$N = \frac{300 * 8,80}{3600 * 0,856 * 0,7 * 0,735} = 2 \text{ luminarias}$$

- **Distribuidor:**

- *Datos previos:*

- $E_{media}: 100 \text{ lux}$
- $S: 25,50 \text{ m}^2$
- $\Phi: 1800 \text{ lm}$
- $\eta: 85,6\%$
- $f_u: 0,62$
- $f_m: 0,735$

$$N = \frac{100 * 17,60}{1800 * 0,856 * 0,62 * 0,735} = 3 \text{ luminaria}$$

- **Dormitorio:**

- *Datos previos:*

- $E_{media}: 300 \text{ lux}$
- $S: 13 \text{ m}^2$
- $\Phi: 5800 \text{ lm}$
- $\eta: 60,3\%$
- $f_u: 0,76$
- $f_m: 0,735$

$$N = \frac{300 * 13}{5800 * 0,603 * 0,76 * 0,735} = 2 \text{ luminarias}$$

- **Nave Industrial:**

- *Datos previos:*

- $E_{media}: 500 \text{ lux}$
- $S: 2057,12 \text{ m}^2$
- $\Phi: 32500 \text{ lm}$
- $\eta: 84\%$
- $f_u: 1,07$
- $f_m: 0,735$


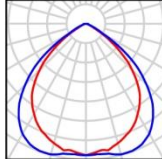

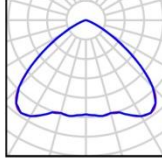

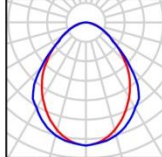

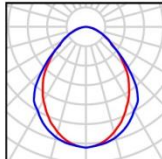

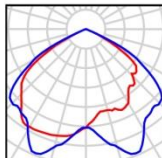

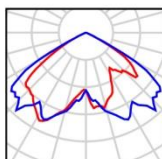

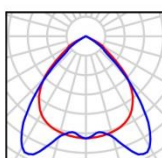
$$N = \frac{500 * 2057,12}{32500 * 0,84 * 1,07 * 0,735} = 48 \text{ luminarias}$$

6.- Resultados luminotécnicos

A continuación se muestra las características técnicas de cada luminaria escogida y posteriormente su distribución y los resultados de cálculo de las diferentes estancias del edificio:

6.1.- Lista de luminarias utilizadas

Proyecto 1 / Lista de luminarias

2 Pieza	<p>INDAL L352ietm_36Fc2M2 352-IET-M-EL Nº de artículo: L352ietm_36Fc2M2 Flujo luminoso de las luminarias: 5800 lm Potencia de las luminarias: 36.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 63 95 99 100 60 Armamento: 2 x FSD-36 (Factor de corrección 1.000).</p>		
63 Pieza	<p>INDAL L400DXr6a400HbM2 IS40-DVT Nº de artículo: L400DXr6a400HbM2 Flujo luminoso de las luminarias: 32500 lm Potencia de las luminarias: 400.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 59 96 100 99 73 Armamento: 1 x ME-400 (Factor de corrección 1.000).</p>		
6 Pieza	<p>INDAL L402IFTz_36Fa2M2 402-IFT-Z-EL Nº de artículo: L402IFTz_36Fa2M2 Flujo luminoso de las luminarias: 6700 lm Potencia de las luminarias: 36.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 59 87 98 100 65 Armamento: 2 x FD-36 (Factor de corrección 1.000).</p>		
1 Pieza	<p>INDAL L652IFTz_58Fa2M2 652-IFT-Z-EL Nº de artículo: L652IFTz_58Fa2M2 Flujo luminoso de las luminarias: 10400 lm Potencia de las luminarias: 58.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 59 87 98 100 64 Armamento: 2 x FD-58 (Factor de corrección 1.000).</p>		
3 Pieza	<p>INDAL Z3102901sM2 19226EL Nº de artículo: Z3102901sM2 Flujo luminoso de las luminarias: 3600 lm Potencia de las luminarias: 26.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 54 94 100 100 82 Armamento: 2 x FSQ-26 (Factor de corrección 1.000).</p>		
9 Pieza	<p>INDAL Z3111901sM2 19126EL Nº de artículo: Z3111901sM2 Flujo luminoso de las luminarias: 1800 lm Potencia de las luminarias: 26.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 50 96 100 100 95 Armamento: 1 x FSQ-26 (Factor de corrección 1.000).</p>		
60 Pieza	<p>INDAL Z8013202sM1 352-IES-D-EL Nº de artículo: Z8013202sM1 Flujo luminoso de las luminarias: 5800 lm Potencia de las luminarias: 36.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 68 99 100 100 63 Armamento: 2 x FSD-36 (Factor de corrección 1.000).</p>		

6.2.- Características de cada luminaria

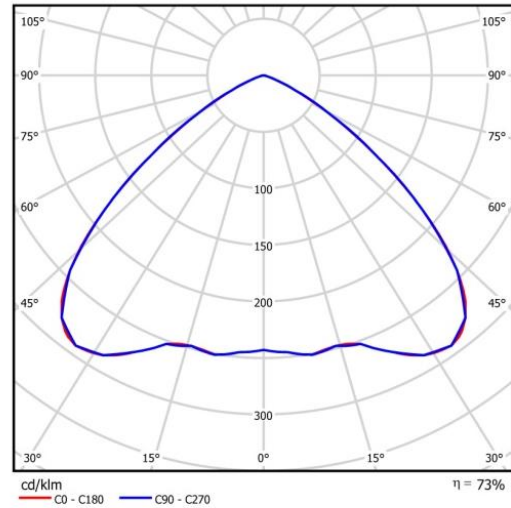
INDAL L400DXr6a400HbM2 IS40-DVT / Hoja de datos de luminarias



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 59 96 100 99 73

Luminarias funcionales y económicas de adosar o suspender con cuatro tipos de reflector simétrico en versión abierta o cerrada para adaptarse a las necesidades de cada instalación con lámpara de vapor de mercurio (M) o sodio alta presión (S) o halogenuros metálicos (H) hasta 400 W. Formadas por un cuerpo y tapas extraíbles de acero galvanizado pintados en colores negro texturado y naranja RAL 2009 brillo. Bandeja que incorpora el equipo eléctrico en acero galvanizado. Reflector en aluminio anodizado (modelos "M" C y "D") o en metacrilato inyectado con prismas de reflexión total (modelo "B"). Sistema de cierre en vidrio sodo-cálcico templado de 4 mm. (modelos "MVL" CVT y "DVT") o protector en metacrilato incoloro (modelo "BM1"). Modelos con reflector de aluminio: IP-21 (abierto); IP-42 (cerrado). IK 05. Clase I. Modelos con reflector de metacrilato: IP-20. IK 05. Clase I..

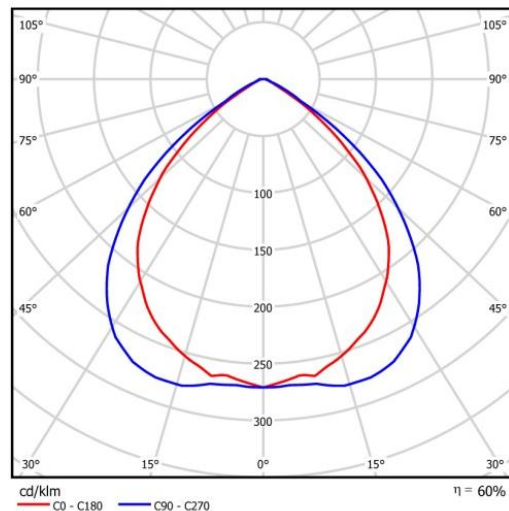
Emisión de luz 1:



Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

INDAL L352ietm_36Fc2M2 352-IET-M-EL / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



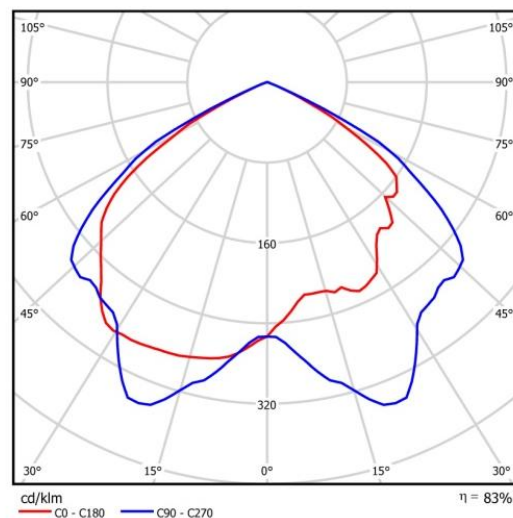
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 63 95 99 100 60

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Luminarias polivalentes para empotrar en techos lisos o modulares de perfil visto u oculto.

INDAL Z3102901sM2 19226EL / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



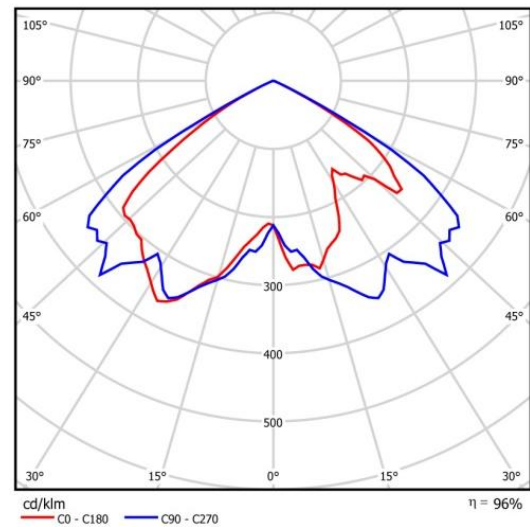
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 54 94 100 100 82

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Doble familia de luminarias 18000 y 19000 para formar un DUO perfecto.

INDAL Z3111901sM2 19126EL / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



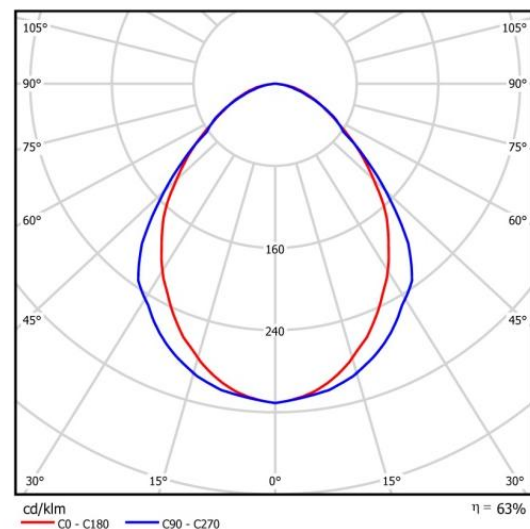
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 50 96 100 100 95

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Doble familia de luminarias 18000 y 19000 para formar un DUO perfecto.

INDAL L652IFTz_58Fa2M2 652-IFT-Z-EL / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 59 87 98 100 64

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Descripción no disponible

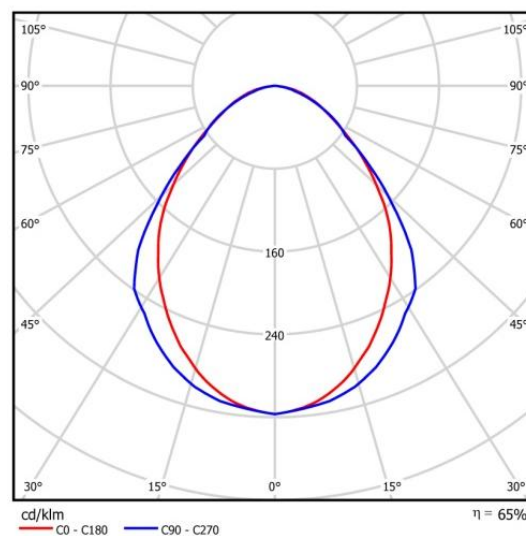
INDAL L402IFTz_36Fa2M2 402-IFT-Z-EL / Hoja de datos de luminarias



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 59 87 98 100 65

Descripción no disponible

Emisión de luz 1:



Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

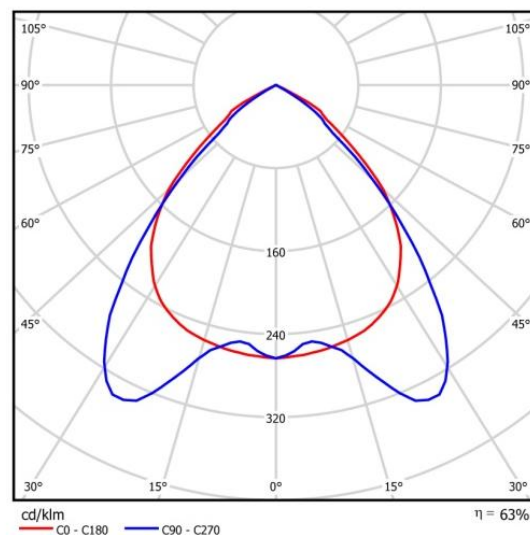
INDAL Z8013202sM1 352-IES-D-EL / Hoja de datos de luminarias



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 68 99 100 100 63

Luminarias de empotrar en falsos techos lisos y modulares de perfil visto u oculto, y versiones específicas para instalar en los techos integrados Indal. Diseñadas para su instalación en espacios con requisitos visuales y luminotécnicos muy elevados.

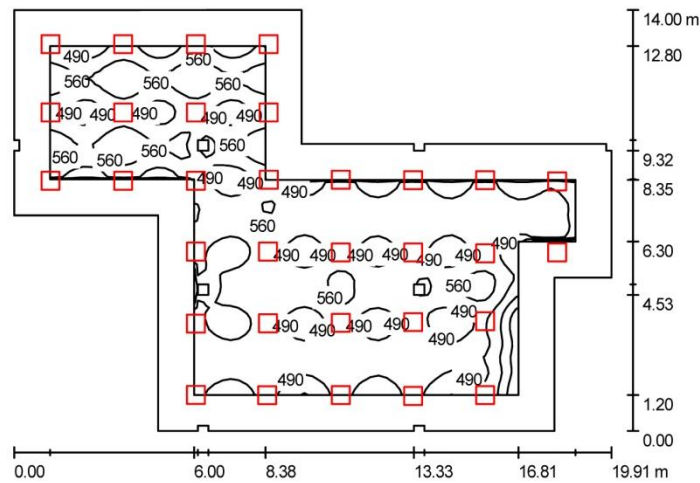
Emisión de luz 1:



Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

6.3.- Resultados de cálculo de cada zona del edificio

Zona Administrativa PB / Resumen



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.73

Valores en Lux, Escala 1:180

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	515	286	613	0.555
Suelo	20	428	121	585	0.282
Techo	70	81	45	103	0.561
Paredes (14)	50	149	46	381	/

Plano útil:

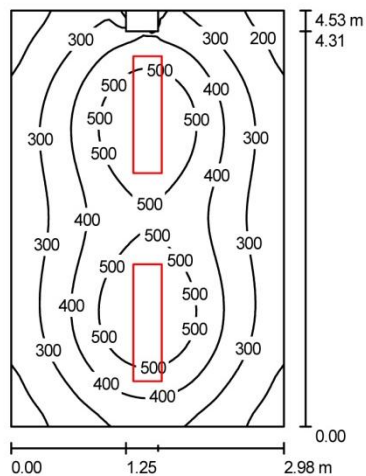
Altura: 0.950 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 1.200 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	32	INDAL Z8013202sM1 352-IES-D-EL (1.000)	5800	36.0
Total:			185600	1152.0

Valor de eficiencia energética: $6.11 \text{ W/m}^2 = 1.19 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 188.67 m^2)

Cuarto Archivo / Resumen



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.73

Valores en Lux, Escala 1:59

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	373	123	600	0.330
Suelo	20	278	125	351	0.449
Techo	70	64	45	124	0.709
Paredes (5)	50	145	49	311	/

Plano útil:

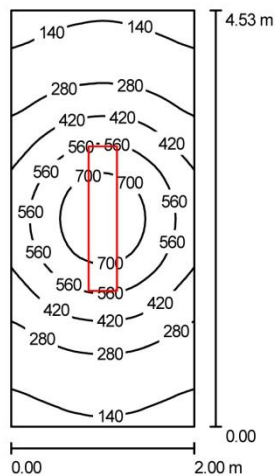
Altura: 0.950 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	2	INDAL L402IFTz_36Fa2M2 402-IFT-Z-EL (1.000)	6700	36.0
Total:			13400	72.0

Valor de eficiencia energética: $5.33 \text{ W/m}^2 = 1.43 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 13.50 m^2)

Cuarto Servidores / Resumen



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.73

Valores en Lux, Escala 1:59

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	380	107	797	0.281
Suelo	20	267	147	400	0.548
Techo	70	68	45	90	0.666
Paredes (4)	50	152	48	419	/

Plano útil:

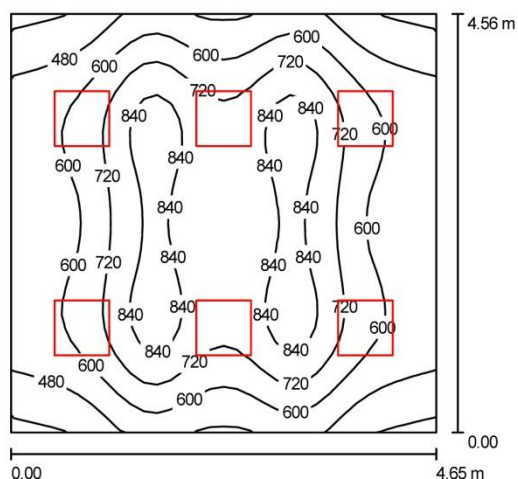
Altura: 0.950 m
Trama: 64 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	1	INDAL L652IFTz_58Fa2M2 652-IFT-Z-EL (1.000)	10400	58.0
Total:			10400	58.0

Valor de eficiencia energética: $6.40 \text{ W/m}^2 = 1.68 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 9.06 m^2)

Despacho 1 / Resumen



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.73

Valores en Lux, Escala 1:59

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	655	334	919	0.511
Suelo	20	533	321	724	0.603
Techo	70	110	84	125	0.765
Paredes (4)	50	245	77	486	/

Plano útil:

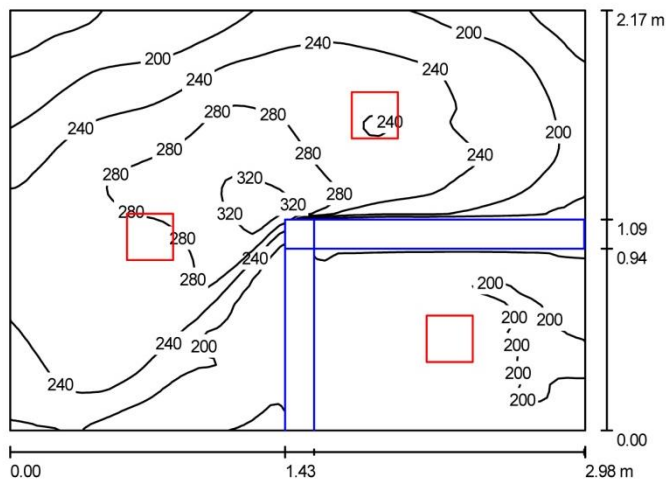
Altura: 0.950 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	6	INDAL Z8013202sM1 352-IES-D-EL (1.000)	5800	36.0
Total:			34800	216.0

Valor de eficiencia energética: $10.19 \text{ W/m}^2 = 1.56 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 21.20 m^2)

Aseos PB / Resumen



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.73

Valores en Lux, Escala 1:28

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	225	142	332	0.632
Suelo	20	114	14	169	0.124
Techo	70	52	16	87	0.310
Paredes (4)	50	125	15	790	/

Plano útil:

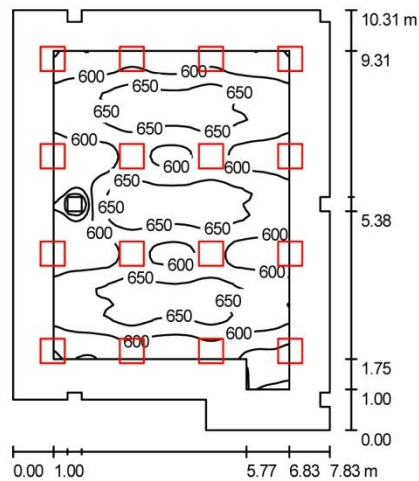
Altura: 0.950 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	3	INDAL Z3111901sM2 19126EL (1.000)	1800	26.0
Total:			5400	78.0

Valor de eficiencia energética: $12.06 \text{ W/m}^2 = 5.37 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 6.47 m^2)

Zona Administrativa P1 / Resumen



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.73

Valores en Lux, Escala 1:133

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	615	473	685	0.769
Suelo	20	492	109	707	0.221
Techo	70	93	53	121	0.576
Paredes (10)	50	178	35	330	/

Plano útil:

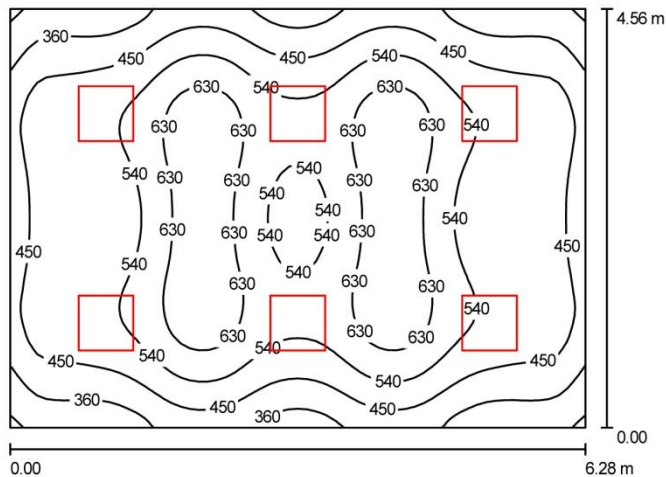
Altura: 0.950 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 1.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	16	INDAL Z8013202sM1 352-IES-D-EL (1.000)	5800	36.0
Total:			92800	576.0

Valor de eficiencia energética: $7.47 \text{ W/m}^2 = 1.21 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 77.15 m^2)

Despacho Dirección / Resumen



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.73

Valores en Lux, Escala 1:59

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	512	257	692	0.502
Suelo	20	423	255	582	0.602
Techo	70	84	63	96	0.756
Paredes (4)	50	183	59	306	/

Plano útil:

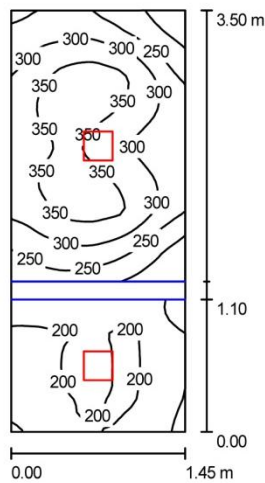
Altura: 0.950 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	6	INDAL Z8013202sM1 352-IES-D-EL (1.000)	5800	36.0
Total:			34800	216.0

Valor de eficiencia energética: $7.54 \text{ W/m}^2 = 1.47 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 28.64 m^2)

Aseos P1 / Resumen



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.73

Valores en Lux, Escala 1:45

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	265	130	375	0.492
Suelo	20	132	17	179	0.127
Techo	70	61	21	84	0.345
Paredes (4)	50	144	14	812	/

Plano útil:

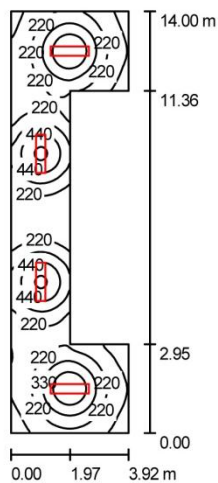
Altura: 0.950 m
Trama: 64 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	1	INDAL Z3102901sM2 19226EL (1.000)	3600	26.0
2	1	INDAL Z3111901sM2 19126EL (1.000)	1800	26.0
Total:			5400	52.0

Valor de eficiencia energética: $10.25 \text{ W/m}^2 = 3.87 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 5.07 m^2)

Vestuarios / Resumen



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.73

Valores en Lux, Escala 1:180

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	265	55	571	0.208
Suelo	20	204	96	301	0.472
Techo	70	47	30	68	0.649
Paredes (8)	50	108	34	309	/

Plano útil:

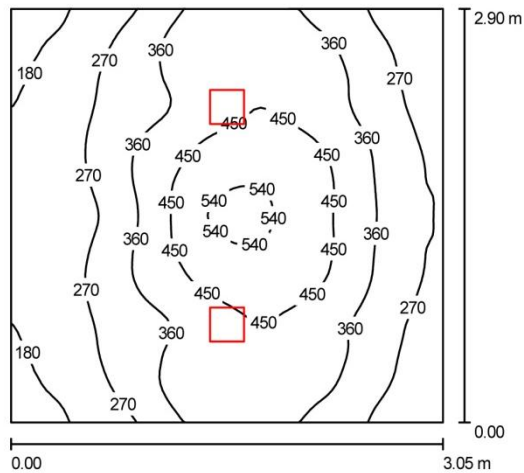
Altura: 0.950 m
Trama: 128 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	4	INDAL L402IFTz_36Fa2M2 402-IFT-Z-EL (1.000)	6700	36.0
Total:			26800	144.0

Valor de eficiencia energética: $3.74 \text{ W/m}^2 = 1.41 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 38.48 m^2)

Vestíbulo / Resumen



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.73

Valores en Lux, Escala 1:38

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	345	154	564	0.445
Suelo	20	233	156	303	0.668
Techo	70	66	45	83	0.678
Paredes (4)	50	156	44	706	/

Plano útil:

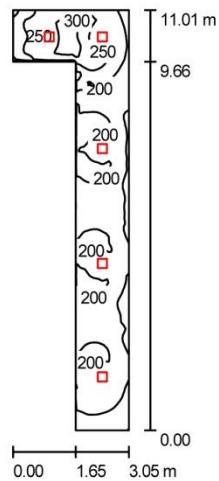
Altura: 0.950 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	2	INDAL Z3102901sM2 19226EL (1.000)	3600	26.0
Total:			7200	52.0

Valor de eficiencia energética: $5.88 \text{ W/m}^2 = 1.70 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 8.84 m^2)

Distribuidor / Resumen



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.73

Valores en Lux, Escala 1:142

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	201	100	320	0.496
Suelo	20	135	83	194	0.614
Techo	70	47	27	100	0.568
Paredes (6)	50	109	28	604	/

Plano útil:

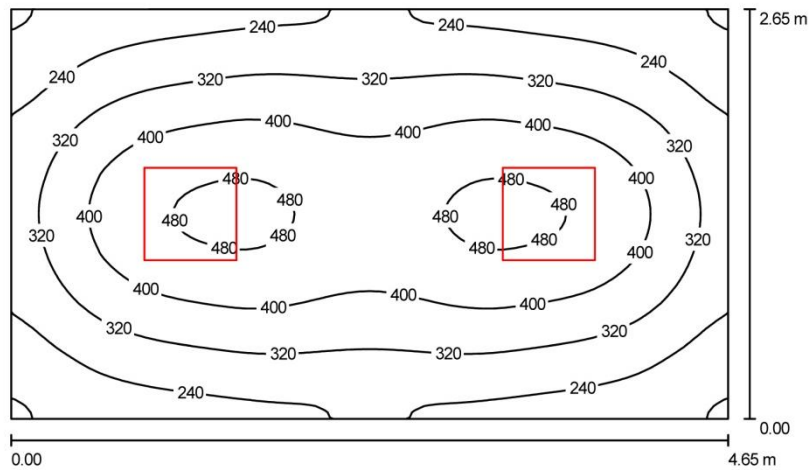
Altura: 0.950 m
Trama: 64 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	5	INDAL Z3111901sM2 19126EL (1.000)	1800	26.0
Total:			9000	130.0

Valor de eficiencia energética: $7.37 \text{ W/m}^2 = 3.67 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 17.64 m^2)

Dormitorio / Resumen



Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.73

Valores en Lux, Escala 1:35

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	339	148	498	0.436
Suelo	20	247	168	318	0.678
Techo	70	53	39	60	0.737
Paredes (4)	50	125	43	250	/

Plano útil:

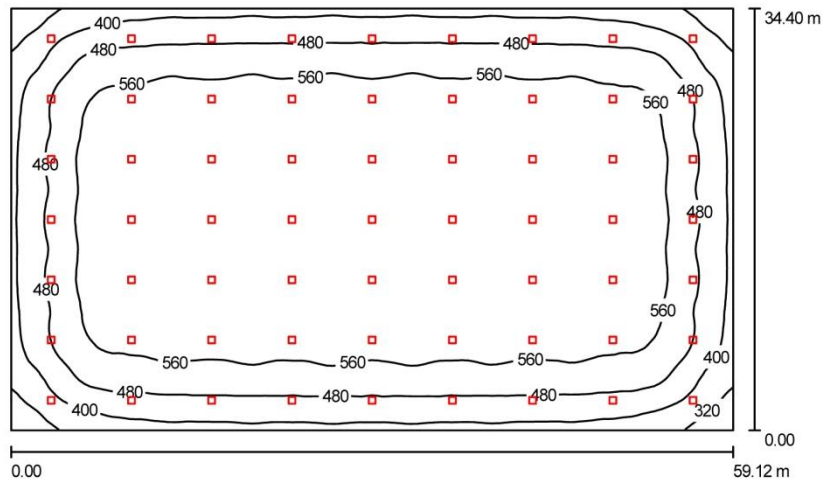
Altura: 0.950 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	2	INDAL L352ietm_36Fc2M2 352-IET-M-EL (1.000)	5800	36.0
Total:			11600	72.0

Valor de eficiencia energética: $5.84 \text{ W/m}^2 = 1.72 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 12.32 m^2)

Nave Industrial / Resumen



Altura del local: 8.700 m, Altura de montaje: 8.700 m, Factor mantenimiento: 0.73

Valores en Lux, Escala 1:442

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	535	258	629	0.483
Suelo	20	524	256	621	0.489
Techo	70	105	75	116	0.714
Paredes (4)	50	214	77	433	/

Plano útil:

Altura: 0.950 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	63	INDAL L400DXr6a400HbM2 IS40-DVT (1.000)	32500	400.0
Total:			2047500	25200.0

Valor de eficiencia energética: $12.39 \text{ W/m}^2 = 2.32 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 2033.73 m^2)

7.- Conclusiones

En los capítulos anteriores de este capítulo se han expuesto de manera general los criterios considerados para el diseño de la iluminación del edificio de oficinas y nave industrial anexa. Además se han incluido los resultados de los cálculos realizados con el programa Dialux en los cuales se incluye una descripción de las características técnicas de las luminarias elegidas para ser instaladas.

Zaragoza, 30 de Marzo del 2011:

Fdo: Alejandro Polo Bamala



PROYECTO ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN CENTRO LOGÍSTICO DE CUARTE DE HUERVA

ANEXO II: Cumplimiento normativa contra incendios

CURSO 2010-2011

AUTOR:

- **Alejandro Polo Bamala**

Proyecto Final de Carrera
Especialidad: Electricidad
E.U.I.T.I. Universidad de Zaragoza

ÍNDICE

1.- Objeto	2
2.- Normativa Legal	2
3.- Descripción de la actividad y clasificación	2
3.1.- Actividad.....	2
3.2.- Clasificación	3
4.- Descripción del edificio	3
5.- Cumplimiento de la normativa vigente	4
5.1.- Aplicación del RSCI-EI-04 (R.D. 2267/2004)	4
5.1.1.- Caracterización del establecimiento. (Anexo 1. Artículo 2)	4
5.1.2.- Nivel de riesgo intrínseco – Carga de fuego (Anexo 1. Artículo 3)	4
5.1.3.- Sectorización (Anexo II. Artículo 2)	6
5.1.4.- Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes (Anexo II. Artículo 4)	6
5.1.5.- Resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramiento (Anexo II. Artículo 5)	7
5.1.6.- Evacuación (Anexo II. Artículo 6).....	7
5.1.7.- Ventilación y eliminación de humos y gases (Anexo II. Artículo 7)	8
5.1.8.- Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios. (Anexo III)	8
5.2.- Aplicación del documento básico "Seguridad en caso de incendio" (DB-SI) del Código Técnico de Edificación (R.D. 314/2006)	9
5.2.1.- Sección SI 1 – Propagación interior	9
5.2.2.- Sección SI 2 – Propagación exterior	10
5.2.3.- Sección SI 3 – Evacuación de ocupantes	10
5.2.4.- Sección SI 4 – Instalaciones de protección contra incendios.....	13
Dotación de instalaciones de protección contra incendios	13
5.2.5.- Sección SI 5 – Intervención de los bomberos.....	13
5.2.6.- Sección SI 6 – Resistencia al fuego de la estructura.....	14
6.- Condiciones generales de la instalación	14
6.1.- Extintores móviles y portátiles	14
6.2.- Sistema automático de detección de incendios	15
6.3.- Sistema manual de alarma	16
6.4.- Señalización	16
6.5.- Sistema de alumbrado de emergencia	17
7.- Condiciones de mantenimiento y uso	17
8.- Conclusión.....	18

1.- Objeto

El presente Anexo, tiene por objeto definir las instalaciones de Protección Contra Incendios del nuevo Centro Logístico que TRANSPORTES POLO S.A pretende construir en Cuarte de Huerva (Zaragoza), según ubicación que se define en el plano de Emplazamiento que se adjunta.

En la Memoria del presente Proyecto se ha descrito la distribución y ubicación de la parcela.

Se engloba en este Anexo la totalidad de los sistemas de prevención, evacuación y extinción del local.

2.- Normativa Legal

Por la actividad y usos a que se destina el establecimiento, son de aplicación las siguientes Normas, Ordenanzas y Reglamentos:

- Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RD 2267/2004).
- Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (RD 1942/93).
- Orden de 16 de abril de 1998 sobre Normas de Procedimiento y Desarrollo del Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios y se revisa el anexo I y los Apéndices del mismo.
- Documento Básico de Seguridad en caso de incendio del Código Técnico de la Edificación (R.D. 314/2006).
- Normas UNE recogidas en los citados Reglamentos, Normas y Ordenanzas.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

3.- Descripción de la actividad y clasificación

3.1.- Actividad

La principal actividad a realizar en esta instalación es la de clasificación de la mercancía que llega a través del transporte por carretera para su reparto.

La clasificación de la mercancía que llega del transporte interurbano para reparto en la zona de influencia de la terminal de transporte, y la que procede de la recogida en esta zona para transporte interurbano; se realizará con la ayuda de un sistema de clasificación automática de mercancías, **no realizándose almacenamiento de mercancía.**

Para todas las actividades se montarán las instalaciones necesarias de acuerdo con la Reglamentación Vigente de Seguridad y Salud en el Trabajo.

No se contempla en la nave ni en la parcela, la realización de labores de mantenimiento de los vehículos destinados a transporte por carretera y reparto, como cambio de aceite, lavado, repostaje, etc.

La actividad a desarrollar en este centro de trabajo tendrá dos partes diferenciadas:

- En la Nave Industrial:
 - Carga-descarga de mercancías transportadas por la flota de camiones y furgoneta para su clasificación mediante sistema de cintas automático y su posterior expedición.
- En el Bloque Administrativo y Servicios:
 - *Planta Baja:* Gestión, dirección y administración de la llegada, preparación y almacenamiento de mercancías. Contará con un cuarto de servidores, un archivo, despachos, zona administrativa y aseos.
 - *Planta Primera:* Vestuarios para empleados de nave y zona de descanso para conductores con acceso exclusivo desde el interior de nave. Zona administrativa, despachos y aseos que comunican con la zona administrativa a través de la escalera.

Según datos de Transportes Polo, el personal empleado para el desarrollo de la actividad, se refleja a continuación:

- Nave Industrial: se prevé aproximadamente 10 empleados por turno para el desarrollo de la actividad correspondiente (el número de conductores no se considera como ocupación en este cuerpo constructivo por no desarrollar ninguna actividad en su interior).
- En el Bloque Administrativo y Servicios: para el desarrollo de la actividad administrativa y comercial se prevé aproximadamente un número de 25 trabajadores. Por otro lado en vestuarios y aseos de zona de conductores se estima un movimiento de 10 empleados por turno (mismos que la Nave).

Por tanto la ocupación total que se estima será de 35 personas.

3.2.- Clasificación

De acuerdo con la normativa vigente al respecto, la actividad a desarrollar en el conjunto del edificio se clasifica como **USO INDUSTRIAL**.

4.- Descripción del edificio

La actividad que TRANSPORTES POLO S.A. desarrollará en las instalaciones proyectadas se realiza en los dos cuerpos constructivos anteriormente explicados. Las características constructivas, así como la distribución de superficies se detallan en la presente memoria. A continuación se hace un resumen de las superficies construidas:

PLANTA	ZONA / ACTIVIDAD / USO	SUP. CONSTRUIDA (m ²)
BAJA	EDIFICIO OFICINAS	298
PRIMERA	EDIFICIO OFICINAS	298
BAJA	NAVE	2117
TOTAL		2.713

Lo que hace una superficie construida total de edificación de **2.713 m²** que en planta es de **2415 m²**.

La superficie del resto de la parcela, se destina a playa de maniobra para camiones y para aparcamientos.

5.- Cumplimiento de la normativa vigente

De acuerdo con la clasificación del edificio como **USO INDUSTRIAL**, las medidas correctoras, sistemas e instalaciones de protección contra incendios vendrán determinados por la aplicación del **Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales (RSCI-EI-04)**.

5.1.- Aplicación del RSCI-EI-04 (R.D. 2267/2004)

5.1.1.- Caracterización del establecimiento. (Anexo 1. Artículo 2)

Edificación industrial aislada ocupando parte de una parcela, situada a más de 3 m. de otros establecimientos. Por tanto la edificación se clasifica como edificio **TIPO C**.

5.1.2.- Nivel de riesgo intrínseco – Carga de fuego (Anexo 1. Artículo 3)

El nivel de riesgo intrínseco, viene determinado por el valor de la carga de fuego, ponderada y corregida de cada uno de los sectores en que se divide el establecimiento, en función de su superficie y uso.

A efectos de determinar la densidad de carga de fuego del establecimiento industrial, se consideran *dos* zonas o sectores claramente diferenciados:

- Edificio 1 – Bloque Administrativo y Servicios
- Edificios 2 – Nave Terminal Muelles

Zona 1 – Bloque Administrativo y Servicios

Para el cálculo del nivel de riesgo de esta zona, se puede utilizar la clasificación según la tabla 1.2, como asimilable a oficinas técnicas. Los valores de densidad de carga de fuego y riesgo de activación son:

$$Q_s = 144 \text{ Mcal/m}^2.$$

$$R_a = 1 \text{ (Bajo)}$$

De acuerdo con la tabla 1.3, el nivel de riesgo intrínseco se clasifica como:

BAJO, GRADO 2 ($100 < Q_s \leq 200$)

Zona 2 – Nave Terminal Muelles

No se realiza almacenamiento de mercancías, tan sólo se produce el movimiento de mercancías para su clasificación y posterior reparto.

Aplicamos el cálculo considerando la estimación de movimiento de mercancías. Se estima que el volumen máximo de mercancía que puede estar en movimiento es de 2000 m³.

Toda esta mercancía es tratada a pie de solera, no existiendo en ningún momento acopio en altura.

El volumen de mercancía considerada incombustible es debido a las partes de materiales:

- Metálicos: pequeños electrodomésticos y piezas mecánicas.
- Vegetales y otros: p.e. flores, conservas,....

MATERIA	%	Vi (m3)	qi (Mcal/m3)	Ra	ci	Vi*qi*ci*Ra
Muebles Madera	15%	300	192	1,5	1	86.400
Materias Sintéticas Plástico/Polietil	10%	200	192	1,5	1,3	74.880
Papelería - Papel	10%	200	264	2	1	105.600
Prendas vestir - Textil	20%	400	96	1	1,3	49.920
Materiales Incombustibles	45%	900	10	1	1	9.000

$\Sigma = 325.800 \text{ Mcal}$

Considerando una superficie construida total de nave de 2.117 m², se obtiene: $Q_s = 153.9 \text{ Mcal/m}^2$.

Con todo ello, el riesgo intrínseco resultante es:

BAJO GRADO 2 ($100 < Q_s < 200 \text{ Mcal/m}^2$.)

Nivel de riesgo intrínseco del establecimiento industrial

En la tabla adjunta, se resumen los datos de niveles de riesgo de cada una de las zonas y sectores contemplados:

ZONA	SUPERFICIE m2.	Qs (Mcal/m2.)	NIVEL DE RIESGO
BLOQUE ADMINISTRATIVO Y SERVICIOS	596	144	BAJO – GRADO 2
NAVE TERMINAL MUELLES	2117	153.9	BAJO – GRADO 2

En base a estos datos, la densidad de carga de fuego para el conjunto del establecimiento industrial será:

$$Q_s = \frac{2117 * 153.9 + 596 * 144}{2117 + 596} = 151,7 \text{ Mcal/m}^2$$

De acuerdo con la tabla 1.3, el nivel de riesgo intrínseco del conjunto de la edificación industrial se clasifica como:

BAJO GRADO 2 (100 < Qs < 200 Mcal/m².)

5.1.3.- Sectorización (Anexo II. Artículo 2)

De acuerdo con los niveles de riesgo indicados, se proyecta la realización de los siguientes sectores de incendio:

- Sector 1 – Bloque Administrativo y Servicios
- Sector 2 – Nave industrial

Según la tabla 2.1 del RSCI-EI, en función de la clasificación constructiva del edificio (TIPO C) y del nivel de riesgo intrínseco de cada zona o sector, la superficie máxima de los sectores de incendio será:

ZONA / SECTOR	NIVEL DE RIESGO	SUPERFICIE SECTOR (m².)	SUPERFICIE MAXIMA ADMISIBLE SECTOR (m².)
SECTOR 1 BLOQUE ADMINISTRATIVO Y SERVICIOS	BAJO – GRADO 2	596	6.000
SECTOR 2 NAVE TERMINAL MUELLES	BAJO – GRADO 2	2.117	6.000

El edificio destinado a servicios y oficinas (sector 1), al ser su superficie superior a 250 m²., constituye sector de incendio independiente (según establece el art. 3 compatibilidad reglamentaria) y será de aplicación lo dispuesto en el CTE-DB-SI.

5.1.4.- Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes (Anexo II. Artículo 4)

En el edificio de **Bloque Administrativo y Servicios (Sector 1)**, es de aplicación la DB-SI-CTE. Según la Sección SI 1, apartado 1 (tabla 1.2) de la citada norma, para uso administrativo en plantas sobre rasante, con altura máxima del edificio 15 m., la estabilidad al fuego requerida a los elementos estructurales será EI-60.

Para la estabilidad al fuego de los elementos estructurales portantes de la **Nave (Sector 2)**, dado que se trata de una nave industrial en planta baja y que los elementos portantes se reducen a la estructura principal de una cubierta ligera y

sus soportes en planta baja, es de aplicación la tabla 2.3 según se indica en el apartado 4.2.2., por lo tanto NO SE EXIGE estabilidad al fuego.

Por lo tanto, la estabilidad al fuego de los elementos estructurales portantes para los sectores de incendio indicados, es:

ZONA / SECTOR	NIVEL DE RIESGO	PLANTA SOBRE RASANTE
SECTOR 1 - BLOQUE ADMINISTRATIVO Y SERVICIOS	BAJO - GRADO 2	EI - 60
SECTOR 2 - NAVE	BAJO - GRADO 2	NO SE EXIGE

5.1.5.- Resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramiento (Anexo II. Artículo 5)

- Apartado 5.1: La pared de separación entre los sectores de incendio indicados, según lo indicado en la tabla 2.2 tiene que ser REI-30, pero dado que en el Sector 2 es de aplicación el CTE-DB-SI, dicha pared tiene que ser **REI-60**.
- Apartado 5.3: Las fachadas del sector de incendios nº 1 colindantes con las del sector de incendios nº 2 tienen que cumplir con el grado de resistencia al fuego mínimo **REI-30** minutos en al menos una franja de 1 m., según establece este apartado.
- Apartado 5.4: De igual forma, el muro de separación entre ambos sectores, se prolonga más de 1 m. por encima de la cubierta colindante entre ambos sectores de incendio.
- Apartado 5.6: Las puertas de paso entre los sectores de incendio citados deben tener un grado de resistencia al fuego de al menos **EI₂-30-C5**.
- Apartado 5.7: Los pasos de mazos y bandejas de cables eléctricos que atraviesan los sectores de incendio establecidos deben tener una serie de recubrimientos que aseguren la consecución del grado **REI-60** requerido al muro de sectorización que atraviesan.

5.1.6.- Evacuación (Anexo II. Artículo 6)

- Apartado 6.1: La ocupación del establecimiento industrial se calcula en base a:

$$P = 1,10 \times p \text{ (para } p < 100 \text{ personas)}$$

En este caso, el número máximo de personas por turno que pueden ocupar los sectores indicados, son:

- Sector 2 (Nave): 10 personas

Por lo tanto, a efectos de evacuación el número de personas a tener en cuenta será:

- Sector 2 (Nave): $P = 10 \times 1,10 = 11$ personas

- Apartado 6.4: La distancia máxima de los recorridos de evacuación, para los distintos sectores de incendios será:
 - Sector 2: Riesgo **BAJO**, máxima distancia: 50 m.

A tal efecto, se dispone de un total de 3 puertas de salida en el sector, con un ancho de 0,80 m. cada una de ellas, con lo que se obtiene:

- Ancho de puertas necesario según DB-SI-CTE (SI-3, apartado 4, Tabla 4.1): Sector nº 2: $A = P/200 = 0,055 \text{ m. (0,80 m)}$

5.1.7.- Ventilación y eliminación de humos y gases (Anexo II. Artículo 7)

En la nave, según el artículo 7.1 del apéndice 2 del Reglamento, dado que el nivel de riesgo intrínseco es bajo, no es necesario que el establecimiento industrial disponga de un sistema de evacuación de humos.

5.1.8.- Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios. (Anexo III)

De acuerdo con el articulado recogido en el Apéndice 3 y en base a las características, sectores de incendio y niveles de riesgo de los mismos, los sistemas e instalaciones de protección activa contra incendios necesarios, son los siguientes:

Nave industrial

- Sistema manual de alarma de incendios: se instalará un pulsador junto a cada salida de evacuación del sector de incendio, y la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador no superará los 25 m.
- Extintores de incendios: se instalarán extintores de eficacia mínima 21A según la *Tabla 3.1. del Artículo 8* del RSCI-EI-04.
- Instalación de alumbrado de emergencia: debe cumplir las siguientes características:
 - Será fija, estará provista de fuente propia de energía y entrará automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo del 70 % de su tensión nominal de servicio.
 - Mantendrá las condiciones de servicio durante una hora, como mínimo, desde el momento en que se produzca el fallo.
 - Proporcionará una iluminancia de un lx, como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación.
 - La iluminancia será, como mínimo, de cinco lx en los espacios definidos en el apartado 16.2 del Anexo 3.
 - La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea menor que 40.
 - Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión de paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que comprenda la reducción del rendimiento luminoso debido al envejecimiento de las lámparas y a la suciedad de las luminarias.
- Señalización: Se señalizarán las salidas de uso habitual o de emergencia así como los medios de protección contra incendios de utilización manual.

5.2.- Aplicación del documento básico "Seguridad en caso de incendio" (DB-SI) del Código Técnico de Edificación (R.D. 314/2006)

El presente apartado tiene por objeto establecer y justificar las condiciones que debe reunir la zona del establecimiento industrial destinada a uso de oficinas generales (uso administrativo) y que de acuerdo con el Art. 3 del RSCI-EI-04 (compatibilidad reglamentaria), al ser la superficie construida mayor de 250 m²., es preceptiva la aplicación del Documento Básico "Seguridad en caso de Incendio" del Código Técnico de la Edificación (CTE-DB-SI).

5.2.1.- Sección SI 1 – Propagación interior

Compartimentación en sectores del edificio

El Bloque Administrativo y Servicios ocupa una superficie total de 596 m²., distribuida en 2 plantas (Planta Baja y Primera).

Por lo tanto, al ser su superficie menor de 2.500 m²., todo el edificio constituye *un único sector* de incendio.

Respecto a la *Resistencia al fuego* de paredes, techos y puertas delimitadores de sectores de incendio, se cumple con lo establecido en la *tabla 1.2 de la sección SI-1 del CTE-DB-SI*:

	Paredes y techos	Puertas
Plantas sobre rasante	EI - 60	EI ₂ -30-C5

La altura máxima de evacuación de las plantas sobre rasante es menor de 15 m.

Locales y zonas de riesgo especial

En el presente edificio, se consideran como locales de riesgo especial el cuarto de servidores en planta baja. Según la tabla 2.1 de la Sección SI-1, se considera de riesgo bajo. Dicho recinto cumple las siguientes condiciones que se exponen en la tabla 2.2 de la Sección SI-1:

- La longitud del recorrido de evacuación hasta alguna salida de los mismos es inferior a 25 m.
- Dispone de paredes y techos EI-90 minutos y elementos estructurales R-90.
- La puerta es EI₂ 45-C5 y se abre hacia el exterior del recinto.

Reacción al fuego de los elementos constructivos

Las clases de *reacción* al fuego de los elementos constructivos serán de acuerdo con lo establecido en la *tabla 4.1 de la sección SI-1 del CTE-DB-SI*:

- Revestimientos de paredes y techos: C-s2,d0.
- Revestimiento de suelos: E_{FL}.

En los patinillos, falsos techos y suelos elevados se cumplirá:

- Revestimientos de paredes y techos: B-s3,d0.

- Revestimiento de suelos: B_{FL}-s2.

Y en los recintos de riesgo especial:

- Revestimientos de paredes y techos: B-s1,d0.
- Revestimiento de suelos: B_{FL}-s1.

5.2.2.- Sección SI 2 – Propagación exterior

Medianeras y fachadas

La edificación descrita no linda con ningún otro edificio.

En los casos en los que se produce el encuentro de dos fachadas pertenecientes a distintos sectores de incendio se garantiza que la separación entre los puntos de las fachadas que no sean al menos *EI-60* será como mínimo de 2 metros en fachadas a 90° y de 0,5 metros en fachadas a 180°. Esto sucede en el encuentro entre los sectores nave y oficinas.

Del mismo modo, en los encuentros forjado-fachada correspondientes a sectores diferentes también se respeta la existencia de una franja de al menos 1 metro y *EI-60* medida sobre el plano vertical de la fachada.

Debido a que las ventanas distribuidas por la fachada del edificio ocupan más de un 10 % de la superficie de ésta y dado que su arranque es accesible al público, serán B-s3, d2.

Cubiertas

De cara a limitar el riesgo de propagación exterior del incendio por la cubierta, se prolonga la medianería entre los sectores de nave y oficina al menos 0,60 m por encima del acabado de cubierta.

5.2.3.- Sección SI 3 – Evacuación de ocupantes

Cálculo de la ocupación

Según establece la Sección SI 3 (Apartado 2, Tabla 2.1) se tienen en consideración las siguientes densidades de ocupación:

- *Uso administrativo – zonas de oficinas*: 1 persona cada 10 m².
- *Archivos*: 1 persona cada 40 m².
- *Vestuarios*: 1 persona por cada 2 m²

Para las habitaciones destinadas a dormitorios se computa el número de camas, que da la opción más restrictiva (2 personas por habitación)

Las zonas de ocupación ocasional y accesibles únicamente a efectos de mantenimiento (servicios, cuarto servidores y cuarto de limpieza) se considera que tienen ocupación nula.

En el cuadro adjunto se resume la ocupación máxima prevista, en base a los valores de densidad indicados.

PLANTA	USO	SUP. ÚTIL (m ²)	Ocupación máxima (P)
BAJA	Zona Administrativa	190	19
	Despacho 1	21,20	3
	C. Servidores	9	Ocasional
	C. Archivo	13,20	1
	Aseo Femenino	6,50	Ocasional
	Aseo Masculino	6,50	Ocasional
	Aseo minusválido	6,00	Ocasional
	Cuarto limpieza	1,98	Ocasional
	TOTAL PTA. BAJA		23
PRIMERA	Zona Administrativa	76	8
	Despacho dirección	28,50	3
	Aseo Masculino	4,90	Ocasional
	Aseo Femenino	4,10	Ocasional
	Vestuarios	52	26
	Dormitorio 1	13	2
	Dormitorio 2	11,10	2
	Dormitorio 3	10,25	2
	Dormitorio 4	11,10	2
	Dormitorio 5	10,40	2
	TOTAL PTA. PRIMERA		19
TOTALES			70

Dado el carácter privado de la actividad, los valores de ocupación reales están muy por debajo de los valores máximos indicados.

Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación

El edificio destinado a servicios y uso administrativo, dispone de las siguientes *salidas de edificio* a espacio exterior seguro o a sector adyacente:

- Planta Baja (Zona Administrativa):
 - o 1 Salida al exterior de 1,6 m. de ancho
 - o 1 Salida a sector adyacente de 0,9 m. de ancho
- Planta Primera (Zona Residencia):
 - o 1 Salida a sector adyacente de 0,9 m. de ancho

Como se puede comprobar en los planos anexos, todos los recorridos de evacuación cumplen con lo prescrito en este DB, siendo menores de 50 metros.

Dimensionamiento de los medios de evacuación

Salidas:

Salidas del edificio:

- Planta baja (Zona Administrativa)
 - o Número máximo total de personas: $P = 34$
 - o Anchura de puertas necesaria: $A = P/200 = 0,17 \text{ m. (0,80 m)}$
 - o Mínima anchura de puertas disponible: $A = 0,9 \text{ m.}$

Para este cálculo se considera el caso más desfavorable tal y como viene indicado, la salida de 1,6 m que existen queda inutilizada.

- Planta Primera (Zona Residencia)
 - o Número máximo total de personas: $P = 36$
 - o Anchura de puertas necesaria: $A = P/200 = 0,18 \text{ m. (0,80 m)}$
 - o Mínima anchura de puertas disponible: $A = 0,9 \text{ m.}$

Por lo tanto, las puertas disponibles cumplen los requisitos necesarios.

Ancho de escaleras:

Para la evacuación de la Planta Primera se dispone de las siguientes escaleras:

- Una escalera de 1 metro de ancho para Zona Administrativa.
- Una escalera de 1 metro de ancho para Zona Residencia.

En escaleras para evacuación descendente y no protegidas, el ancho necesario viene determinado por:

- Zona Administrativa:
 - o Número máximo total de personas: $P = 34$
 - o Anchura de escaleras necesario: $A = P/160 = 0,2125 \text{ m. (0,80 m)}$
 - o Mínimo ancho de escaleras disponible: $A = 1 \text{ m.}$
- Zona Residencia:
 - o Número máximo total de personas: $P = 36$
 - o Anchura de escaleras necesario: $A = P/160 = 0,225 \text{ m. (0,80 m)}$
 - o Mínimo ancho de escaleras disponible: $A = 1 \text{ m.}$

Resumen:

La anchura libre en puertas, pasos y huecos previstos como salidas de evacuación, es igual o mayor de 0,80 m.

De igual forma, los pasillos previstos para evacuación tienen una anchura mínima de 1,1 m, superior al mínimo exigible de 1 m.

Por consiguiente, las escaleras, pasillos y puertas previstas cumplen con los requisitos necesarios.

Protección de las escaleras

Debido a que en el caso de las escaleras de evacuación descendente la altura total de evacuación es menor de 14 metros, no es necesario que las escaleras sean protegidas.

Puertas situadas en recorridos de evacuación

Las puertas de salida son abatibles con eje de giro vertical y fácilmente operables.

Señalización de los medios de evacuación

El sector dispone de señalización, tanto de los medios manuales de protección como de las salidas y vías de evacuación.

La señalización es del tipo fotoluminiscente, que permite su visión en caso de fallo en el suministro de alumbrado normal. Sus características cumplen lo establecido en la norma UNE-23.035 Parte 4.

5.2.4.- Sección SI 4 – Instalaciones de protección contra incendios

Dotación de instalaciones de protección contra incendios

De acuerdo con lo establecido en la *Tabla 1.1* de la presente sección, las instalaciones deben disponer de:

- Extintores portátiles:
 - o Serán de eficacia mínima 21 A-113 B.
 - o Estarán ubicados a 15 metros de recorrido en cada planta, como máximo, desde el origen de evacuación

Además se realizarán las siguientes instalaciones para optimizar la seguridad en el edificio:

- Sistema Manual de alarma
- Sistema de detección automático
- Alumbrado de emergencia
- Señalización

La instalación se puede observar en los planos adjuntos.

Para el diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de las mismas se tiene en cuenta lo prescrito en "Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios" y en las correspondientes normas UNE de obligado cumplimiento.

Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios

Todos los medios de protección manual contra incendios citados en el apartado anterior serán debidamente señalizados según lo establecido en la norma UNE 23033-1. La señalización es del tipo fotoluminiscente, que permite su visión en caso de fallo en el suministro de alumbrado normal. Sus características cumplen lo establecido en la norma UNE-23.035 Parte 4.

Dado que la distancia de observación de las señales será menor a 10 metros, el tamaño de las mismas será de 210 x 210 mm.

5.2.5.- Sección SI 5 – Intervención de los bomberos

Condiciones de aproximación y entorno

Debido a que la altura de evacuación descendente es menor de 9 metros no son de aplicación las condiciones de entorno de los edificios descritas en el *apartado 1.2* de la presente sección. A pesar de esto y como se puede comprobar en el plano de distribución de la parcela, la configuración de la edificación existente y los amplios accesos a la parcela dada la actividad de la misma garantizan que, en caso de que fuese necesaria, la intervención de los bomberos pueda hacerse correctamente.

5.2.6.- Sección SI 6 – Resistencia al fuego de la estructura

Elementos estructurales principales

La *Resistencia al fuego* de los elementos estructurales principales del edificio es como mínimo la siguiente:

Plantas sobre rasante (altura de evacuación edificio < 15 m)	R 60
Zona de riesgo especial (riesgo bajo)	R 90

6.- Condiciones generales de la instalación

El presente apartado tiene por objeto definir las condiciones de diseño, planificación e implantación de los diferentes sistemas de Protección Contra Incendios instalados, de acuerdo con la normativa específica vigente para cada uno de ellos.

En el presente proyecto, los equipos y materiales sujetos a Marca de Conformidad a Normas, en aplicación del RIPCI, son los siguientes:

- Extintores portátiles
- Sistema de alarma manual
- Sistema de detección automático
- Alumbrado de emergencia
- Señalización

A continuación, se describe de forma resumida las características y requisitos a cumplir por cada una de las instalaciones y sistemas instalados. La distribución de cada uno de estos elementos se puede observar en los planos adjuntos.

6.1.- Extintores móviles y portátiles

Por las características del riesgo a proteger, se proyecta la instalación de extintores móviles y portátiles de los siguientes tipos:

- *Extintores de polvo seco*: de uso general, adecuados para cualquier fuego de clase A, B o C y fuegos de tipo eléctrico hasta 1.000 V.
- *Extintores de nieve carbónica (CO₂)*: se utilizarán para la protección de fuegos de origen eléctrico: salas de cuadros y motores eléctricos, transformadores, salas de máquinas, etc.

La instalación de los mismos se realizará en base a los siguientes criterios:

Extintores de polvo seco

- Se colocarán preferentemente próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio, a ser posible próximos a las salidas de evacuación del edificio y/o sectores de incendio.
- La distancia a recorrer, medida por los recorridos reales, desde cualquier punto hasta el extintor más próximo, será inferior a 15 m.
- La eficacia mínima de los extintores de polvo seco será:
 - o 21A para sectores de riesgo BAJO

Extintores de nieve carbónica (CO2)

- Se utilizarán para la protección de fuegos de origen eléctrico o para la protección de equipos que por sus características, no sea aconsejable el uso de extintores de polvo, debido a los daños que el mismo pueda ocasionar al equipo.
- En general se utilizarán para la protección de los siguientes recintos:
 - o Salas de cuadros eléctricos
 - o Cuadros eléctricos de control y distribución
 - o Centros de transformación
 - o Salas de control.
 - o Salas de ordenadores.
 - o Salas de bombas.
 - o Centros de comunicación y servidores informáticos
- En nuestro caso, los extintores de nieve carbónica (CO2) se situarán en las proximidades del riesgo a proteger y junto a las puertas de acceso de los recintos de riesgo especial, en su parte exterior.
- La eficacia mínima de los extintores de nieve carbónica (CO2) será:
 - o Extintores de 2 kg.: $\geq 34b$
 - o Extintores de 5 kg.: $\geq 55b$

6.2.- Sistema automático de detección de incendios

Aunque no es necesaria su instalación de acuerdo al apartado 3 del Apéndice 3 del RSCI-EI, se ha previsto su instalación para aumentar la seguridad del establecimiento industrial.

Debido a la superficie total a cubrir, se ha previsto la instalación de un sistema de detección automática de incendios de tipo **analógico-convencional** identificable, con el fin de facilitar la localización de las posibles incidencias, lo más rápidamente posible.

Básicamente constará de:

- Central de control del sistema
- Detectores de humo, tipo ópticos (analógicos/convencional)
- Módulos conexión detectores convencionales
- Módulos de control, maniobra y señalización
- Instalación eléctrica para interconexionado de los diferentes elementos

La central de control se ubicará en el bloque administrativo y servicios (Planta baja), de forma que pueda ser atendida el mayor tiempo posible.

El sistema de detección se realizará con líneas que permitan conectar elementos de detección, pulsadores manuales, sirenas y elementos para mando y señalización.

Los detectores a instalar serán de humos, de tipo óptico. En zona de nave, los detectores serán de tipo convencional, y se instalarán un total de 36 agrupados en zonas de 12 detectores y conectados al sistema mediante módulos que permitan la identificación de la zona en la central de control. En el bloque administrativo y servicios, los detectores serán del tipo analógico identificables individualmente en la central. Para esta zona, debido a que existe falso techo se instalarán detectores tanto para la zona habitada como para el falso techo.

En general, la planificación, diseño e instalación del sistema de detección automática de incendios, se aplicará lo establecido en la norma UNE-23.007-14:1996.

En particular, se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- Superficie máxima cobertura detector de humos: 60 m²
- Distancia máxima entre detectores de humo: 9,90 m.

Además se instalarán una serie de sirenas que nos avisarán de alguna alarma. En el bloque administrativo y de servicios se colocará una sirena interior óptica y acústica en la zona administrativa de la planta baja y otras dos en la planta primera, una en la zona administrativa y otra en el vestíbulo que comunica con la nave industrial. En dicha nave, se colocarán cinco sirenas de este tipo y una sirena de alarma exterior óptica fuera de la nave.

6.3.- Sistema manual de alarma

Al mismo cableado del sistema de detección automática de incendios, se incorporarán pulsadores manuales, que al activarse, transmitirán una señal de alarma a la central de control del sistema.

Dadas las características del sistema elegido, los pulsadores serán del tipo **identificables**, por lo que la activación de cualquiera de ellos quedará registrada en la central de control, informando exactamente de la localización del mismo.

Los pulsadores de alarma se situarán de modo que la distancia máxima a recorrer, desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador, no supere los 25 m., colocándose preferiblemente, junto a las salidas del sector de incendio.

6.4.- Señalización

Se procederá a la señalización de las salidas de uso habitual, de emergencia así como de los recorridos de evacuación.

Igualmente se señalarán los medios manuales de protección: extintores y pulsadores de alarma manual.

La señalización será del tipo **fotoluminiscente**.

Las características e instalación de las señales indicativas de los medios de protección y vías de evacuación, cumplirán con las siguientes normas:

- UNE-23.033-1:1981: Seguridad contra incendios. Señalización.
- UNE-23.034:1998: Seguridad contra incendios. Señalización de seguridad. Vías de evacuación.
- UNE-23.035-1:1995: Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente. Medida y calificación.
- - UNE-81.501:1981: Señalización de seguridad en los lugares de trabajo.
- Reglamento de señalización de los centros de trabajo (RD 485/1997).

6.5.- Sistema de alumbrado de emergencia

El sistema de alumbrado de emergencia tiene como finalidad asegurar el alumbrado del edificio y accesos de salida en caso de fallo del alumbrado normal y facilitar de esta forma una evacuación fácil y segura a espacio exterior seguro, del personal existente en el establecimiento.

A tal efecto, se dispone de equipos de emergencia y señalización cubriendo todas las áreas, pasillos, vías de evacuación y salidas del edificio, con equipos del tipo fluorescente, tanto en zona de oficinas como en la nave.

La instalación del sistema cumplirá, durante 1 hora como mínimo, las siguientes condiciones desde su entrada en servicio:

- Será fija, estará provista de fuente propia de energía y entrará automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo en la alimentación a la instalación de alumbrado normal, entendiéndose por fallo el descenso de la tensión por debajo del 70% de su valor nominal.
- Proporcionará una iluminancia de 1 lux, como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación, medida en el eje de pasillos y escaleras.
- La iluminancia será como mínimo de 5 lux en los locales o espacios donde estén instalados: cuadros generales de distribución de alumbrado, centros de control o mando de las instalaciones técnicas, de los procesos que se desarrollan en el establecimiento industrial y de los sistemas de protección contra incendios.
- La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea menor que 40.

7.- Condiciones de mantenimiento y uso

Los procedimientos de mantenimiento y uso de los sistemas e instalaciones de Protección Contra Incendios, se rigen por lo dispuesto en el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios, según R.D. 1942/1993, de 5 de Noviembre.

Los programas de mantenimiento se realizarán de acuerdo a las Tablas I y II del citado Reglamento.

Las operaciones de mantenimiento recogidas en la **Tabla I**, serán efectuadas por personal de una empresa instaladora o mantenedora, debidamente

autorizada por los servicios competentes de la Comunidad Autónoma, o por personal propio del titular o usuario de la instalación.

Las operaciones de mantenimiento recogidas en la **Tabla II**, serán efectuadas por personal del fabricante, instalador o mantenedor autorizado para los tipos de aparatos, equipos o sistemas, o bien por personal propio del titular o usuario de la instalación, siempre que haya adquirido la condición de mantenedor, por disponer de los medios técnicos adecuados, a juicio de los servicios competentes en materia de industria de la Comunidad Autónoma.

En todos los casos, tanto el mantenedor como el titular o usuario de la instalación, conservarán constancia documental del cumplimiento del programa preventivo, indicando como mínimo:

- Operaciones efectuadas.
- Resultado de las verificaciones y pruebas.
- Sustitución de elementos defectuosos.

Dichos documentos, están a disposición de los servicios de inspección correspondientes de la Comunidad Autónoma, cuando así lo requieran.

8.- Conclusión

Con todo lo enunciado en este Anexo de Prevención de Incendios se cree haber dado una descripción suficiente para el cumplimiento de la Normativa contra Incendios para el nuevo Centro Logístico que TRANSPORTES POLO pretende construir en Cuarte de Huerva (Zaragoza).

Zaragoza, 5 de Abril del 2011:

Fdo: Alejandro Polo Bamala



PROYECTO ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN CENTRO LOGÍSTICO DE CUARTE DE HUERVA

ANEXO III: Cálculos

CURSO 2010-2011

AUTOR:

- **Alejandro Polo Bamala**

Proyecto Final de Carrera

Especialidad: Electricidad

E.U.I.T.I. Universidad de Zaragoza

ÍNDICE

1.- Fórmulas utilizadas	6
1.1.- Intensidad y caída de tensión.....	6
1.2.- Conductividad eléctrica	6
1.3.- Sobrecargas	7
1.4.- Cortocircuito.....	7
1.4.1.- Intensidad permanente de c.c. en inicio de línea	7
1.4.2.- Intensidad permanente de c.c. en fin de línea.....	8
1.4.3.- Impedancia total línea.....	8
1.4.4.- Tiempo máximo en que un conductor soporta una Ipcc	8
1.4.5.- Tiempo de fusión de un fusible para una determinada Icc.....	9
1.4.6.- Longitud máxima de conductor protegido a c.c. (para protección por fusibles)	9
1.5.- Embarrados.....	9
1.5.1.- Cálculo electrodinámico	9
1.5.2.- Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito.....	9
2.- Potencias instaladas.....	10
2.1.- Relación receptores alumbrado.....	10
2.2.- Relación receptores fuerza motriz.....	11
2.3.- Relación receptores de otros usos.....	11
2.4.- Reparto de potencias y cálculo $\cos \phi$	12
2.4.1.- Instalación de enlace	13
2.4.2.- Cuadro General Distribución	13
2.4.3.- Cuadro Secundario Climatización	17
2.4.4.- Cuadro General Residencia	18
2.4.5.- Cuadro Secundario Cinta	18
2.4.6.- Cuadro Secundario S.A.I.....	19
3.- Cuadro General de Distribución	20
3.1.- Demanda de potencias.....	20
3.2.- Cálculo de la Acometida	21
3.3.- Cálculo Derivación Individual	22
3.4.- Cálculo LD4 (Línea Grupo)	22
3.5.- Cálculo LD2 (Línea C.S. Climatización)	23
3.6.- Cálculo LD1 (Línea C.S. Residencia).....	23
3.7.- Cálculo LF29 (Muelles 15-25).....	24
3.8.- Cálculo Circuito 13	24
3.8.1.- Cálculo LF26 (Máquina Expendedora 2).....	25
3.8.2.- Cálculo LF27 (Cafetera 2)	25

3.9.- Cálculo LF24 (Tomas de corriente IV Nave 1)	26
3.10.- Cálculo LF25 (Tomas de corriente IV Nave 2)	26
3.11.- Cálculo Circuito 12.....	27
3.11.1.- Cálculo LF10 (Máquina Expendedora 1).....	27
3.11.2.- Cálculo LF11 (Cafetera 1).....	28
3.12.- Cálculo Circuito 11.....	28
3.12.1.- Cálculo LF19 (Tomas de corriente Auxiliares P1).....	28
3.12.2.- Cálculo LF23 (Tomas de corriente II Nave)	29
3.13.- Cálculo Circuito 10.....	29
3.13.1.- Cálculo LF8 (Tomas de corriente auxiliares P0.1)	30
3.13.2.- Cálculo LF9 (Tomas de corriente auxiliares P0.2)	30
3.14.- Cálculo Circuito 1	31
3.14.1.- Cálculo LA2 (Oficina P0.2).....	31
3.14.2.- Cálculo LA4 (Oficina P0.4).....	32
3.15.- Cálculo Circuito 2	32
3.15.1.- Cálculo LA19 (Nave 1)	32
3.15.2.- Cálculo LA21 (Nave 3).....	33
3.15.3.- Cálculo LA22 (Nave 4).....	33
3.16.- Cálculo Circuito 3	34
3.16.1.- Cálculo LA24 (Nave 6)	34
3.16.2.- Cálculo LA25 (Nave 7)	35
3.16.3.- Cálculo LA27 (Nave 9)	35
3.17.- Cálculo Circuito 4	35
3.17.1.- Cálculo LA31 (Rótulo 1)	36
3.17.2.- Cálculo LA32 (Rótulo 2)	36
3.17.3.-Cálculo LA33 (Rótulo 3)	37
3.18.- Cálculo LA30 (Marquesina 3).....	37
3.19.- Cálculo Circuito 5	38
3.19.1.- Cálculo LA1 (Oficina P0.1).....	38
3.19.2.- Cálculo LA3 (Oficina P0.3).....	39
3.19.3.- Cálculo LA5 (Despacho P0).....	39
3.19.4.- Cálculo LA8 (Emergencias P0)	39
3.20.- Cálculo Circuito 6	40
3.20.1.- Cálculo LA6 (Cuartos P0)	40
3.20.2.- Cálculo LA7 (Aseos P0)	41
3.20.3.- Cálculo LA12 (Aseos P1)	41
3.20.4.- Cálculo LA13 (Escaleras).....	42
3.21.- Cálculo Circuito 7	42
3.21.1.- Cálculo LA9 (Oficina P1.1).....	43

3.21.2.- Cálculo LA10 (Oficina P1.2)	43
3.21.3.- Cálculo LA11 (Despacho P1)	43
3.21.4.- Cálculo LA14 (Emergencia P1 Oficinas)	44
3.22.- Cálculo Circuito 8	44
3.22.1.- Cálculo LA20 (Nave 2)	45
3.22.2.- Cálculo LA23 (Nave 5)	45
3.22.3.- Cálculo LA26 (Nave 8)	46
3.23.- Cálculo Circuito 9	46
3.23.1.- Cálculo LA28 (Marquesina 1)	47
3.23.2.- Cálculo LA29 (Marquesina 2)	47
3.23.3.- Cálculo LA34 (Emergencias 1 Nave)	47
3.23.4.- Cálculo LA35 (Emergencias 2 Nave)	48
3.24.- Cálculo Circuito 14	48
3.24.1.- Cálculo LF5 (Puesto de trabajo complementario P0.1)	49
3.24.2.- Cálculo LF6 (Puesto de trabajo complementario P0.2)	49
3.24.3.- Cálculo LF7 (Tomas de corriente impresoras P0)	50
3.25.- Cálculo Circuito 15	50
3.25.1.- Cálculo LF17 (Puesto de trabajo complementario P1.1)	50
3.25.2.- Cálculo LF18 (Tomas de corriente impresoras P1)	51
3.26.- Cálculo LF28 (Marquesina 1)	51
3.27.- Cálculo LF31 (S.A.I.)	52
3.28.- Cálculo LD3 (C.S. Cinta)	52
3.29.- Cálculo embarrado C.G.D.	53
3.29.1.- Datos	53
3.29.3.- Cálculos	53
4.- Cuadro Secundario Climatización	54
4.1.- Demanda de potencias	54
4.2.- Cálculo Circuito 18	54
4.2.1.- Cálculo CL1 (Máquina Administración P0)	55
4.2.2.- Cálculo CL2 (Fan Coils P0)	55
4.2.3.- Cálculo CL3 (Recuperador P0)	55
4.3.- Cálculo Circuito 19	56
4.3.1.- Cálculo CL4 (Máquina Administración P1)	56
4.3.2.- Cálculo CL5 (Fan Coils P1)	57
4.3.3.- Cálculo CL6 (Recuperador P1)	57
4.4.- Cálculo Circuito 20	58
4.4.1.- Cálculo CL7 (Máquina Residencia)	58
4.4.2.- Cálculo CL8 (Fan Coils Residencia)	59
4.4.3.- Cálculo CL9 (Recuperador Residencia)	59

<i>4.5.- Cálculo Circuito 21</i>	<i>59</i>
4.5.1.- Cálculo CL10 (Extracción Aseos PB).....	60
4.5.2.- Cálculo CL11 (Extracción Aseos P1).....	60
4.5.3.- Cálculo CL12 (Extracción Vestuarios).....	61
<i>4.6.- Cálculo embarrado C.S. Climatización</i>	<i>61</i>
4.6.1.- Datos.....	61
4.6.2.- Pletina adoptada	61
4.6.3.- Cálculos	62
5.- Cuadro Secundario Residencia	62
5.1.- Demanda de potencias.....	62
5.2.- Cálculo Circuito 16	62
5.2.1.- Cálculo LA15 (Vestuarios).....	63
5.2.2.- Cálculo LA16 (Distribuidores)	63
5.2.3.- Cálculo LA17 (Dormitorios)	64
5.2.4.- Cálculo LA18 (Emergencias Residencia)	64
5.3.- Cálculo Circuito 17	65
5.3.1.- Cálculo LF20 (Toma corriente Vestuarios)	65
5.3.2.- Cálculo LF21 (Toma de corriente Distribuidores)	65
5.3.3.- Cálculo LF22 (Toma de corriente Dormitorios)	66
5.4.- Cálculo embarrado C.S. Residencia	66
5.4.1.- Datos.....	66
5.4.2.- Pletina adoptada	67
5.4.3.- Cálculos	67
6.- Cuadro Secundario S.A.I.	67
6.1.- Demanda de potencias.....	67
6.2.- Cálculo LD5	68
6.3.- Cálculo Circuito 22	68
6.3.1.- Cálculo LF1 (Puesto de trabajo informática P0.1).....	68
6.3.2.- Cálculo LF2 (Puesto de trabajo informática P0.2).....	69
6.3.3.- Cálculo LF3 (Puesto de trabajo informática P0.3).....	69
6.4.- Cálculo Circuito 23	70
6.4.1.- Cálculo LF4 (Puesto de trabajo informática P0.4).....	70
6.4.2.- Cálculo LF15 (Puesto de trabajo informática P1.1).....	71
6.4.3.- Cálculo LF16 (Puesto de trabajo informática P1.2).....	71
6.5.- Cálculo Circuito 24	71
6.5.1.- Cálculo LF12 (Centralita alarma).....	72
6.5.2.- Cálculo LF13 (Centralita incendios)	72
6.5.3.- Cálculo LF14 (Centralita teléfonos).....	73
6.6.- Cálculo embarrado C.S. S.A.I.	73

6.6.1.- Datos.....	73
6.6.2.- Pletina adoptada	73
6.6.3.- Cálculos	74
7.- Cuadro Secundario Cinta	74
7.1.- Demanda de potencias.....	74
7.2.- Cálculo LF30.....	74
7.3.- Cálculo embarrado C.S. Cinta.....	75
7.3.1.- Datos.....	75
7.3.2.- Pletina adoptada	75
7.3.3.- Cálculos	75
8.- Resumen cálculo secciones y caídas de tensión	75
8.1.- Cuadro General Distribución	76
8.2.- Cuadro Secundario Climatización	80
8.3.- Cuadro Secundario Residencia.....	81
8.4.- Cuadro Secundario Cinta	81
8.5.- Cuadro Secundario S.A.I.	82
9.- Cálculo de corrientes de cortocircuito.....	83
9.1.- Corriente de cortocircuito en el C.T.	83
9.2.- Corriente de cortocircuito en la instalación	83
9.2.1.- Instalación de enlace	84
9.2.2.- Cuadro General Distribución.....	84
9.2.3.- Cuadro Secundario Climatización	88
9.2.4.- Cuadro Secundario Residencia	89
9.2.5.- Cuadro Secundario Cinta	89
9.2.6.- Cuadro Secundario S.A.I.....	90
10.- Cálculo de la puesta a tierra	91
11.- Conclusiones	92

1.- Fórmulas utilizadas

1.1.- Intensidad y caída de tensión

Emplearemos las siguientes:

- Sistema Trifásico

$$I = \frac{P_c}{\sqrt{3} * U * \cos\theta * R} = \text{Amperios (A)}$$

$$e = \frac{L * P_c}{k * U * n * S * R} + \frac{L * P_c * X_u * \text{Sen}\theta}{1000 * U * n * R * \cos\theta} = \text{Voltios (V)}$$

- Sistema Monofásico:

$$I = \frac{P_c}{U * \cos\theta * R} = \text{Amperios (A)}$$

$$e = \frac{2 * L * P_c}{k * U * n * S * R} + \frac{2 * L * P_c * X_u * \text{Sen}\theta}{1000 * U * n * R * \cos\theta} = \text{Voltios (V)}$$

En donde:

- P_c = Potencia de Cálculo en Watios.
- L = Longitud de Cálculo en metros.
- e = Caída de tensión en Voltios.
- K = Conductividad.
- I = Intensidad en Amperios.
- U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).
- S = Sección del conductor en mm^2 .
- $\cos \varphi$ = Coseno de φ . Factor de potencia.
- R = Rendimiento. (Para líneas motor).
- n = N° de conductores por fase.
- X_u = Reactancia por unidad de longitud en $\text{m}\Omega/\text{m}$.

1.2.- Conductividad eléctrica

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20}[1+\alpha (T-20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max}-T_0) (I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

- K = Conductividad del conductor a la temperatura T .
- ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T .
- ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C .
 - o $\text{Cu} = 0.018$
 - o $\text{Al} = 0.029$

- α = Coeficiente de temperatura:
 - o Cu = 0.00392
 - o Al = 0.00403
- T = Temperatura del conductor (°C).
- T_0 = Temperatura ambiente (°C):
 - o Cables enterrados = 25°C
 - o Cables al aire = 40°C
- T_{\max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):
 - o XLPE, EPR = 90°C
 - o PVC = 70°C
- I = Intensidad prevista por el conductor (A).
- I_{\max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

1.3.- Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

- I_b : intensidad utilizada en el circuito.
- I_z : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.
- I_n : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.
- I_2 : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I_2 se toma igual:
 - o a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos ($1,45 I_n$ como máximo).
 - o a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles ($1,6 I_n$).

1.4.- Cortocircuito

1.4.1.- Intensidad permanente de c.c. en inicio de línea

$$I_{pccI} = C_t U / \sqrt{3} Z_t$$

Siendo,

- I_{pccI} : intensidad permanente de c.c. en inicio de línea en kA.
- C_t : Coeficiente de tensión.
- U: Tensión trifásica en V.
- Z_t : Impedancia total en mohm, aguas arriba del punto de c.c. (sin incluir la línea o circuito en estudio).

1.4.2.- Intensidad permanente de c.c. en fin de línea

$$IpccF = Ct U_F / 2 Z_t$$

Siendo,

- $IpccF$: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en kA.
- C_t : Coeficiente de tensión.
- U_F : Tensión monofásica en V.
- Z_t : Impedancia total en mohm, incluyendo la propia de la línea o circuito (por tanto es igual a la impedancia en origen mas la propia del conductor o línea).

1.4.3.- Impedancia total línea

La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

Siendo,

- R_t : $R_1 + R_2 + \dots + R_n$ (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)
- X_t : $X_1 + X_2 + \dots + X_n$ (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)
- $R = L \cdot 1000 \cdot C_R / K \cdot S \cdot n$ (mohm)
- $X = X_u \cdot L / n$ (mohm)
- R : Resistencia de la línea en mohm.
- X : Reactancia de la línea en mohm.
- L : Longitud de la línea en m.
- C_R : Coeficiente de resistividad.
- K : Conductividad del metal.
- S : Sección de la línea en mm².
- X_u : Reactancia de la línea, en mohm por metro.
- n : nº de conductores por fase.

1.4.4.- Tiempo máximo en que un conductor soporta una $Ipcc$

$$t_{mcicc} = C_c \cdot S^2 / IpccF^2$$

Siendo,

- t_{mcicc} : Tiempo máximo en sg que un conductor soporta una $Ipcc$.
- C_c : Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento.
- S : Sección de la línea en mm².
- $IpccF$: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

1.4.5.- Tiempo de fusión de un fusible para una determinada Icc

$$t_{ficc} = cte. \text{ fusible} / I_{pcc} F^2$$

Siendo,

- t_{ficc} : tiempo de fusión de un fusible para una determinada intensidad de cortocircuito.
- $I_{pcc} F$: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

1.4.6.- Longitud máxima de conductor protegido a c.c. (para protección por fusibles)

$$L_{max} = 0,8 \cdot U_F / \sqrt{2 \cdot I_{F5} \cdot \sqrt{(1,5 / K \cdot S \cdot n)^2 + (X_u / n \cdot 1000)^2}}$$

Siendo,

- L_{max} : Longitud máxima de conductor protegido a c.c. (m) (para protección por fusibles)
- U_F : Tensión de fase (V)
- K : Conductividad
- S : Sección del conductor (mm²)
- X_u : Reactancia por unidad de longitud (mohm/m). En conductores aislados suele ser 0,1.
- n : nº de conductores por fase
- $C_t = 0,8$: Es el coeficiente de tensión.
- $C_R = 1,5$: Es el coeficiente de resistencia.
- I_{F5} = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5 sg.

1.5.- Embarrados

1.5.1.- Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n)$$

Siendo,

- σ_{max} : Tensión máxima en las pletinas (kg/cm²)
- I_{pcc} : Intensidad permanente de c.c. (kA)
- L : Separación entre apoyos (cm)
- d : Separación entre pletinas (cm)
- n : nº de pletinas por fase
- W_y : Módulo resistente por pletina eje y-y (cm³)
- σ_{adm} : Tensión admisible material (kg/cm²)

1.5.2.- Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (\sqrt{t_{cc}})$$

Siendo,

- I_{pcc} : Intensidad permanente de c.c. (kA)

- Icccs: Intensidad de c.c. soportada por el conductor durante el tiempo de duración del c.c. (kA)
- S: Sección total de las pletinas (mm²)
- tcc: Tiempo de duración del cortocircuito (s)
- Kc: Constante del conductor: Cu = 164, Al = 107

2.- Potencias instaladas

2.1.- Relación receptores alumbrado

La instalación para los servicios de alumbrado de Nave (interior y exterior), se efectúa en montaje superficial bajo tubo protector de PVC rígido curvable en caliente, de la sección adecuada a los conductores a proteger. Se usan cajas de derivación aisladas y bornes de empalme con tornillo de apriete.

La instalación en Oficinas, se efectúa por el falso techo. En las derivaciones a circuitos de luminarias se realizan bajo tubo protector de PVC, de sección adecuada a los conductores a proteger. Se usan cajas de derivación aisladas y bornes de empalme con tornillo de apriete.

Los conductores a emplear en todos los casos serán de cobre 450/750 V PVC, H07V-K.

Los receptores de los circuitos de alumbrado son:

- Luminarias de empotrar fluorescentes de 2x36 W para zona administrativa, despachos y dormitorios.
- Pantallas fluorescentes estancas de 2x36 W para el cuarto de archivos y vestuarios
- Pantallas fluorescentes estancas de 2x 58 W para el cuarto servidores y la zona de las marquesinas de la nave.
- Pantallas downlight con lámpara fluorescente compacta de 1x26 W para vestíbulo y zona retrete de aseos y de 2x26 W para distribuidor y zona lavabo de aseos.
- Luminarias murales de 1x13 W con interruptor incorporado para las cabeceras de cada cama en los dormitorios
- Lámparas de halogenuros metálicos de 400 W para el interior de la nave industrial
- Proyector con lámparas de halogenuros metálicos para los rótulos exteriores de la nave.
- Alumbrado de emergencia:
 - o Lámparas fluorescentes de 11W (Oficinas y Nave)
 - o Pantallas fluorescentes estancas de 1x58W (Oficinas)

Los mecanismos para realizar la regulación de estas luminarios son los siguientes:

- Interruptores unipolares de 10 A.
- Interruptores-conmutadores unipolares de 10 A.

- Pulsadores unipolares de 10 A.

Se colocan mecanismos para el mando de puntos de luz en salas, aseos, vestuarios, etc. El control de la iluminación en la Nave se realiza mediante pulsadores instalados en los diversos cuadros mediante Contactores.

2.2.- Relación receptores fuerza motriz

La instalación de fuerza en la Nave se realizará principalmente sobre canal protectora y bajo tubo protector de PVC rígido curvable en caliente, de sección adecuada a los conductores a proteger en las derivaciones finales.

La instalación de fuerza en Oficinas discurrirá por los falsos techos y se realizará igualmente sobre canal protectora. Las acometidas a equipos y tomas de corriente serán bajo tubo protector flexible de PVC, de sección adecuada a los conductores a proteger.

Se usarán cajas de derivación aisladas y bornes de empalme con tornillo de apriete.

Los receptores de fuerza motriz previstos en la instalación son:

- Muelles camiones: Se instalan 25 muelles para el atraque de camiones con una potencia prevista para cada muelle de 350 W.
- Cinta transportadora: Se instalará un conjunto de cintas transportadoras dentro de la nave las cuales en total requieren una potencia de 60 kW.
- Sistema de climatización edificio de oficinas: Se prevee la instalación de tres máquinas climatizadoras con una potencia de 15, 10 y 7,5 kW respectivamente. Además se instalarán una serie de fan coils para la distribución con una potencia total por cada zona de 2, 1,2 y 1,2 kW. Por último, también se instalarán recuperadores para cada una de las máquinas climatizadoras. La potencia de cada recuperador es 500, 250 y 500 W respectivamente.

2.3.- Relación receptores de otros usos

- S.A.I. = 16000 W
- Puesto de trabajo informática = 500 W
- Puesto de trabajo complementario = 250 W
- Impresora/plotter = 400 W
- Tomas de corriente auxiliares edificio oficinas = 7000 W
- Tomas de corriente auxiliares nave (monofásicas) = 2000 W
- Tomas de corriente auxiliares nave (trifásicas) = 12000 W
- Máquina expendedora = 3000 W
- Cafetera = 3000 W
- Centralita incendios = 500 W
- Centralita teléfonos = 500 W
- Centralita anti-intrusión = 500 W

2.4.- Reparto de potencias y cálculo $\cos \phi$

A continuación, en las siguientes tablas, se muestra la potencia instalada en cada una de las líneas y circuitos de cada uno de los cuadros y de la instalación de enlace, además del reparto de potencias que se realiza por cada fase para conseguir que la instalación quede de la manera más equilibrada posible.

2.4.1.- Instalación de enlace

Instalación de enlace										
Circuito	Tipo	Cos ϕ	Pot.Act. (W)	Pot. Reac. (VAr)	Pot. Activa por fase (W)			Potencia Reactiva por fase (VAr)		
					<i>Fase R</i>	<i>Fase S</i>	<i>Fase T</i>	<i>Fase R</i>	<i>Fase S</i>	<i>Fase T</i>
<i>D.I.</i>	IV	0,91	214787	96189	71727	71260	71799	32122	31913	32154
<i>Acometida</i>	IV	0,91	214787	96189	71727	71260	71799	32122	31913	32154
<i>Línea Grupo</i>	IV	0,87	107106	60115	37859	34915	34333	21249	19597	19270

2.4.2.- Cuadro General Distribución

Cuadro General Distribución										
Circuito	Tipo	Cos ϕ	Pot.Act. (W)	Pot. Reac. (VAr)	Pot. Activa por fase (W)			Potencia Reactiva por fase (VAr)		
					<i>Fase R</i>	<i>Fase S</i>	<i>Fase T</i>	<i>Fase R</i>	<i>Fase S</i>	<i>Fase T</i>
<i>LA1</i>	II	0,90	576	279	0	0	576	0	0	279
<i>LA3</i>	II	0,90	576	279	0	576	0	0	279	0
<i>LA5</i>	II	0,90	432	209	432	0	0	209	0	0
<i>LA8</i>	II	0,90	143	69	143	0	0	69	0	0
<i>LA6</i>	II	0,90	256	124	0	256	0	0	124	0
<i>LA7</i>	II	0,90	312	151	312	0	0	151	0	0
<i>LA12</i>	II	0,90	234	113	0	0	234	0	0	113
<i>LA13</i>	II	0,90	208	101	0	0	208	0	0	101
<i>LA9</i>	II	0,90	576	279	0	0	576	0	0	279
<i>LA10</i>	II	0,90	576	279	0	576	0	0	279	0
<i>LA11</i>	II	0,90	432	209	432	0	0	209	0	0
<i>LA14</i>	II	0,90	77	37	77	0	0	37	0	0

Cuadro General Distribución										
Circuito	Tipo	Cos ϕ	Pot.Act. (W)	Pot. Reac. (VAr)	Pot. Activa por fase (W)			Potencia Reactiva por fase (VAr)		
					<i>Fase R</i>	<i>Fase S</i>	<i>Fase T</i>	<i>Fase R</i>	<i>Fase S</i>	<i>Fase T</i>
LA20	II	1,00	2800	0	2800	0	0	0	0	0
LA23	II	1,00	2800	0	0	2800	0	0	0	0
LA26	II	1,00	2800	0	0	0	2800	0	0	0
LA28	II	0,90	1740	843	0	1740	0	0	843	0
LA29	II	0,90	696	337	696	0	0	337	0	0
LA34	II	0,90	486	235	0	0	486	0	0	235
LA35	II	0,90	486	235	0	0	486	0	0	235
LF5	II	0,85	2000	1239	2000	0	0	1239	0	0
LF6	II	0,85	2000	1239	0	2000	0	0	1239	0
LF7	II	0,85	2000	1239	0	0	2000	0	0	1239
LF17	II	0,85	2000	1239	2000	0	0	1239	0	0
LF18	II	0,85	2000	1239	2000	0	0	1239	0	0
LF26	II	0,85	3000	1859	0	0	3000	0	0	1859
LF27	II	0,85	3000	1859	0	0	3000	0	0	1859
LF10	II	0,85	3000	1859	0	3000	0	0	1859	0
LF11	II	0,85	3000	1859	0	3000	0	0	1859	0
LF19	II	1,00	2500	0	2500	0	0	0	0	0
LF23	II	1,00	2000	0	2000	0	0	0	0	0
LF8	II	1,00	2500	0	0	0	2500	0	0	0
LF9	II	1,00	2000	0	0	0	2000	0	0	0
LA2	II	0,90	576	279	576	0	0	279	0	0
LA4	II	0,90	576	279	576	0	0	279	0	0
LA19	II	1,00	2800	0	2800	0	0	0	0	0
LA21	II	1,00	2800	0	0	2800	0	0	0	0
LA22	II	1,00	2800	0	0	0	2800	0	0	0

Cuadro General Distribución										
Circuito	Tipo	Cos ϕ	Pot.Act. (W)	Pot. Reac. (VAr)	Pot. Activa por fase (W)			Potencia Reactiva por fase (VAr)		
					<i>Fase R</i>	<i>Fase S</i>	<i>Fase T</i>	<i>Fase R</i>	<i>Fase S</i>	<i>Fase T</i>
LA24	II	1,00	2800	0	2800	0	0	0	0	0
LA25	II	1,00	2800	0	0	2800	0	0	0	0
LA27	II	1,00	2800	0	0	0	2800	0	0	0
LA31	II	1,00	1250	0	1250	0	0	0	0	0
LA32	II	1,00	1250	0	0	1250	0	0	0	0
LA33	II	1,00	1250	0	0	0	1250	0	0	0
Circuito 5	IV	0,90	1727	836	575	576	576	278	279	279
Circuito 6	IV	0,90	1010	489	312	256	442	151	124	214
Circuito 7	IV	0,90	1661	804	509	576	576	247	279	279
Circuito 8	IV	1,00	8400	0	2800	2800	2800	0	0	0
Circuito 9	IV	0,90	3408	1651	696	1740	972	337	843	471
Circuito 14	IV	0,85	6000	3718	2000	2000	2000	1239	1239	1239
Circuito 15	II	0,85	4000	2479	4000	0	0	2479	0	0
LF28	IV	0,85	4900	3037	1633	1633	1633	1012	1012	1012
LF31	IV	0,85	16000	9916	5333	5333	5333	3305	3305	3305
C.S.Cinta	IV	0,85	60000	37185	20000	20000	20000	12395	12395	12395
C.S.Clima	IV	0,85	39050	24201	13083	13133	12833	8108	8139	7953
C.S.Resi	IV	1,00	8571	761	3000	3571	2000	266	317	178
LF29	IV	0,85	3850	2386	1283	1283	1283	795	795	795
Circuito 13	II	0,85	6000	3718	0	0	6000	0	0	3718
LF24	IV	1,00	6000	0	2000	2000	2000	0	0	0
LF25	IV	1,00	6000	0	2000	2000	2000	0	0	0
Circuito 12	II	0,85	6000	3718	0	6000	0	0	3718	0
Circuito 11	II	1,00	4500	0	4500	0	0	0	0	0
Circuito 10	II	1,00	4500	0	0	0	4500	0	0	0

Cuadro General Distribución										
Circuito	Tipo	Cos ϕ	Pot.Act. (W)	Pot. Reac. (VAr)	Pot. Activa por fase (W)			Potencia Reactiva por fase (VAr)		
					<i>Fase R</i>	<i>Fase S</i>	<i>Fase T</i>	<i>Fase R</i>	<i>Fase S</i>	<i>Fase T</i>
<i>Circuito 1</i>	II	0,90	1152	558	1152	0	0	558	0	0
<i>Circuito 2</i>	IV	1,00	8400	0	2800	2800	2800	0	0	0
<i>Circuito 3</i>	IV	1,00	8400	0	2800	2800	2800	0	0	0
<i>Circuito 4</i>	IV	1,00	3750	0	1250	1250	1250	0	0	0
<i>LA30</i>	II	0,90	1508	730	0	1508	0	0	730	0
TOTAL	IV	0,91	214787	96189	71727	71260	71799	31172	33177	31839

2.4.3.- Cuadro Secundario Climatización

Cuadro Secundario Climatización										
Circuito	Tipo	Cos ϕ	Pot.Act. (W)	Pot. Reac. (VAr)	Pot. Activa por fase (W)			Potencia Reactiva por fase (VAr)		
					<i>Fase R</i>	<i>Fase S</i>	<i>Fase T</i>	<i>Fase R</i>	<i>Fase S</i>	<i>Fase T</i>
CL1	IV	0,85	15000	9296	5000	5000	5000	3099	3099	3099
CL2	II	0,85	500	310	500	0	0	310	0	0
CL3	II	0,85	2000	1239	0	2000	0	0	1239	0
CL4	IV	0,85	10000	6197	3333	3333	3333	2066	2066	2066
CL5	II	0,85	1200	744	0	0	1200	0	0	744
CL6	II	0,85	250	155	250	0	0	155	0	0
CL7	IV	0,85	7500	4648	2500	2500	2500	1549	1549	1549
CL8	II	0,85	1200	744	1200	0	0	744	0	0
CL9	II	0,85	500	310	0	0	500	0	0	310
CL10	II	0,85	300	186	300	0	0	186	0	0
CL11	II	0,85	300	186	0	300	0	0	186	0
CL12	II	0,85	300	186	0	0	300	0	0	186
Circuito 18	IV	0,85	17500	10846	5500	7000	5000	3409	4338	3099
Circuito 19	IV	0,85	11450	7096	3583	3333	4533	2221	2066	2810
Circuito 20	IV	0,85	9200	5702	3700	2500	3000	2293	1549	1859
Circuito 21	IV	0,85	900	558	300	300	300	186	186	186
TOTAL	IV	0,85	39050	24201	13083	13133	12833	8108	8139	7953

2.4.4.- Cuadro General Residencia

Cuadro Secundario Residencia										
Circuito	Tipo	Cos ϕ	Pot.Act. (W)	Pot. Reac. (VAr)	Pot. Activa por fase (W)			Potencia Reactiva por fase (VAr)		
					<i>Fase R</i>	<i>Fase S</i>	<i>Fase T</i>	<i>Fase R</i>	<i>Fase S</i>	<i>Fase T</i>
LA15	II	0,90	366	177	0	366	0	0	177	0
LA16	II	0,90	234	113	0	234	0	0	113	0
LA17	II	0,90	850	412	0	850	0	0	412	0
LA18	II	0,90	121	59	0	121	0	0	59	0
LF20	II	1,00	2000	0	0	2000	0	0	0	0
LF21	II	1,00	3000	0	3000	0	0	0	0	0
LF22	II	1,00	2000	0	0	0	2000	0	0	0
Circuito 16	II	0,90	1571	761	0	1571	0	0	761	0
Circuito 17	IV	1,00	7000	0	3000	2000	2000	0	0	0
TOTAL	IV	1,00	8571	761	3000	3571	2000	0	761	0

2.4.5.- Cuadro Secundario Cinta

Cuadro Secundario Cinta										
Circuito	Tipo	Cos ϕ	Pot.Act. (W)	Pot. Reac. (VAr)	Pot. Activa por fase (W)			Potencia Reactiva por fase (VAr)		
					<i>Fase R</i>	<i>Fase S</i>	<i>Fase T</i>	<i>Fase R</i>	<i>Fase S</i>	<i>Fase T</i>
LF30	IV	0,85	60000	37185	20000	20000	20000	12395	12395	12395
TOTAL	IV	0,85	60000	37185	20000	20000	20000	12395	12395	12395

2.4.6.- Cuadro Secundario S.A.I.

Cuadro Secundario S.A.I.										
Circuito	Tipo	Cos ϕ	Pot.Act. (W)	Pot. Reac. (VAr)	Pot. Activa por fase (W)			Potencia Reactiva por fase (VAr)		
					<i>Fase R</i>	<i>Fase S</i>	<i>Fase T</i>	<i>Fase R</i>	<i>Fase S</i>	<i>Fase T</i>
<i>LF1</i>	II	0,85	2000	1239	2000	0	0	1239	0	0
<i>LF2</i>	II	0,85	2500	1549	0	2500	0	0	1549	0
<i>LF3</i>	II	0,85	2500	1549	0	0	2500	0	0	1549
<i>LF4</i>	II	0,85	2000	1239	0	2000	0	0	1239	0
<i>LF15</i>	II	0,85	2500	1549	2500	0	0	1549	0	0
<i>LF16</i>	II	0,85	2000	1239	0	0	2000	0	0	1239
<i>LF12</i>	II	0,85	500	310	500	0	0	310	0	0
<i>LF13</i>	II	0,85	500	310	0	500	0	0	310	0
<i>LF14</i>	II	0,85	500	310	0	0	500	0	0	310
<i>Circuito 18</i>	IV	0,85	7000	4338	2000	2500	2500	1239	1549	1549
<i>Circuito 19</i>	IV	0,85	6500	4028	2500	2000	2000	1549	1239	1239
<i>Circuito 20</i>	IV	0,85	1500	930	500	500	500	310	310	310
TOTAL	IV	0,85	15000	9296	5000	5000	5000	3099	3099	3099

3.- Cuadro General de Distribución

3.1.- Demanda de potencias

Línea	Potencia instalada	Potencia cálculo
C.S.Climatización	39050 W	39050 W
C.S.Residencia	8571 W	9827,8 W
LF29	3850 W	3850 W
LF26	3000 W	3000 W
LF27	3000 W	3000 W
LF24	6000 W	6000 W
LF25	6000 W	6000 W
LF10	3000 W	3000 W
LF11	3000 W	3000 W
LF19	2500 W	2500 W
LF23	2000 W	2000 W
LF8	2500 W	2500 W
LF9	2000 W	2000 W
LA2	576 W	1036,8 W
LA4	576 W	1036,8 W
LA19	2800 W	2800 W
LA21	2800 W	2800 W
LA22	2800 W	2800 W
LA24	2800 W	2800 W
LA25	2800 W	2800 W
LA27	2800 W	2800 W
LA31	1250 W	1250 W
LA32	1250 W	1250 W
LA33	1250 W	1250 W
LA30	1508 W	2714,4 W
LA1	576 W	1036,8 W
LA3	576 W	1036,8 W
LA5	432 W	777,6 W
LA8	143 W	257,4 W
LA6	256 W	460,8 W
LA7	312 W	561,6 W
LA12	234 W	421,2 W
LA13	208 W	374,4 W
LA9	576 W	1036,8 W
LA10	576 W	1036,8 W
LA11	432 W	777,6 W
LA14	77 W	138,6 W

Línea	Potencia instalada	Potencia cálculo
LA20	2800 W	2800 W
LA23	2800 W	2800 W
LA26	2800 W	2800 W
LA28	1740 W	3132 W
LA29	696 W	1252,8 W
LA34	486 W	874,8 W
LA35	486 W	874,8 W
LF5	2000 W	2000 W
LF6	2000 W	2000 W
LF7	2000 W	2000 W
LF17	2000 W	2000 W
LF18	2000 W	2000 W
LF28	4900 W	4900 W
LF31	16000 W	16000 W
C.S.Cinta	60000 W	75000 W
TOTAL	214787 W	239416,6 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 40987
- Potencia Instalada Fuerza (W): 173800

3.2.- Cálculo de la Acometida

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 40 m; Cos φ : 0.91; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 214787 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44): 239416,6 W

$$I = 239416.6 / 1,732 \times 400 \times 0.91 = 379,76 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
- I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 440 A. según ITC-BT-07
- Diámetro exterior tubo: 200 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 73.42
 - o e(parcial)= $40 \times 238416.6 / 45,94 \times 400 \times 240 = 2,16 \text{ V.} = 0.54 \%$
 - o e(total)=0.54% ADMIS (2% MAX.)

3.3.- Cálculo Derivación Individual

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 6 m; Cos φ : 0.91; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 214787 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44): 239416.6 W
$$I = 239416.59 / 1,732 \times 400 \times 0.91 = 379.76 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares 4x240+TTx120mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)
- I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 440 A. según ITC-BT-07
- Diámetro exterior tubo: 200 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 73.42
 - o $e(\text{parcial}) = 6 \times 239416.59 / 45.94 \times 400 \times 240 = 0.33 \text{ V.} = 0.08 \%$
 - o $e(\text{total}) = 0.08\% \text{ ADMIS (1,5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica (aguas arriba): Fusibles Int. 400 A.
- Prot. Térmica (aguas abajo): I. Aut./Tet. In.: 400 A. Térmico reg. Int.Reg.: 400 A

3.4.- Cálculo LD4 (Línea Grupo)

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 30 m; Cos φ : 0.87; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 107.11 kW.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44): 128,35 W
- Potencia aparente generador: 150 kVA.
$$I = S_g \times 1000 / (1.732 \times U) = 150 \times 1000 / (1,732 \times 400) = 216,51 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares 4x95+TTx50mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)
- I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 268 A. según ITC-BT-07
- Diámetro exterior tubo: 140 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 78.69
 - o $e(\text{parcial}) = 30 \times 128350 / 45.16 \times 400 \times 95 = 2.24 \text{ V.} = 0.56 \%$

- $e(\text{total})=0.56\%$ ADMIS (1.5% MAX.)
- Prot. Térmica: I. Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 250 A.
- Protección diferencial: Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 300 mA.
- Contactor: Contactor Tripolar In: 250 A. // Contactor Tripolar In: 250 A.

3.5.- Cálculo LD2 (Línea C.S. Climatización)

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; $\cos \varphi$: 0.85; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 39050 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47): $15000 \times 1.25 + 24050 = 42800$ W.
$$I = 42800 / 1,732 \times 400 \times 0.85 = 72.68 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares $4 \times 25 + \text{TT} \times 16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 95 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 50 mm.
- Caída de tensión:
 - Temperatura cable (°C): 89.56
 - $e(\text{parcial}) = 5 \times 42800 / 43.65 \times 400 \times 25 = 0.49 \text{ V.} = 0.12 \%$
 - $e(\text{total}) = 0.20\%$ ADMIS (4.5% MAX.)
- Protección Térmica en Principio de Línea: I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 95 A.
- Protección Térmica en Final de Línea: I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 73 A.

3.6.- Cálculo LD1 (Línea C.S.Residencia)

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 8571 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 9827.8 W.
$$I = 9827.8 / 1,732 \times 400 \times 1 = 14.19 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 25 A. según ITC-BT-19

- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 57.64
 - o $e(\text{parcial}) = 20 \times 9827.8 / 48.41 \times 400 \times 2.5 = 4.06 \text{ V.} = 1.02 \%$
 - o $e(\text{total}) = 1.10\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Protección Térmica en Principio de Línea: I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.
- Protección Térmica en Final de Línea: I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

3.7.- Cálculo LF29 (Muelles 15-25)

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 70 m; $\cos \varphi$: 0.85; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 3850 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47): $350 \times 1.25 + 3500 = 3937.5 \text{ W.}$
$$I = 3937.5 / 1,732 \times 400 \times 0.85 \times 1 = 6.69 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 18.5 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 43.92
 - o $e(\text{parcial}) = 70 \times 3937.5 / 50.79 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 5.43 \text{ V.} = 1.36 \%$
 - o $e(\text{total}) = 1.44\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
- Protección diferencial: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

3.8.- Cálculo Circuito 13

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \varphi$: 0.85; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 6000 W.
- Potencia de cálculo: 6000 W.
$$I = 6000 / 230 \times 0.85 = 30.69 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 40 A. según ITC-BT-19

- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 57.66
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 6000 / 48.41 \times 230 \times 6 = 0.05 \text{ V.} = 0.02 \%$
 - o $e(\text{total}) = 0.10\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Protección diferencial: Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.8.1.- Cálculo LF26 (Máquina Expendedora 2)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos φ : 0.85; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: 3000 W.
$$I = 3000 / 230 \times 0.85 = 15.35 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 56.02
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 20 \times 3000 / 48.68 \times 230 \times 2.5 = 4.29 \text{ V.} = 1.86 \%$
 - o $e(\text{total}) = 1.96\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.8.2.- Cálculo LF27 (Cafetera 2)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos φ : 0.85; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: 3000 W.
$$I = 3000 / 230 \times 0.85 = 15.35 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 56.02
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 20 \times 3000 / 48.68 \times 230 \times 2.5 = 4.29 \text{ V.} = 1.86 \%$
 - o $e(\text{total}) = 1.98\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.9.- Cálculo LF24 (Tomas de corriente IV Nave 1)

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 100 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 6000 W.
- Potencia de cálculo: 6000 W.
$$I=6000/1,732 \times 400 \times 1=8.66 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 18.5 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 46.57
 - o $e(\text{parcial})=100 \times 6000 / 50.31 \times 400 \times 2.5=11.93 \text{ V.}=2.98 \%$
 - o $e(\text{total})=3.06\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
- Protección diferencial: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

3.10.- Cálculo LF25 (Tomas de corriente IV Nave 2)

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 80 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 6000 W.
- Potencia de cálculo: 6000 W.
$$I=6000/1,732 \times 400 \times 1=8.66 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 18.5 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 46.57
 - o $e(\text{parcial})=80 \times 6000 / 50.31 \times 400 \times 2.5=9.54 \text{ V.}=2.39 \%$
 - o $e(\text{total})=2.47\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Protección diferencial: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

3.11.- Cálculo Circuito 12

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.85; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 6000 W.
- Potencia de cálculo: 6000 W.

$$I=6000/230 \times 0.85=30.69 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares 2x4mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 57.66
 - o $e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 6000 / 48.41 \times 230 \times 4=0.05 \text{ V.}=0.03 \%$
 - o $e(\text{total})=0.11\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Protección diferencial: Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.11.1.- Cálculo LF10 (Máquina Expendedora 1)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.85; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: 3000 W.

$$I=3000/230 \times 0.85=15.35 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 56.02
 - o $e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 3000 / 48.68 \times 230 \times 2.5=2.14 \text{ V.}=0.93 \%$
 - o $e(\text{total})=1.03\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.11.2.- Cálculo LF11 (Cafetera 1)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; $\cos \varphi$: 0.85; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: 3000 W.

$$I=3000/230 \times 0.85=15.35 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
 - o Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 56.02
 - o $e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 3000 / 48.68 \times 230 \times 2.5=2.14 \text{ V.}=0.93 \%$
 - o $e(\text{total})=1.03\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.12.- Cálculo Circuito 11

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 4500 W.
- Potencia de cálculo: 4500 W.

$$I=4500/230 \times 1=19.57 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 40 A. según ITC-BT-19
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 47.18
 - o $e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 4500 / 50.21 \times 230 \times 6=0.04 \text{ V.}=0.02 \%$
 - o $e(\text{total})=0.12\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Protección diferencial: Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.12.1.- Cálculo LF19 (Tomas de corriente Auxiliares P1)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 45 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Potencia a instalar: 2500 W.
- Potencia de cálculo: 2500 W.
$$I=2500/230 \times 1=10.87 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 48.04
 - o $e(\text{parcial})=2 \times 45 \times 2500 / 50.05 \times 230 \times 2.5=7.82 \text{ V.}=3.4 \%$
 - o $e(\text{total})=3.5\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.12.2.- Cálculo LF23 (Tomas de corriente II Nave)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 75 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: 2000 W.
$$I=2000/230 \times 1=8.7 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 45.14
 - o $e(\text{parcial})=2 \times 75 \times 2000 / 50.57 \times 230 \times 2.5=10.32 \text{ V.}=4.49 \%$
 - o $e(\text{total})=4.59\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.13.- Cálculo Circuito 10

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 4500 W.
- Potencia de cálculo: 4500 W.
$$I=4500/230 \times 1=19.57 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares 2x6mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 47.18
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 4500 / 50.21 \times 230 \times 6 = 0.04 \text{ V.} = 0.02 \%$
 - o $e(\text{total}) = 0.10\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Protección diferencial: Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.13.1.- Cálculo LF8 (Tomas de corriente auxiliares P0.1)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 2500 W.
- Potencia de cálculo: 2500 W.

$$I = 2500 / 230 \times 1 = 10.87 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 48.04
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 30 \times 2500 / 50.05 \times 230 \times 2.5 = 5.21 \text{ V.} = 2.27 \%$
 - o $e(\text{total}) = 2.37\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.13.2.- Cálculo LF9 (Tomas de corriente auxiliares P0.2)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: 2000 W.

$$I = 2000 / 230 \times 1 = 8.7 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 45.14

- $e(\text{parcial}) = 2 \times 30 \times 2000 / 50.57 \times 230 \times 2.5 = 4.13 \text{ V.} = 1.79 \%$
- $e(\text{total}) = 1.89\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.14.- Cálculo Circuito 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \varphi$: 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 1152 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 2073.6 W.
$$I = 2073.6 / 230 \times 0.9 = 10.02 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 23 A. según ITC-BT-19
- Caída de tensión:
 - Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 45.69
 - $e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 2073.6 / 50.47 \times 230 \times 2.5 = 0.04 \text{ V.} = 0.02 \%$
 - $e(\text{total}) = 0.10\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Protección diferencial: Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.14.1.- Cálculo LA2 (Oficina P0.2)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; $\cos \varphi$: 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 576 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $576 \times 1.8 = 1036.8 \text{ W.}$
$$I = 1036.8 / 230 \times 0.9 = 5.01 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 16 mm.
- Caída de tensión:
 - Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 43.34
 - $e(\text{parcial}) = 2 \times 20 \times 1036.8 / 50.9 \times 230 \times 1.5 = 2.36 \text{ V.} = 1.03 \%$
 - $e(\text{total}) = 1.13\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 10 A.

3.14.2.- Cálculo LA4 (Oficina P0.4)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; $\cos \varphi$: 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 576 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $576 \times 1.8 = 1036.8 \text{ W}$.
$$I = 1036.8 / 230 \times 0.9 = 5.01 \text{ A}$$
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 16 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 43.34
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 25 \times 1036.8 / 50.9 \times 230 \times 1.5 = 2.95 \text{ V.} = 1.28 \%$
 - o $e(\text{total}) = 1.38\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 10 A.

3.15.- Cálculo Circuito 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 8400 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 8400 W.
$$I = 8400 / 1,732 \times 400 \times 1 = 12.12 \text{ A}$$
- Se eligen conductores Unipolares $4 \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 36 A. según ITC-BT-19
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 43.4
 - o $e(\text{parcial}) = 0.3 \times 8400 / 50.89 \times 400 \times 6 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$
 - o $e(\text{total}) = 0.09\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Protección diferencial: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.15.1.- Cálculo LA19 (Nave 1)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 106 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 2800 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 2800 W.
$$I=2800/230 \times 1=12.17 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 25 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 43.43
 - o $e(\text{parcial})=2 \times 106 \times 2800 / 50.88 \times 230 \times 6=8.45 \text{ V.}=3.68 \%$
 - o $e(\text{total})=3.77\% \text{ ADMIS } (4.5\% \text{ MAX.})$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.15.2.- Cálculo LA21 (Nave 3)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 92 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 2800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 2800 W.
$$I=2800/230 \times 1=12.17 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 25 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 43.43
 - o $e(\text{parcial})=2 \times 92 \times 2800 / 50.88 \times 230 \times 6=7.34 \text{ V.}=3.19 \%$
 - o $e(\text{total})=3.28\% \text{ ADMIS } (4.5\% \text{ MAX.})$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.15.3.- Cálculo LA22 (Nave 4)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 85 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 2800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 2800 W.
$$I=2800/230 \times 1=12.17 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

- Diámetro exterior tubo: 25 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 43.43
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 85 \times 2800 / 50.88 \times 230 \times 6 = 6.78 \text{ V.} = 2.95 \%$
 - o $e(\text{total}) = 3.04\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.16.- Cálculo Circuito 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 8400 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 8400 W.
$$I = 8400 / 1,732 \times 400 \times 1 = 12.12 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares $4 \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 27 A. según ITC-BT-19
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 46.05
 - o $e(\text{parcial}) = 0.3 \times 8400 / 50.41 \times 400 \times 4 = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$
 - o $e(\text{total}) = 0.09\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Protección diferencial: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.16.1.- Cálculo LA24 (Nave 6)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 71 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 2800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 2800 W.
$$I = 2800 / 230 \times 1 = 12.17 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 4 + \text{TT} \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 27 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 46.1
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 71 \times 2800 / 50.4 \times 230 \times 4 = 8.57 \text{ V.} = 3.73 \%$
 - o $e(\text{total}) = 3.82\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.16.2.- Cálculo LA25 (Nave 7)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 64 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 2800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 2800 W.
$$I=2800/230 \times 1=12.17 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 4 + TT \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 27 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 46.1
 - o $e(\text{parcial})=2 \times 64 \times 2800 / 50.4 \times 230 \times 4=7.73 \text{ V.}=3.36 \%$
 - o $e(\text{total})=3.45\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.16.3.- Cálculo LA27 (Nave 9)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 45 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 2800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 2800 W.
$$I=2800/230 \times 1=12.17 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 50.08
 - o $e(\text{parcial})=2 \times 45 \times 2800 / 49.7 \times 230 \times 2.5=8.82 \text{ V.}=3.83 \%$
 - o $e(\text{total})=3.92\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.17.- Cálculo Circuito 4

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 3750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 3750 W.
$$I=3750/1,732 \times 400 \times 1=5.41 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 41.99
 - o $e(\text{parcial})=0.3 \times 3750 / 51.15 \times 400 \times 2.5=0.02 \text{ V.}=0.01 \%$
 - o $e(\text{total})=0.09\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Protección diferencial: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.17.1.- Cálculo LA31 (Rótulo 1)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 90 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 1250 W.
$$I=1250/230 \times 1=5.43 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 42.01
 - o $e(\text{parcial})=2 \times 90 \times 1250 / 51.14 \times 230 \times 2.5=7.65 \text{ V.}=3.33 \%$
 - o $e(\text{total})=3.42\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 10 A.

3.17.2.- Cálculo LA32 (Rótulo 2)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 50 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 1250 W.
$$I=1250/230 \times 1=5.43 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 16 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 43.94
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 50 \times 1250 / 50.79 \times 230 \times 1.5 = 7.13 \text{ V.} = 3.1 \%$
 - o $e(\text{total}) = 3.19\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 10 A.

3.17.3.-Cálculo LA33 (Rótulo 3)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 50 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 1250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 1250 W.
$$I = 1250 / 230 \times 1 = 5.43 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 16 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 43.94
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 50 \times 1250 / 50.79 \times 230 \times 1.5 = 7.13 \text{ V.} = 3.1 \%$
 - o $e(\text{total}) = 3.19\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 10 A.

3.18.- Cálculo LA30 (Marquesina 3)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 65 m; Cos φ : 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 1508 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $1508 \times 1.8 = 2714.4 \text{ W.}$
$$I = 2714.4 / 230 \times 0.9 = 13.11 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 4 + TT \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 47.08
- $e(\text{parcial}) = 2 \times 65 \times 2714.4 / 50.22 \times 230 \times 4 = 7.64 \text{ V.} = 3.32 \%$
- $e(\text{total}) = 3.40\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.
- Protección diferencial: Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.19.- Cálculo Circuito 5

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \varphi$: 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 1727 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 3108.6 W.
$$I = 3108.6 / 1,732 \times 400 \times 0.9 = 4.99 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19
- Caída de tensión:
 - Temperatura cable (°C): 41.69
 - $e(\text{parcial}) = 0.3 \times 3108.6 / 51.2 \times 400 \times 2.5 = 0.02 \text{ V.} = 0 \%$
 - $e(\text{total}) = 0.08\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Protección diferencial: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.19.1.- Cálculo LA1 (Oficina P0.1)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; $\cos \varphi$: 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 576 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $576 \times 1.8 = 1036.8 \text{ W.}$
$$I = 1036.8 / 230 \times 0.9 = 5.01 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 16 mm.
- Caída de tensión:
 - Temperatura cable (°C): 43.34
 - $e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 1036.8 / 50.9 \times 230 \times 1.5 = 1.77 \text{ V.} = 0.77 \%$
 - $e(\text{total}) = 0.85\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 10 A.

3.19.2.- Cálculo LA3 (Oficina P0.3)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; $\cos \varphi$: 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 576 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $576 \times 1.8 = 1036.8$ W.
 $I = 1036.8 / 230 \times 0.9 = 5.01$ A.
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 16 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 43.34
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 20 \times 1036.8 / 50.9 \times 230 \times 1.5 = 2.36$ V. = 1.03 %
 - o $e(\text{total}) = 1.11\%$ ADMIS (4.5% MAX.)
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 10 A.

3.19.3.- Cálculo LA5 (Despacho P0)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 12 m; $\cos \varphi$: 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 432 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $432 \times 1.8 = 777.6$ W.
 $I = 777.6 / 230 \times 0.9 = 3.76$ A.
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 16 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 41.88
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 12 \times 777.6 / 51.17 \times 230 \times 1.5 = 1.06$ V. = 0.46 %
 - o $e(\text{total}) = 0.54\%$ ADMIS (4.5% MAX.)
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 10 A.

3.19.4.- Cálculo LA8 (Emergencias P0)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 50 m; $\cos \varphi$: 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 143 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $143 \times 1.8 = 257.4 \text{ W}$.
 $I = 257.4 / 230 \times 0.9 = 1.24 \text{ A}$.
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 16 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.21
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 50 \times 257.4 / 51.48 \times 230 \times 1.5 = 1.45 \text{ V} = 0.63 \%$
 - o $e(\text{total}) = 0.71\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 10 A.

3.20.- Cálculo Circuito 6

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \varphi$: 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 1010 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 1818 W.
 $I = 1818 / 1,732 \times 400 \times 0.9 = 2.92 \text{ A}$.
- Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.58
 - o $e(\text{parcial}) = 0.3 \times 1818 / 51.41 \times 400 \times 2.5 = 0.01 \text{ V} = 0 \%$
 - o $e(\text{total}) = 0.0.8\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Protección diferencial: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.20.1.- Cálculo LA6 (Cuartos P0)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; $\cos \varphi$: 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 256 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $256 \times 1.8 = 460.8 \text{ W}$.
 $I = 460.8 / 230 \times 0.9 = 2.23 \text{ A}$.

- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 16 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.66
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 10 \times 460.8 / 51.39 \times 230 \times 1.5 = 0.52 \text{ V.} = 0.23 \%$
 - o $e(\text{total}) = 0.31\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 10 A.

3.20.2.- Cálculo LA7 (Aseos P0)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; $\cos \varphi$: 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 312 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $312 \times 1.8 = 561.6 \text{ W.}$
$$I = 561.6 / 230 \times 0.9 = 2.71 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 16 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.98
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 10 \times 561.6 / 51.33 \times 230 \times 1.5 = 0.63 \text{ V.} = 0.28 \%$
 - o $e(\text{total}) = 0.36\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 10 A.

3.20.3.- Cálculo LA12 (Aseos P1)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 35 m; $\cos \varphi$: 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 234 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $234 \times 1.8 = 421.2 \text{ W.}$
$$I = 421.2 / 230 \times 0.9 = 2.03 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 16 mm.

- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 40.55
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 35 \times 421.2 / 51.41 \times 230 \times 1.5 = 1.66 \text{ V.} = 0.72 \%$
 - o $e(\text{total}) = 0.80\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 10 A.

3.20.4.- Cálculo LA13 (Escaleras)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; $\cos \varphi$: 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 208 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $208 \times 1.8 = 374.4 \text{ W.}$
 $I = 374.4 / 230 \times 0.9 = 1.81 \text{ A.}$
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 16 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 40.44
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 25 \times 374.4 / 51.44 \times 230 \times 1.5 = 1.05 \text{ V.} = 0.46 \%$
 - o $e(\text{total}) = 0.54\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 10 A.

3.21.- Cálculo Circuito 7

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \varphi$: 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 1661 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 2989.8 W.
 $I = 2989.8 / 1,732 \times 400 \times 0.9 = 4.8 \text{ A.}$
- Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 41.56
 - o $e(\text{parcial}) = 0.3 \times 2989.8 / 51.23 \times 400 \times 2.5 = 0.02 \text{ V.} = 0 \%$
 - o $e(\text{total}) = 0.0.8\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Protección diferencial: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.21.1.- Cálculo LA9 (Oficina P1.1)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 35 m; Cos φ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 576 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $576 \times 1.8 = 1036.8$ W.
 $I = 1036.8 / 230 \times 0.9 = 5.01$ A.
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 16 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 43.34
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 35 \times 1036.8 / 50.9 \times 230 \times 1.5 = 4.13$ V. = 1.8 %
 - o $e(\text{total}) = 1.88\%$ ADMIS (4.5% MAX.)
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 10 A.

3.21.2.- Cálculo LA10 (Oficina P1.2)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 35 m; Cos φ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 576 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $576 \times 1.8 = 1036.8$ W.
 $I = 1036.8 / 230 \times 0.9 = 5.01$ A.
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 16 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 43.34
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 35 \times 1036.8 / 50.9 \times 230 \times 1.5 = 4.13$ V. = 1.8 %
 - o $e(\text{total}) = 1.88\%$ ADMIS (4.5% MAX.)
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 10 A.

3.21.3.- Cálculo LA11 (Despacho P1)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 35 m; $\cos \varphi$: 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 432 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $432 \times 1.8 = 777.6$ W.
 $I = 777.6 / 230 \times 0.9 = 3.76$ A.
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 16 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 41.88
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 35 \times 777.6 / 51.17 \times 230 \times 1.5 = 3.08$ V. = 1.34 %
 - o $e(\text{total}) = 1.42\%$ ADMIS (4.5% MAX.)
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 10 A.

3.21.4.- Cálculo LA14 (Emergencia P1 Oficinas)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 45 m; $\cos \varphi$: 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 77 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $77 \times 1.8 = 138.6$ W.
 $I = 138.6 / 230 \times 0.9 = 0.67$ A.
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 16 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.06
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 45 \times 138.6 / 51.51 \times 230 \times 1.5 = 0.7$ V. = 0.31 %
 - o $e(\text{total}) = 0.39\%$ ADMIS (4.5% MAX.)
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 10 A.

3.22.- Cálculo Circuito 8

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 8400 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 8400 W.

$$I=8400/1,732 \times 400 \times 1 = 12.12 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares $4 \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 36 A. según ITC-BT-19
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 43.4
 - o $e(\text{parcial}) = 0.3 \times 8400 / 50.89 \times 400 \times 6 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$
 - o $e(\text{total}) = 0.09\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Protección diferencial: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.22.1.- Cálculo LA20 (Nave 2)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 99 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 2800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 2800 W.

$$I=2800/230 \times 1 = 12.17 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 6 + \text{TT} \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 36 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 25 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 43.43
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 99 \times 2800 / 50.88 \times 230 \times 6 = 7.9 \text{ V.} = 3.43 \%$
 - o $e(\text{total}) = 3.52\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.22.2.- Cálculo LA23 (Nave 5)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 78 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 2800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 2800 W.

$$I=2800/230 \times 1 = 12.17 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 4 + \text{TT} \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 27 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 46.1
- $e(\text{parcial}) = 2 \times 78 \times 2800 / 50.4 \times 230 \times 4 = 9.42 \text{ V.} = 4.1 \%$
- $e(\text{total}) = 4.19\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.22.3.- Cálculo LA26 (Nave 8)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 57 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 2800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 2800 W.
$$I = 2800 / 230 \times 1 = 12.17 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 4 + \text{TT} \times 4 \text{ mm}^2 \text{Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 27 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - Temperatura cable (°C): 46.1
 - $e(\text{parcial}) = 2 \times 57 \times 2800 / 50.4 \times 230 \times 4 = 6.88 \text{ V.} = 2.99 \%$
 - $e(\text{total}) = 3.08\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.23.- Cálculo Circuito 9

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \varphi$: 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 3408 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 6134.4 W.
$$I = 6134.4 / 1,732 \times 400 \times 0.9 = 9.84 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares $4 \times 6 \text{ mm}^2 \text{Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 36 A. según ITC-BT-19
- Caída de tensión:
 - Temperatura cable (°C): 42.24
 - $e(\text{parcial}) = 0.3 \times 6134.4 / 51.1 \times 400 \times 6 = 0.02 \text{ V.} = 0 \%$
 - $e(\text{total}) = 0.08\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Protección diferencial: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.23.1.- Cálculo LA28 (Marquesina 1)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 110 m; Cos φ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1740 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $1740 \times 1.8 = 3132$ W.
 $I = 3132 / 230 \times 0.9 = 15.13$ A.
- Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 25 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 45.3
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 110 \times 3132 / 50.54 \times 230 \times 6 = 9.88$ V. = 4.3 %
 - o $e(\text{total}) = 4.38\%$ ADMIS (4.5% MAX.)
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.23.2.- Cálculo LA29 (Marquesina 2)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 50 m; Cos φ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 696 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $696 \times 1.8 = 1252.8$ W.
 $I = 1252.8 / 230 \times 0.9 = 6.05$ A.
- Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 16 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 44.88
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 50 \times 1252.8 / 50.62 \times 230 \times 1.5 = 7.17$ V. = 3.12 %
 - o $e(\text{total}) = 3.20\%$ ADMIS (4.5% MAX.)
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 10 A.

3.23.3.- Cálculo LA34 (Emergencias 1 Nave)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 150 m; Cos φ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 486 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $486 \times 1.8 = 874.8 \text{ W}$.
 $I = 874.8 / 230 \times 0.9 = 4.23 \text{ A}$.
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 41.21
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 150 \times 874.8 / 51.29 \times 230 \times 2.5 = 8.9 \text{ V} = 3.87 \%$
 - o $e(\text{total}) = 3.95\% \text{ ADMIS } (4.5\% \text{ MAX.})$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 10 A.

3.23.4.- Cálculo LA35 (Emergencias 2 Nave)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 120 m; $\cos \varphi$: 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 486 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $486 \times 1.8 = 874.8 \text{ W}$.
 $I = 874.8 / 230 \times 0.9 = 4.23 \text{ A}$.
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 41.21
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 120 \times 874.8 / 51.29 \times 230 \times 2.5 = 7.12 \text{ V} = 3.1 \%$
 - o $e(\text{total}) = 3.18\% \text{ ADMIS } (4.5\% \text{ MAX.})$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 10 A.

3.24.- Cálculo Circuito 14

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \varphi$: 0.85; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 6000 W.
- Potencia de cálculo: 6000 W.
 $I = 6000 / 1,732 \times 400 \times 0.85 = 10.19 \text{ A}$.
- Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 47.06
 - o $e(\text{parcial}) = 0.3 \times 6000 / 50.23 \times 400 \times 2.5 = 0.04 \text{ V.} = 0.01 \%$
 - o $e(\text{total}) = 0.09\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Protección diferencial: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.24.1.- Cálculo LF5 (Puesto de trabajo complementario P0.1)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos φ : 0.85; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: 2000 W.
$$I = 2000 / 230 \times 0.85 = 10.23 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 47.12
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 30 \times 2000 / 50.22 \times 230 \times 2.5 = 4.16 \text{ V.} = 1.81 \%$
 - o $e(\text{total}) = 1.90\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.24.2.- Cálculo LF6 (Puesto de trabajo complementario P0.2)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos φ : 0.85; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: 2000 W.
$$I = 2000 / 230 \times 0.85 = 10.23 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 47.12
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 30 \times 2000 / 50.22 \times 230 \times 2.5 = 4.16 \text{ V.} = 1.81 \%$

- $e(\text{total})=1.90\%$ ADMIS (6.5% MAX.)
- Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.24.3.- Cálculo LF7 (Tomas de corriente impresoras P0)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; $\cos \varphi$: 0.85; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: 2000 W.
$$I=2000/230 \times 0.85=10.23 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - Temperatura cable (°C): 47.12
 - $e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 2000 / 50.22 \times 230 \times 2.5=2.77 \text{ V.}=1.2 \%$
 - $e(\text{total})=1.29\%$ ADMIS (6.5% MAX.)
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.25.- Cálculo Circuito 15

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \varphi$: 0.85; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 4000 W.
- Potencia de cálculo: 4000 W.
$$I=4000/230 \times 0.85=20.46 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 40 A. según ITC-BT-19
- Caída de tensión:
 - Temperatura cable (°C): 47.85
 - $e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 4000 / 50.09 \times 230 \times 6=0.03 \text{ V.}=0.02 \%$
 - $e(\text{total})=0.10\%$ ADMIS (4.5% MAX.)
- Protección diferencial: Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.25.1.- Cálculo LF17 (Puesto de trabajo complementario P1.1)

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 40 m; Cos φ : 0.85; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: 2000 W.

$$I=2000/230 \times 0.85=10.23 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 47.12
 - o $e(\text{parcial})=2 \times 40 \times 2000 / 50.22 \times 230 \times 2.5=5.54 \text{ V.}=2.41 \%$
 - o $e(\text{total})=2.51\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.25.2.- Cálculo LF18 (Tomas de corriente impresoras P1)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos φ : 0.85; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: 2000 W.

$$I=2000/230 \times 0.85=10.23 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 47.12
 - o $e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 2000 / 50.22 \times 230 \times 2.5=4.16 \text{ V.}=1.81 \%$
 - o $e(\text{total})=1.91\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.26.- Cálculo LF28 (Marquesina 1)

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 100 m; Cos φ : 0.85; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 4900 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47): $350 \times 1.25 + 4550 = 4987.5 \text{ W.}$

$$I=4987.5/1,732 \times 400 \times 0.85 \times 1 = 8.47 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 18.5 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 46.29
 - o $e(\text{parcial}) = 100 \times 4987.5 / 50.37 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 9.9 \text{ V.} = 2.48 \%$
 - o $e(\text{total}) = 2.56\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
- Protección diferencial: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.27.- Cálculo LF31 (S.A.I.)

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; $\cos \varphi$: 0.85; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 16000 W.
- Potencia de cálculo: 16000 W.

$$I=16000/1,732 \times 400 \times 0.85 = 27.17 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares $4 \times 6 + TT \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 40 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 25 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 63.07
 - o $e(\text{parcial}) = 5 \times 16000 / 47.53 \times 400 \times 6 = 0.7 \text{ V.} = 0.18 \%$
 - o $e(\text{total}) = 0.26\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Tetrapolar Int. 32 A.
- Protección diferencial: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.28.- Cálculo LD3 (C.S. Cinta)

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 60 m; $\cos \varphi$: 0.85; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 60000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47): $60000 \times 1.25 = 75000 \text{ W.}$

$$I=75000/1,732 \times 400 \times 0.85=127.36 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares 4x50+TTx25mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)
- I.ad. a 40°C (Fc=1) 167 A. según ITC-BT-19
- Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 69.08
 - o e(parcial)=60x75000/46.59x400x50=4.83 V.=1.21 %
 - o e(total)=1.29% ADMIS (4.5% MAX.)
- Protección Termica en Principio de Línea: Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 147 A.

3.29.- Cálculo embarrado C.G.D.

3.29.1.- Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

3.29.2.- Pletina adoptada

- Sección (mm²): 150
- Ancho (mm): 30
- Espesor (mm): 5
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm³,cm⁴) : 0.75, 1.125, 0.125, 0.031
- I. admisible del embarrado (A): 400

3.29.3.- Cálculos

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 11.43^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.125 \cdot 1) = 1088.234 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 379.76 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 400 \text{ A}$$

c) Comprobación por solicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 11.43 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 150 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 34.79 \text{ kA}$$

4.- Cuadro Secundario Climatización

4.1.- Demanda de potencias

Línea	Potencia Instalada	Potencia de cálculo
CL1	15000 W	18750 W
CL3	500 W	500 W
CL2	2000 W	2000 W
CL4	10000 W	10000 W
CL5	1200 W	1200 W
CL6	250 W	250 W
CL7	7500 W	7500 W
CL8	1200 W	1200 W
CL9	500 W	500 W
CL10	300 W	300 W
CL11	300 W	300 W
CL12	300 W	300 W
TOTAL	39050 W	42800 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 39050

4.2.- Cálculo Circuito 18

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.85; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 17500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47): $15000 \times 1.25 + 2500 = 21250 \text{ W}$.
 $I = 21250 / (1.732 \times 400 \times 0.85) = 36.09 \text{ A}$.
- Se eligen conductores Unipolares 4x10mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C (Fc=1) 50 A. según ITC-BT-19
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 55.63
 - o $e(\text{parcial}) = 0.3 \times 21250 / (48.75 \times 400 \times 10) = 0.03 \text{ V} = 0.01 \%$
 - o $e(\text{total}) = 0.21\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Protección diferencial: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA.

4.2.1.- Cálculo CL1 (Máquina Administración P0)

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos φ : 0.85; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 15000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47): $15000 \times 1.25 = 18750$ W.
$$I = 18750 / (1,732 \times 400 \times 0.85 \times 1) = 31.84 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 25 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 69.7
 - o $e(\text{parcial}) = 25 \times 18750 / (46.5 \times 400 \times 6 \times 1) = 4.2 \text{ V.} = 1.05 \%$
 - o $e(\text{total}) = 1.25\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

4.2.2.- Cálculo CL2 (Fan Coils P0)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos φ : 0.85; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47): $2000 \times 1.25 = 2500$ W.
$$I = 2500 / (230 \times 0.85 \times 1) = 12.79 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 51.12
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 25 \times 2500 / (49.51 \times 230 \times 2.5 \times 1) = 4.39 \text{ V.} = 1.91 \%$
 - o $e(\text{total}) = 2.12\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

4.2.3.- Cálculo CL3 (Recuperador P0)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos φ : 0.85; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47): $500 \times 1.25 = 625$ W.
 $I = 625 / 230 \times 0.85 \times 1 = 3.2$ A.
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.7
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 25 \times 625 / 51.39 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 1.06$ V. = 0.46 %
 - o $e(\text{total}) = 0.67\%$ ADMIS (6.5% MAX.)
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

4.3.- Cálculo Circuito 19

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \varphi$: 0.85; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 11450 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47): $10000 \times 1.25 + 1450 = 13950$ W.
 $I = 13950 / 1,732 \times 400 \times 0.85 = 23.69$ A.
- Se eligen conductores Unipolares $4 \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 50 A. según ITC-BT-19
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 46.73
 - o $e(\text{parcial}) = 0.3 \times 13950 / 50.29 \times 400 \times 10 = 0.02$ V. = 0.01 %
 - o $e(\text{total}) = 0.21\%$ ADMIS (4.5% MAX.)
- Protección diferencial: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA.

4.3.1.- Cálculo CL4 (Máquina Administración P1)

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; $\cos \varphi$: 0.85; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47): $10000 \times 1.25 = 12500$ W.
 $I = 12500 / 1,732 \times 400 \times 0.85 \times 1 = 21.23$ A.
- Se eligen conductores Unipolares $4 \times 6 + TT \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

- I.ad. a 40°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 25 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 53.2
 - o $e(\text{parcial}) = 25 \times 12500 / 49.16 \times 400 \times 6 \times 1 = 2.65 \text{ V.} = 0.66 \%$
 - o $e(\text{total}) = 0.87\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

4.3.2.- Cálculo CL5 (Fan Coils P1)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos φ : 0.85; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47): $1200 \times 1.25 = 1500 \text{ W.}$
$$I = 1500 / 230 \times 0.85 \times 1 = 7.67 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 44
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 30 \times 1500 / 50.78 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 3.08 \text{ V.} = 1.34 \%$
 - o $e(\text{total}) = 1.55\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

4.3.3.- Cálculo CL6 (Recuperador P1)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos φ : 0.85; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47): $250 \times 1.25 = 312.5 \text{ W.}$
$$I = 312.5 / 230 \times 0.85 \times 1 = 1.6 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 40.17
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 30 \times 312.5 / 51.48 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.63 \text{ V.} = 0.28 \%$

- $e(\text{total})=0.49\%$ ADMIS (6.5% MAX.)
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

4.4.- Cálculo Circuito 20

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \varphi$: 0.85; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 9200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47): $7500 \times 1.25 + 1700 = 11075$ W.
 $I = 11075 / 1,732 \times 400 \times 0.85 = 18.81$ A.
- Se eligen conductores Unipolares $4 \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 36 A. según ITC-BT-19
- Caída de tensión:
 - Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 48.19
 - $e(\text{parcial}) = 0.3 \times 11075 / 50.03 \times 400 \times 6 = 0.03$ V. = 0.01 %
 - $e(\text{total}) = 0.21\%$ ADMIS (4.5% MAX.)
- Protección diferencial: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

4.4.1.- Cálculo CL7 (Máquina Residencia)

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; $\cos \varphi$: 0.85; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 7500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47): $7500 \times 1.25 = 9375$ W.
 $I = 9375 / 1,732 \times 400 \times 0.85 \times 1 = 15.92$ A.
- Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 18.5 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 62.22
 - $e(\text{parcial}) = 25 \times 9375 / 47.67 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 4.92$ V. = 1.23 %
 - $e(\text{total}) = 1.44\%$ ADMIS (6.5% MAX.)
- Prot. Térmica: Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

4.4.2.- Cálculo CL8 (Fan Coils Residencia)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 35 m; Cos φ : 0.85; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47): $1200 \times 1.25 = 1500$ W.
$$I = 1500 / 230 \times 0.85 \times 1 = 7.67 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 44
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 35 \times 1500 / 50.78 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 3.6 \text{ V.} = 1.56 \%$
 - o $e(\text{total}) = 1.77\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

4.4.3.- Cálculo CL9 (Recuperador Residencia)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 35 m; Cos φ : 0.85; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47): $500 \times 1.25 = 625$ W.
$$I = 625 / 230 \times 0.85 \times 1 = 3.2 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 40.7
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 35 \times 625 / 51.39 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 1.48 \text{ V.} = 0.64 \%$
 - o $e(\text{total}) = 0.85\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

4.5.- Cálculo Circuito 21

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.85; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Potencia a instalar: 900 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47): $300 \times 1.25 + 600 = 975$ W.
 $I = 975 / 1,732 \times 400 \times 0.85 = 1.66$ A.
- Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.19
 - o $e(\text{parcial}) = 0.3 \times 975 / 51.48 \times 400 \times 2.5 = 0.01$ V. = 0 %
 - o $e(\text{total}) = 0.21\%$ ADMIS (4.5% MAX.)
- Protección diferencial: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

4.5.1.- Cálculo CL10 (Extracción Aseos PB)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; $\cos \varphi$: 0.85; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 300 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47): $300 \times 1.25 = 375$ W.
 $I = 375 / 230 \times 0.85 \times 1 = 1.92$ A.
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.25
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 25 \times 375 / 51.47 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.63$ V. = 0.28 %
 - o $e(\text{total}) = 0.49\%$ ADMIS (6.5% MAX.)
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

4.5.2.- Cálculo CL11 (Extracción Aseos P1)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 35 m; $\cos \varphi$: 0.85; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 300 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47): $300 \times 1.25 = 375$ W.
 $I = 375 / 230 \times 0.85 \times 1 = 1.92$ A.
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19

- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 40.25
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 35 \times 375 / 51.47 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.89 \text{ V.} = 0.39 \%$
 - o $e(\text{total}) = 0.60\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

4.5.3.- Cálculo CL12 (Extracción Vestuarios)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 40 m; $\cos \varphi$: 0.85; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 300 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47): $300 \times 1.25 = 375 \text{ W.}$
 $I = 375 / 230 \times 0.85 \times 1 = 1.92 \text{ A.}$
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 40.25
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 40 \times 375 / 51.47 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 1.01 \text{ V.} = 0.44 \%$
 - o $e(\text{total}) = 0.65\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

4.6.- Cálculo embarrado C.S. Climatización

4.6.1.- Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, $d(\text{cm})$: 10
- Separación entre apoyos, $L(\text{cm})$: 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

4.6.2.- Pletina adoptada

- Sección (mm^2): 120
- Ancho (mm): 40
- Espesor (mm): 3

- W_x, I_x, W_y, I_y (cm³,cm⁴) : 0.8, 1.6, 0.06, 0.009
- I. admisible del embarrado (A): 420

4.6.3.- Cálculos

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 7.66^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.06 \cdot 1) = 1017.925$$

$$<= 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 72.68 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 420 \text{ A}$$

c) Comprobación por solicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 7.66 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 120 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 27.83 \text{ kA}$$

5.- Cuadro Secundario Residencia

5.1.- Demanda de potencias

Línea	Potencia Instalada	Potencia de cálculo
LA15	366 W	658,8 W
LA16	234 W	421,2 W
LA17	850 W	1530 W
LA18	121 W	217,8 W
LF20	2000 W	2000 W
LF21	3000 W	3000 W
LF22	2000 W	2000 W
TOTAL	8571 W	9827,8 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 1571
- Potencia Instalada Fuerza (W): 7000

5.2.- Cálculo Circuito 16

- Tensión de servicio: 230 V.
 - Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
 - Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.9; X_u (m Ω /m): 0;
 - Potencia a instalar: 1571 W.
 - Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 2827.8 W.
- $$I = 2827.8 / 230 \times 0.9 = 13.66 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 16.5 A. según ITC-BT-19
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 60.56
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 2827.8 / 47.93 \times 230 \times 1.5 = 0.1 \text{ V.} = 0.04 \%$
 - o $e(\text{total}) = 1.15\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Protección diferencial: Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

5.2.1.- Cálculo LA15 (Vestuarios)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; $\cos \varphi$: 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 366 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $366 \times 1.8 = 658.8 \text{ W.}$
 $I = 658.8 / 230 \times 0.9 = 3.18 \text{ A.}$
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 16 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 41.35
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 20 \times 658.8 / 51.26 \times 230 \times 1.5 = 1.49 \text{ V.} = 0.65 \%$
 - o $e(\text{total}) = 1.8\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 10 A.

5.2.2.- Cálculo LA16 (Distribuidores)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; $\cos \varphi$: 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 234 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $234 \times 1.8 = 421.2 \text{ W.}$
 $I = 421.2 / 230 \times 0.9 = 2.03 \text{ A.}$
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 16 mm.
- Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 40.55
- $e(\text{parcial}) = 2 \times 10 \times 421.2 / 51.41 \times 230 \times 1.5 = 0.47 \text{ V.} = 0.21 \%$
- $e(\text{total}) = 1.36\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 10 A.

5.2.3.- Cálculo LA17 (Dormitorios)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; $\cos \varphi$: 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 850 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $850 \times 1.8 = 1530 \text{ W.}$
 $I = 1530 / 230 \times 0.9 = 7.39 \text{ A.}$
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 16 mm.
- Caída de tensión:
 - Temperatura cable (°C): 47.28
 - $e(\text{parcial}) = 2 \times 20 \times 1530 / 50.19 \times 230 \times 1.5 = 3.53 \text{ V.} = 1.54 \%$
 - $e(\text{total}) = 2.69\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 10 A.

5.2.4.- Cálculo LA18 (Emergencias Residencia)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; $\cos \varphi$: 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 121 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $121 \times 1.8 = 217.8 \text{ W.}$
 $I = 217.8 / 230 \times 0.9 = 1.05 \text{ A.}$
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 16 mm.
- Caída de tensión:
 - Temperatura cable (°C): 40.15
 - $e(\text{parcial}) = 2 \times 25 \times 217.8 / 51.49 \times 230 \times 1.5 = 0.61 \text{ V.} = 0.27 \%$
 - $e(\text{total}) = 1.42\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 10 A.

5.3.- Cálculo Circuito 17

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 7000 W.
- Potencia de cálculo: 7000 W.

$$I=7000/1,732 \times 400 \times 1=10.1 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares 4x2.5mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 46.94
 - o e(parcial)= $0.3 \times 7000 / 50.25 \times 400 \times 2.5 = 0.04 \text{ V.} = 0.01 \%$
 - o e(total)=1.12% ADMIS (4.5% MAX.)
- Protección diferencial: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

5.3.1.- Cálculo LF20 (Toma corriente Vestuarios)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: 2000 W.

$$I=2000/230 \times 1=8.7 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 45.14
 - o e(parcial)= $2 \times 20 \times 2000 / 50.57 \times 230 \times 2.5 = 2.75 \text{ V.} = 1.2 \%$
 - o e(total)=2.32% ADMIS (6.5% MAX.)
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

5.3.2.- Cálculo LF21 (Toma de corriente Distribuidores)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: 3000 W.
$$I=3000/230 \times 1=13.04 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 51.57
 - o $e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 3000 / 49.44 \times 230 \times 2.5=4.22 \text{ V.}=1.84 \%$
 - o $e(\text{total})=2.96\%$ ADMIS (6.5% MAX.)
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

5.3.3.- Cálculo LF22 (Toma de corriente Dormitorios)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: 2000 W.
$$I=2000/230 \times 1=8.7 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 45.14
 - o $e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 2000 / 50.57 \times 230 \times 2.5=2.75 \text{ V.}=1.2 \%$
 - o $e(\text{total})=2.32\%$ ADMIS (6.5% MAX.)
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

5.4.- Cálculo embarrado C.S. Residencia

5.4.1.- Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, $d(\text{cm})$: 10
- Separación entre apoyos, $L(\text{cm})$: 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

5.4.2.- Pletina adoptada

- Sección (mm²): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- W_x, I_x, W_y, I_y (cm³, cm⁴) : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

5.4.3.- Cálculos

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 0.8^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 83.922$$

$$<= 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 14.19 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 110 \text{ A}$$

c) Comprobación por solicitud térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 0.8 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 5.57 \text{ kA}$$

6.- Cuadro Secundario S.A.I.

6.1.- Demanda de potencias

Línea	Potencia Instalada	Potencia de cálculo
LF1	2000 W	2000 W
LF2	2500 W	2500 W
LF3	2500 W	2500 W
LF4	2000 W	2000 W
LF15	2500 W	2500 W
LF16	2000 W	2000 W
LF12	500 W	500 W
LF13	500 W	500 W
LF14	500 W	500 W
TOTAL	15000 W	15000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 15000

6.2.- Cálculo LD5

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1 m; Cos φ : 0.85; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 15000 W.
- Potencia de cálculo: 15000 W.

$$I=15000/1,732 \times 400 \times 0.85=25.47 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)
- I.ad. a 40°C (Fc=1) 31 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 57.64
 - o $e(\text{parcial})=1 \times 15000 / 48.51 \times 400 \times 6=0.19 \text{ V.}=0.05 \%$
 - o $e(\text{total})=0.20\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Protección Térmica en Final de Línea: Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

6.3.- Cálculo Circuito 22

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.85; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 7000 W.
- Potencia de cálculo: 7000 W.

$$I=7000/1,732 \times 400 \times 0.85=11.89 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares 4x2.5mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 49.61
 - o $e(\text{parcial})=0.3 \times 7000 / 49.78 \times 400 \times 2.5=0.04 \text{ V.}=0.01 \%$
 - o $e(\text{total})=0.32\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Protección diferencial: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

6.3.1.- Cálculo LF1 (Puesto de trabajo informática P0.1)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos φ : 0.85; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: 2000 W.
$$I=2000/230 \times 0.85=10.23 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 47.12
 - o $e(\text{parcial})=2 \times 25 \times 2000 / 50.22 \times 230 \times 2.5=3.46 \text{ V.}=1.51 \%$
 - o $e(\text{total})=1.83\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

6.3.2.- Cálculo LF2 (Puesto de trabajo informática P0.2)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; $\cos \varphi$: 0.85; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 2500 W.
- Potencia de cálculo: 2500 W.
$$I=2500/230 \times 0.85=12.79 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 51.12
 - o $e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 2500 / 49.51 \times 230 \times 2.5=3.51 \text{ V.}=1.53 \%$
 - o $e(\text{total})=1.85\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

6.3.3.- Cálculo LF3 (Puesto de trabajo informática P0.3)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; $\cos \varphi$: 0.85; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 2500 W.
- Potencia de cálculo: 2500 W.
$$I=2500/230 \times 0.85=12.79 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

- I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 51.12
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 20 \times 2500 / 49.51 \times 230 \times 2.5 = 3.51 \text{ V.} = 1.53 \%$
 - o $e(\text{total}) = 1.85\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

6.4.- Cálculo Circuito 23

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.85; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 6500 W.
- Potencia de cálculo: 6500 W.
$$I = 6500 / 1,732 \times 400 \times 0.85 = 11.04 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares 4x2.5mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 48.29
 - o $e(\text{parcial}) = 0.3 \times 6500 / 50.01 \times 400 \times 2.5 = 0.04 \text{ V.} = 0.01 \%$
 - o $e(\text{total}) = 0.32\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$
- Protección diferencial: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

6.4.1.- Cálculo LF4 (Puesto de trabajo informática P0.4)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos φ : 0.85; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: 2000 W.
$$I = 2000 / 230 \times 0.85 = 10.23 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 47.12
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 20 \times 2000 / 50.22 \times 230 \times 2.5 = 2.77 \text{ V.} = 1.2 \%$
 - o $e(\text{total}) = 1.52\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

6.4.2.- Cálculo LF15 (Puesto de trabajo informática P1.1)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos φ : 0.85; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 2500 W.
- Potencia de cálculo: 2500 W.

$$I=2500/230 \times 0.85=12.79 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 51.12
 - o $e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 2500 / 49.51 \times 230 \times 2.5=5.27 \text{ V.}=2.29 \%$
 - o $e(\text{total})=2.61\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

6.4.3.- Cálculo LF16 (Puesto de trabajo informática P1.2)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos φ : 0.85; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: 2000 W.

$$I=2000/230 \times 0.85=10.23 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 47.12
 - o $e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 2000 / 50.22 \times 230 \times 2.5=4.16 \text{ V.}=1.81 \%$
 - o $e(\text{total})=2.13\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

6.5.- Cálculo Circuito 24

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.85; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: 1500 W.
$$I=1500/1,732 \times 400 \times 0.85=2.55 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares 4x2.5mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 40.27
 - o e(parcial)=0.3x1500/51.47x400x2.5=0.01 V.=0 %
 - o e(total)=0.31% ADMIS (4.5% MAX.)
- Protección diferencial: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

6.5.1.- Cálculo LF12 (Centralita alarma)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; Cos φ : 0.85; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: 500 W.
$$I=500/230 \times 0.85=2.56 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 40.27
 - o e(parcial)=2x5x500/51.47x230x4=0.10 V.=0.05 %
 - o e(total)=0.36% ADMIS (6.5% MAX.)
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

6.5.2.- Cálculo LF13 (Centralita incendios)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; Cos φ : 0.85; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: 500 W.
$$I=500/230 \times 0.85=2.56 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

- I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 40.27
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 5 \times 500 / 51.47 \times 230 \times 4 = 0.10 \text{ V.} = 0.05 \%$
 - o $e(\text{total}) = 0.36\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

6.5.3.- Cálculo LF14 (Centralita teléfonos)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; Cos φ : 0.85; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: 500 W.
$$I = 500 / 230 \times 0.85 = 2.56 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.
- Caída de tensión:
 - o Temperatura cable (°C): 40.27
 - o $e(\text{parcial}) = 2 \times 5 \times 500 / 51.47 \times 230 \times 4 = 0.10 \text{ V.} = 0.05 \%$
 - o $e(\text{total}) = 0.36\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 16 A.

6.6.- Cálculo embarrado C.S. S.A.I.

6.6.1.- Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

6.6.2.- Pletina adoptada

- Sección (mm²): 45
- Ancho (mm): 15
- Espesor (mm): 3

- W_x, I_x, W_y, I_y (cm³,cm⁴) : 0.112, 0.084, 0.022, 0.003
- I. admisible del embarrado (A): 170

6.6.3.- Cálculos

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 4.88^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.022 \cdot 1) = 1129.6$$

$$<= 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 25.47 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 170 \text{ A}$$

c) Comprobación por solicitud térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 4.88 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 45 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 10.44 \text{ kA}$$

7.- Cuadro Secundario Cinta

7.1.- Demanda de potencias

Línea	Potencia Instalada	Potencia de cálculo
LF30	60000 W	75000 W
TOTAL	60000 W	75000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 60000

7.2.- Cálculo LF30

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; Cos ϕ : 0.85; X_u (m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 60000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47): 60000x1.25=75000 W.

$$I = 75000 / (1.732 \times 400 \times 0.85 \times 1) = 127.36 \text{ A.}$$
- Se eligen conductores Unipolares 4x50+TTx25mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
- I.ad. a 40°C (Fc=1) 145 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 63 mm.
- Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 78.57
- $e(\text{parcial}) = 5 \times 75000 / 45.18 \times 400 \times 50 \times 1 = 0.41 \text{ V} = 0.1 \%$
- $e(\text{total}) = 1.30\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$
- Prot. Térmica: Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 136 A.
- Protección diferencial: Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA.

7.3.- Cálculo embarrado C.S. Cinta

7.3.1.- Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

7.3.2.- Pletina adoptada

- Sección (mm²): 40
- Ancho (mm): 20
- Espesor (mm): 2
- $W_x, I_x, W_y, I_y \text{ (cm}^3, \text{cm}^4\text{)} : 0.133, 0.133, 0.0133, 0.0013$
- I. admisible del embarrado (A): 185

7.3.3.- Cálculos

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 3.88^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.0133 \cdot 1) = 1181.054 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 127.36 \text{ A}$$

$$I_{\text{adm}} = 185 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{\text{pcc}} = 3.88 \text{ kA}$$

$$I_{\text{cccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{\text{cc}}}) = 164 \cdot 40 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 9.28 \text{ kA}$$

8.- Resumen cálculo secciones y caídas de tensión

Se adjuntan a continuación las tablas utilizadas para hacer los cálculos de las secciones y protecciones de los distintos circuitos de los diferentes cuadros.

8.1.- Cuadro General Distribución

Cuadro General de Distribución									
Circuito	Pot. Cálculo (W)	Long. (m)	Sección (mm²)	Int. Cálculo (A)	Protección (A)	Int. Admis. (A)	C.T.Parcial (%)	C.T.Total (%)	Diam. Tubo (mm)
Acometida	239416,6	40	4x240 mm ² Cu	379,76		440	0,54	0,54	200
Derivación Individual	239416,6	6	4x240+TTx120mm ² Cu	379,76	400	440	0,08	0,08	200
LD4	128350	30	4x95+TTx50mm ² Cu	216,51	250	268	0,56	0,56	140
LD2	42800	5	4x25+TTx16mm ² Cu	72,68	95	95	0,12	0,2	50
LD1	9827,8	20	4x2.5+TTx2.5mm ² Cu	14,19	20	25	1,02	1,1	20
LF29	3937,5	70	4x2.5+TTx2.5mm ² Cu	6,69	16	18,5	1,36	1,44	20
Circuito 13	6000	0,3	2x6mm ² Cu	30,69		40	0,02	0,1	
LF26	3000	20	2x2.5+TTx2.5mm ² Cu	15,35	16	21	1,86	1,97	20
LF27	3000	20	2x2.5+TTx2.5mm ² Cu	15,35	16	21	1,86	1,97	20
LF24	6000	100	4x2.5+TTx2.5mm ² Cu	8,66	16	18,5	2,98	3,06	20
LF25	6000	80	4x2.5+TTx2.5mm ² Cu	8,66	16	18,5	2,39	2,47	20
Circuito 12	6000	0,3	2x6mm ² Cu	30,69		40	0,02	0,1	
LF10	3000	10	2x2.5+TTx2.5mm ² Cu	15,35	16	21	0,93	1,04	20
LF11	3000	10	2x2.5+TTx2.5mm ² Cu	15,35	16	21	0,93	1,04	20
Circuito 11	4500	0,3	2x6mm ² Cu	19,57		40	0,02	0,1	
LF19	2500	45	2x2.5+TTx2.5mm ² Cu	10,87	16	21	3,4	3,5	20
LF23	2000	75	2x2.5+TTx2.5mm ² Cu	8,7	16	21	4,49	4,59	20
Circuito 10	4500	0,3	2x6mm ² Cu	19,57		40	0,02	0,1	
LF8	2500	30	2x2.5+TTx2.5mm ² Cu	10,87	16	21	2,27	2,37	20
LF9	2000	30	2x2.5+TTx2.5mm ² Cu	8,7	16	21	1,79	1,89	20

Cuadro General de Distribución									
Circuito	Pot. Cálculo (W)	Long. (m)	Sección (mm²)	Int. Cálculo (A)	Protección (A)	Int. Admis. (A)	C.T.Parcial (%)	C.T.Total (%)	Diam. Tubo (mm)
Circuito 1	2073,6	0,3	2x2,5mm ² Cu	10,02		23	0,02	0,1	
LA2	1036,8	20	2x1.5+TTx1.5mm ² Cu	5,01	10	15	1,03	1,13	16
LA4	1036,8	25	2x1.5+TTx1.5mm ² Cu	5,01	10	15	1,28	1,38	16
Circuito 2	8400	0,3	4x6mm ² Cu	12,12		36	0,01	0,09	
LA19	2800	106	2x6+TTx6mm ² Cu	12,17	16	36	3,68	3,77	25
LA21	2800	92	2x6+TTx6mm ² Cu	12,17	16	36	3,19	3,28	25
LA22	2800	85	2x6+TTx6mm ² Cu	12,17	16	36	2,95	3,04	25
Circuito 2	8400	0,3	4x4mm ² Cu	12,12		27	0,01	0,09	
LA24	2800	71	2x4+TTx4mm ² Cu	12,17	16	27	3,73	3,82	20
LA25	2800	64	2x4+TTx4mm ² Cu	12,17	16	27	3,36	3,45	20
LA27	2800	45	2x2,5+TTx2,5mm ² Cu	12,17	16	27	3,83	3,92	20
Circuito 4	3750	0,3	4x2.5mm ² Cu	5,41		21	0,01	0,09	
LA31	1250	90	2x2.5+TTx2.5mm ² Cu	5,43	10	21	3,33	3,42	20
LA32	1250	50	2x1.5+TTx1.5mm ² Cu	5,43	10	15	3,1	3,19	16
LA33	1250	50	2x1.5+TTx1.5mm ² Cu	5,43	10	15	3,1	3,19	16
LA30	2714,4	65	2x4+TTx4mm ² Cu	13,11	16	27	3,32	3,4	20
Circuito 5	3108,6	0,3	4x2.5mm ² Cu	4,99		21	0	0,08	
LA1	1036,8	15	2x1.5+TTx1.5mm ² Cu	5,01	10	15	0,77	0,85	16
LA3	1036,8	20	2x1.5+TTx1.5mm ² Cu	5,01	10	15	1,03	1,11	16
LA5	777,6	12	2x1.5+TTx1.5mm ² Cu	3,76	10	15	0,46	0,54	16
LA8	257,4	50	2x1.5+TTx1.5mm ² Cu	1,24	10	15	0,63	0,71	16

Cuadro General de Distribución									
Circuito	Pot. Cálculo (W)	Long. (m)	Sección (mm²)	Int. Cálculo (A)	Protección (A)	Int. Admis. (A)	C.T.Parcial (%)	C.T.Total (%)	Diam. Tubo (mm)
Circuito 6	1818	0,3	4x2.5mm ² Cu	2,92		21	0	0,08	
LA6	460,8	10	2x1.5+TTx1.5mm ² Cu	2,23	10	15	0,23	0,31	16
LA7	561,6	10	2x1.5+TTx1.5mm ² Cu	2,71	10	15	0,28	0,36	16
LA12	421,2	35	2x1.5+TTx1.5mm ² Cu	2,03	10	15	0,72	0,8	16
LA13	374,4	25	2x1.5+TTx1.5mm ² Cu	1,81	10	15	0,46	0,54	16
Circuito 7	2989,8	0,3	4x2.5mm ² Cu	4,8		21	0	0,08	
LA9	1036,8	35	2x1.5+TTx1.5mm ² Cu	5,01	10	15	1,8	1,88	16
LA10	1036,8	35	2x1.5+TTx1.5mm ² Cu	5,01	10	15	1,8	1,88	16
LA11	777,6	35	2x1.5+TTx1.5mm ² Cu	3,76	10	15	1,34	1,42	16
LA14	138,6	45	2x1.5+TTx1.5mm ² Cu	0,67	10	15	0,31	0,39	16
Circuito 8	8400	0,3	4x6mm ² Cu	12,12		36	0,01	0,09	
LA20	2800	99	2x6+TTx6mm ² Cu	12,17	16	36	3,43	3,52	25
LA23	2800	78	2x4+TTx4mm ² Cu	12,17	16	27	4,1	4,19	20
LA26	2800	57	2x4+TTx4mm ² Cu	12,17	16	27	2,99	3,08	20
Circuito 9	6134,4	0,3	4x6mm ² Cu	9,84		36	0	0,08	
LA28	3132	110	2x6+TTx6mm ² Cu	15,13	16	36	4,3	4,38	25
LA29	1252,8	50	2x1.5+TTx1.5mm ² Cu	6,05	10	15	3,12	3,2	16
LA34	874,8	150	2x2.5+TTx2.5mm ² Cu	4,23	10	21	3,87	3,85	20
LA35	874,8	120	2x2.5+TTx2.5mm ² Cu	4,23	10	21	3,1	3,18	20
Circuito 14	6000	0,3	4x2.5mm ² Cu	10,19		21	0,01	0,09	
LF5	2000	30	2x2.5+TTx2.5mm ² Cu	10,23	16	21	1,81	1,9	20
LF6	2000	30	2x2.5+TTx2.5mm ² Cu	10,23	16	21	1,81	1,9	20
LF7	2000	20	2x2.5+TTx2.5mm ² Cu	10,23	16	21	1,2	1,29	20

Cuadro General de Distribución									
Circuito	Pot. Cálculo (W)	Long. (m)	Sección (mm²)	Int. Cálculo (A)	Protección (A)	Int. Admis. (A)	C.T.Parcial (%)	C.T.Total (%)	Diam. Tubo (mm)
Circuito 15	4000	0,3	2x6mm ² Cu	20,46		40	0,02	0,1	
LF17	2000	40	2x2.5+TTx2.5mm ² Cu	10,23	16	21	2,41	2,52	20
LF18	2000	30	2x2.5+TTx2.5mm ² Cu	10,23	16	21	1,81	1,91	20
LF28	4987,5	100	4x2.5+TTx2.5mm ² Cu	8,47	16	18,5	2,48	2,56	20
LF31	16000	5	4x6+TTx6mm ² Cu	27,17	32	40	0,18	0,26	25
LD3	75000	60	4x50+TTx25mm ² Cu	127,36	147	167	1,21	1,29	75x60 Bandeja

8.2.- Cuadro Secundario Climatización

Cuadro Secundario Climatización									
Circuito	Pot. Cálculo (W)	Long. (m)	Sección (mm²)	Int. Cálculo (A)	Protección (A)	Int. Admis. (A)	C.T.Parcial (%)	C.T.Total (%)	Diam. Tubo (mm)
Circuito 18	21250	0,3	4x10mm ² Cu	36,09		50	0,01	0,21	
CL1	18750	25	4x6+TTx6mm ² Cu	31,84	32	32	1,05	1,26	25
CL2	2500	25	2x2.5+TTx2.5mm ² Cu	12,79	16	21	1,91	2,12	20
CL3	625	25	2x2.5+TTx2.5mm ² Cu	3,2	16	21	0,46	0,67	20
Circuito 19	13950	0,3	4x10mm ² Cu	23,69		50	0,01	0,21	
CL4	12500	25	4x6+TTx6mm ² Cu	21,23	25	32	0,66	0,87	25
CL5	1500	30	2x2.5+TTx2.5mm ² Cu	7,67	16	21	1,34	1,55	20
CL6	312,5	30	2x2.5+TTx2.5mm ² Cu	1,6	16	21	0,28	0,49	20
Circuito 20	11075	0,3	4x6mm ² Cu	18,81		36	0,01	0,21	
CL7	9375	25	4x2.5+TTx2.5mm ² Cu	15,92	16	18,5	1,23	1,44	20
CL8	1500	35	2x2.5+TTx2.5mm ² Cu	7,67	16	21	1,56	1,77	20
CL9	625	35	2x2.5+TTx2.5mm ² Cu	3,2	16	21	0,64	0,85	20
Circuito 21	975	0,3	4x2.5mm ² Cu	1,66		21	0	0,2	
CL10	375	25	2x2.5+TTx2.5mm ² Cu	1,92	16	21	0,28	0,49	20
CL11	375	35	2x2.5+TTx2.5mm ² Cu	1,92	16	21	0,39	0,6	20
CL12	375	40	2x2.5+TTx2.5mm ² Cu	1,92	16	21	0,44	0,65	20

8.3.- Cuadro Secundario Residencia

<i>Cuadro Secundario Residencia</i>									
Circuito	Pot. Cálculo (W)	Long. (m)	Sección (mm²)	Int. Cálculo (A)	Protección (A)	Int. Admis. (A)	C.T.Parcial (%)	C.T.Total (%)	Diam. Tubo (mm)
Circuito 16	2828,8	0,3	2x1.5mm ² Cu	13,66		16,5	0,04	1,15	
LA15	658,8	20	2x1.5+TTx1.5mm ² Cu	3,18	10	15	0,65	1,8	16
LA16	421,2	10	2x1.5+TTx1.5mm ² Cu	2,03	10	15	0,21	1,36	16
LA17	1530	20	2x1.5+TTx1.5mm ² Cu	7,39	10	15	1,54	2,69	16
LA18	217,8	25	2x1.5+TTx1.5mm ² Cu	1,05	10	15	0,27	1,42	16
Circuito 17	7000	0,3	4x2.5mm ² Cu	10,1		21	0,01	1,12	
LF20	2000	20	2x2.5+TTx2.5mm ² Cu	8,7	16	21	1,2	2,32	20
LF21	3000	20	2x2.5+TTx2.5mm ² Cu	13,04	16	21	1,84	2,96	20
LF22	2000	20	2x2.5+TTx2.5mm ² Cu	8,7	16	21	1,2	2,32	20

8.4.- Cuadro Secundario Cinta

<i>Cuadro Secundario Cinta</i>									
Circuito	Pot. Cálculo (W)	Long. (m)	Sección (mm²)	Int. Cálculo (A)	Protección (A)	Int. Admis. (A)	C.T.Parcial (%)	C.T.Total (%)	Diam. Tubo (mm)
LF30	75000	5	4x50+TTx25mm ² Cu	127,36	136	145	0,1	1,3	63

8.5.- Cuadro Secundario S.A.I.

Cuadro Secundario S.A.I.									
Circuito	Pot. Cálculo (W)	Long. (m)	Sección (mm²)	Int. Cálculo (A)	Protección (A)	Int. Admis. (A)	C.T.Parcial (%)	C.T.Total (%)	Diam. Tubo (mm)
LD5	15000	1	4x6+TTx6mm ² Cu	25,47	32	40	0,05	0,31	25
Circuito 22	7000	0,3	4x2.5mm ² Cu	11,89		21	0,01	0,32	
LF1	2000	25	2x2.5+TTx2.5mm ² Cu	10,23	16	21	1,51	1,83	20
LF2	2500	20	2x2.5+TTx2.5mm ² Cu	12,79	16	21	1,53	1,85	20
LF3	2500	20	2x2.5+TTx2.5mm ² Cu	12,79	16	21	1,53	1,85	20
Circuito 23	6500	0,3	4x2.5mm ² Cu	11,04		21	0,01	0,32	
LF4	2000	20	2x2.5+TTx2.5mm ² Cu	10,23	16	21	1,2	1,52	20
LF15	2500	30	2x2.5+TTx2.5mm ² Cu	12,79	16	21	2,29	2,61	20
LF16	2000	30	2x2.5+TTx2.5mm ² Cu	10,23	16	21	1,81	2,13	20
Circuito 24	1500	0,3	4x2.5mm ² Cu	2,55		21	0	0,31	
LF12	500	5	2x4+TTx4mm ² Cu	2,56	16	27	0,05	0,36	20
LF13	500	5	2x4+TTx4mm ² Cu	2,56	16	27	0,05	0,36	20
LF14	500	5	2x4+TTx4mm ² Cu	2,56	16	27	0,05	0,36	20

9.- Cálculo de corrientes de cortocircuito

9.1.- Corriente de cortocircuito en el C.T.

No se disponen de datos aportados por la Compañía Suministradora relativos a los poderes de cortocircuito en las redes de distribución en la zona. Por todo ello, se realiza el cálculo considerando el caso más desfavorable, es decir, la acometida a la parcela objeto del presente proyecto se realiza desde un Centro de Transformación de Compañía con un trafo de aceite de 630 kVA mediante conductores de cobre de 240 mm de sección y con un recorrido estimado de 40 metros. Además se ha considerado una Pcc de la Red de 500 MVA, con lo que tendremos una potencia de cortocircuito referida al lado de baja tensión del transformador (en las bornas de trafo) de:

Centro de transformación						
Descripción	Pcc (KVA)					
Red	500000			Cortocircuito (Trafo)		
Descripción	Potencia (KVA)	Ur (%)	Pcc (KVA)	<i>Pcc acum. (KVA)</i>	<i>Icc (kA)</i>	<i>Ztotal (mOhm)</i>
Trafo B.T.	630	0,04	15750	15269,03	22,04	10,48

9.2.- Corriente de cortocircuito en la instalación

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en nuestra instalación se considera desde el Cuadro de General de Protección y Medida (CGP) hasta el Cuadro General de Baja Tensión (CGBT) un recorrido de 6 metros en canalización enterrada bajo tubo. La sección de dicho cable de cobre es de 4x1x 240 mm².

Los resultados de todas las corrientes de cortocircuito, además de los tiempos máximos que un conductor soporta una corriente de cortocircuito, se adjuntan en las siguientes tablas:

9.2.1.- Instalación de enlace

Instalación de enlace													
Circuito	Long (m)	Sección (mm²)	Conductividad (m/mOhm*mm²)	Z_{inicio} (mOhm)	Z_{final} (mOhm)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Protección	
												<i>Int. (A)</i>	<i>Curva</i>
Acometida	40	240	45,94	10,48	15,92	22,04	-	7222,76	22,58	-	-	-	
Derivación Individual	6	240	45,94	15,92	16,74	14,50	50	6870,53	24,95	0,83	230,01	400	Fusible
						13,80	15			-	-	400	C

9.2.2.- Cuadro General Distribución

Cuadro General Distribución											
Circuito	Long (m)	Sección (mm ²)	Conductividad (m/mOhm*mm ²)	Z _{inicio} (mOhm)	Z _{final} (mOhm)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Int. Aut.	
										Int. (A)	Curva
LD4	30	95	45,16	27,23	16,74	8,48	10	6870,53	3,91	250	C
LD2	5	25	43,65	16,74	23,61	13,80	15	4870,61	0,54	95	C
						9,78	10			73	C
LD1	20	2,5	48,41	16,74	264,62	13,80	15	434,58	0,68	20	C
						0,87	4,5			16	C
LF29	70	2,5	50,79	16,74	843,67	13,80	15	136,31	4,45	16	C

Cuadro General Distribución											
Circuito	Long (m)	Sección (mm²)	Conductividad (m/mOhm*mm²)	Z_{inicio} (mOhm)	Z_{final} (mOhm)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Int. Aut.	
										<i>Int. (A)</i>	<i>Curva</i>
Circuito 13	0,3	6	48,41	16,74	18,29	13,80	-	6288,47	-	-	-
LF26	20	2,5	48,68	18,29	264,80	12,63	15	434,30	0,44	16	B
LF27	20	2,5	48,68	18,29	264,80	12,63	15	434,30	0,44	16	B
LF24	100	2,5	50,31	16,74	1209,34	13,80	15	95,09	9,14	16	B
LF25	80	2,5	50,31	16,74	970,82	13,80	15	118,46	5,89	16	B
Circuito 12	0,3	4	48,41	16,74	19,06	13,80	-	6032,93	-	-	-
LF10	10	2,5	48,68	19,06	142,32	12,12	15	808,06	0,13	16	B
LF11	10	2,5	48,68	19,06	142,32	12,12	15	808,06	0,13	16	B
Circuito 11	0,3	6	50,21	16,74	18,23	13,80	-	6307,63	-	-	-
LF19	45	2,5	50,05	18,23	557,69	12,67	15	206,21	1,94	16	B
LF23	75	2,5	50,57	18,23	908,09	12,67	15	126,64	5,15	16	B
Circuito 10	0,3	6	50,21	16,74	18,23	13,80	-	6307,63	-	-	-
LF8	30	2,5	50,05	18,23	377,87	12,67	15	304,34	0,89	16	B
LF9	30	2,5	50,05	18,23	377,87	12,67	15	304,34	0,89	16	B
Circuito 1	0,3	2,5	50,47	16,74	20,30	13,80	-	5663,73	-	-	-
LA2	20	1,5	50,90	20,30	413,23	11,37	15	278,29	0,38	10	B
LA4	25	1,5	50,90	20,30	511,46	11,37	15	224,84	0,59	10	B
Circuito 2	0,3	6	50,89	16,74	18,21	13,80	-	6314,54	-	-	-
LA19	106	6	50,88	18,21	539,05	12,68	15	213,34	10,46	16	B
LA21	92	6	50,88	18,21	470,26	12,68	15	244,55	7,96	16	B
LA22	85	6	50,88	18,21	435,86	12,68	15	263,85	6,84	16	B

Cuadro General Distribución											
Circuito	Long (m)	Sección (mm²)	Conductividad (m/mOhm*mm²)	Z_{inicio} (mOhm)	Z_{final} (mOhm)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Int. Aut.	
										<i>Int. (A)</i>	<i>Curva</i>
Circuito 3	0,3	4	50,41	16,74	18,97	13,80	-	6062,25	-	-	-
LA24	71	4	50,40	18,97	547,24	12,17	15	210,14	4,79	16	B
LA25	64	4	50,40	18,97	495,16	12,17	15	232,25	3,92	16	B
LA27	45	2,5	49,70	18,97	562,23	12,17	15	204,54	1,97	16	B
Circuito 4	0,3	2,5	51,15	16,74	20,26	13,80	-	5676,99	-	-	-
LA31	90	2,5	51,14	20,26	1076,18	11,40	15	106,86	7,24	10	B
LA32	50	1,5	50,79	20,26	1004,70	11,40	15	114,46	2,27	10	B
LA33	50	1,5	50,79	20,26	1004,70	11,40	15	114,46	2,27	10	B
LA30	65	4	50,22	16,74	502,10	13,80	15	229,04	4,03	16	B
Circuito 5	0,3	2,5	51,20	16,74	20,25	13,80	-	5677,95	-	-	-
LA1	15	1,5	50,90	20,25	314,95	11,40	15	365,14	0,22	10	B
LA3	20	1,5	50,90	20,25	413,18	11,40	15	278,33	0,38	10	B
LA5	12	1,5	51,17	20,25	254,76	11,40	15	451,40	0,15	10	B
LA8	50	1,5	51,48	20,25	991,50	11,40	15	115,99	2,21	10	B
Circuito 6	0,3	2,5	51,41	16,74	20,24	13,80	-	5681,98	-	-	-
LA6	10	1,5	51,39	20,24	214,83	11,41	15	535,31	0,11	10	B
LA7	10	1,5	51,33	20,24	215,06	11,41	15	534,74	0,11	10	B
LA12	35	1,5	51,41	20,24	701,04	11,41	15	164,04	1,11	10	B
LA13	25	1,5	51,44	20,24	506,24	11,41	15	227,16	0,58	10	B
Circuito 7	0,3	2,5	51,23	16,74	20,25	13,80	-	5678,53	-	-	-
LA9	35	1,5	50,90	20,25	707,87	11,40	15	162,46	1,13	10	B
LA10	35	1,5	50,90	20,25	707,87	11,40	15	162,46	1,13	10	B
LA11	35	1,5	51,17	20,25	704,24	11,40	15	163,30	1,12	10	B

Cuadro General Distribución											
Circuito	Long (m)	Sección (mm²)	Conductividad (m/mOhm*mm²)	Z_{inicio} (mOhm)	Z_{final} (mOhm)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Int. Aut.	
										<i>Int. (A)</i>	<i>Curva</i>
LA14	45	1,5	51,51	20,25	893,87	11,40	15	128,65	1,80	10	B
Circuito 8	0,3	6	50,89	16,74	18,21	13,80	-	6314,54	-	-	-
LA20	99	6	50,88	18,21	504,65	12,68	15	227,88	9,16	16	B
LA23	78	4	50,40	18,21	598,57	12,68	15	192,12	5,73	16	B
LA26	57	4	50,40	18,21	442,32	12,68	15	259,99	3,13	16	B
Circuito 9	0,3	6	51,10	16,74	18,21	13,80	-	6316,64	-	-	-
LA28	110	6	50,54	18,21	562,33	12,68	15	204,51	11,38	16	B
LA29	50	1,5	50,62	18,21	1005,96	12,68	15	114,32	2,28	10	B
LA34	150	2,5	51,29	18,21	1772,94	12,68	15	64,86	19,64	10	B
LA35	120	2,5	51,29	18,21	1421,99	12,68	15	80,87	12,63	10	B
Circuito 14	0,3	2,5	50,23	16,74	20,32	13,80	-	5658,98	-	-	-
LF5	30	2,5	50,22	20,32	378,74	11,36	15	303,63	0,90	16	B
LF6	30	2,5	50,22	20,32	378,74	11,36	15	303,63	0,90	16	B
LF7	20	2,5	50,22	20,32	259,27	11,36	15	443,55	0,42	16	B
Circuito 15	0,3	6	50,09	16,74	18,24	13,80	-	6306,39	-	-	-
LF17	40	2,5	50,22	18,24	496,13	12,66	15	231,79	1,54	16	B
LF18	30	2,5	50,22	18,24	376,66	12,66	15	305,32	0,89	16	B
LF28	100	2,5	50,37	16,74	1207,92	13,80	15	95,20	9,12	16	C
LF31	5	6	47,53	16,74	43,04	13,80	15	2672,10	0,11	32	C
LD3	60	50	46,59	16,74	55,37	13,80	15	2076,82	11,85	147	C
						4,17	4,5			136	C

9.2.3.- Cuadro Secundario Climatización

Cuadro Secundario Climatización											
Circuito	Long (m)	Sección (mm²)	Conductividad (m/mOhm*mm²)	Z_{inicio} (mOhm)	Z_{final} (mOhm)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Int. Aut.	
										<i>Int. (A)</i>	<i>Curva</i>
Circuito 18	0,3	10	48,75	23,61	24,53	9,78	-	4687,36	-	-	-
CL1	25	6	46,50	24,53	158,94	9,41	10	723,53	0,91	32	C
CL2	25	2,5	49,51	24,53	327,50	9,41	10	351,14	0,67	16	C
CL3	25	2,5	51,39	24,53	316,42	9,41	10	363,44	0,63	16	C
Circuito 19	0,3	10	50,29	23,61	24,51	9,78	-	4692,76	-	-	-
CL4	25	6	49,16	24,51	151,64	9,42	10	758,37	0,83	25	C
CL5	30	2,5	50,78	24,51	378,98	9,42	10	303,45	0,90	16	C
CL6	30	2,5	51,48	24,51	374,16	9,42	10	307,36	0,87	16	C
Circuito 20	0,3	6	50,03	23,61	25,11	9,78	-	4579,83	-	-	-
CL7	25	2,5	47,67	25,11	339,77	9,20	10	338,46	0,72	16	C
CL8	35	2,5	50,78	25,11	438,66	9,20	10	262,16	1,20	16	C
CL9	35	2,5	51,39	25,11	433,75	9,20	10	265,13	1,18	16	C
Circuito 21	0,3	2,5	51,48	23,61	27,11	9,78	-	4242,37	-	-	-
CL10	25	2,5	51,47	27,11	318,54	8,52	10	361,02	0,63	16	C
CL11	35	2,5	51,47	27,11	435,11	8,52	10	264,30	1,18	16	C
CL12	40	2,5	51,47	27,11	493,40	8,52	10	233,08	1,52	16	C

9.2.4.- Cuadro Secundario Residencia

Cuadro Secundario Residencia											
Circuito	Long (m)	Sección (mm²)	Conductividad (m/mOhm*mm²)	Z_{inicio} (mOhm)	Z_{final} (mOhm)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Int. Aut.	
										<i>Int. (A)</i>	<i>Curva</i>
Circuito 16	0,3	1,5	47,93	264,62	270,88	0,87	-	424,54	-	-	-
LA15	20	1,5	51,26	270,88	661,05	0,85	4,5	173,97	0,98	10	B
LA16	10	1,5	51,41	270,88	465,39	0,85	4,5	247,10	0,49	10	B
LA17	20	1,5	50,19	270,88	669,37	0,85	4,5	171,80	1,01	10	B
LA18	25	1,5	51,49	270,88	756,41	0,85	4,5	152,03	1,29	10	B
Circuito 17	0,3	2,5	50,25	264,62	268,20	0,87	-	428,78	-	-	-
LF20	20	2,5	50,57	268,20	505,50	0,86	4,5	227,50	1,60	16	B
LF21	20	2,5	49,44	268,20	510,92	0,86	4,5	225,08	1,63	16	B
LF22	20	2,5	50,57	268,20	505,50	0,86	4,5	227,50	1,60	16	B

9.2.5.- Cuadro Secundario Cinta

Cuadro Secundario Cinta											
Circuito	Long (m)	Sección (mm²)	Conductividad (m/mOhm*mm²)	Z_{inicio} (mOhm)	Z_{final} (mOhm)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Int. Aut.	
										<i>Int. (A)</i>	<i>Curva</i>
LF30	5	50	45,18	55,37	58,69	4,17	4,5	1959,34	13,32	136	C

9.2.6.- Cuadro Secundario S.A.I.

Cuadro Secundario S.A.I											
Circuito	Long (m)	Sección (mm²)	Conductividad (m/mOhm*mm²)	Z_{inicio} (mOhm)	Z_{final} (mOhm)	I_{pccI} (kA)	P de C (kA)	I_{pccF} (A)	t_{mcicc} (sg)	Int. Aut.	
										<i>Int. (A)</i>	<i>Curva</i>
LD5	1	6	48,51	43,04	48,19	5,37	6	2386,34	0,13	32	C
Circuito 22	0,3	2,5	49,78	43,04	46,65	5,37	-	2464,99	-	-	-
LF1	25	2,5	50,22	46,65	345,34	4,95	6	333,01	0,75	16	B
LF2	20	2,5	51,12	46,65	281,40	4,95	6	408,68	0,49	16	B
LF3	20	2,5	49,51	46,65	289,03	4,95	6	397,88	0,52	16	B
Circuito 23	0,3	2,5	50,01	43,04	46,64	5,37	-	2465,87	-	-	-
LF4	20	2,5	50,22	46,64	285,59	4,95	6	402,68	0,51	16	B
LF15	30	2,5	49,51	46,64	410,20	4,95	6	280,35	1,05	16	B
LF16	30	2,5	50,22	46,64	405,06	4,95	6	283,91	1,03	16	B
Circuito 24	0,3	2,5	51,47	43,04	46,53	5,37	-	2471,28	-	-	-
LF12	5	4	51,47	46,53	82,96	4,96	6	1386,15	0,11	16	B
LF13	5	4	51,47	46,53	82,96	4,96	6	1386,15	0,11	16	B
LF14	5	4	51,47	46,53	82,96	4,96	6	1386,15	0,11	16	B

10.- Cálculo de la puesta a tierra

La resistencia de la puesta a tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

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

Se dispone como protección contra contactos indirectos la utilización de interruptores diferenciales, de las siguientes sensibilidades:

- 300 mA de circuitos específicos de Fuerza a máquinas.
- 30 mA de circuitos de Fuerza usos varios.
- 30 mA de circuitos de Alumbrado.

Nota.- Los cálculos para determinar sus calibres se basan en las tablas adjuntas citadas en el anterior apartado.

El máximo valor de la Resistencia a Tierra que podrá tener el electrodo diseñado vendrá condicionado por la máxima tensión de contacto admisible y la máxima intensidad de fuga presente, según la expresión de la Ley de Ohm:

$$R_t \leq V_{bt}/I_d$$

Donde:

- R_t = Resistencia a Tierra del electrodo,
- V_{bt} = Tensión máxima admisible (es decir, 50 V)
- I_d = Intensidad máxima de defecto (es decir, 300 mA)

Por tanto, sustituyendo tendremos que la resistencia del electrodo de Puesta a Tierra deberá ser inferior a 15 Ω .

Para la presente instalación conocemos que el valor de la resistividad del terreno es de 300 ohmios x metro. Se decide que el electrodo de puesta a tierra del edificio constituya los siguientes elementos:

- Malla conductor de Cu desnudo 35 mm²: 188 metros (60x34 m)
- Picas verticales de acero recubierto de Cu: 4 picas de 2 metros

Con estos datos calculamos el valor de la resistencia a tierra con la siguiente fórmula:

$$R_T = \frac{\rho}{4 * R} + \frac{\rho}{L_{malla} + L_{pica}}$$

Donde:

- R_T : Resistencia a tierra (Ω)
- ρ : Resistividad terreno (Ohmios*m)
- R : Radio superficie malla (m)
- L_{malla} : Longitud total de la malla (m)
- L_{pica} : Longitud total picas (m)

$$R_T = \frac{\rho}{4 * R} + \frac{\rho}{L_{malla} + L_{pica}} = \frac{300}{4 * 25,48} + \frac{300}{188 + 8} = 4,47\Omega$$

Los conductores de protección, se calcularon adecuadamente y según la ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos.

Así mismo cabe señalar que la línea principal de tierra no será inferior a 16 mm² en Cu, y la línea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm² en Cu.

11.- Conclusiones

En los apartados anteriores de este capítulo se han expuesto los detalles que han servido para la realización de este Proyecto, cumpliendo todo lo dispuesto en el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

Acompañan a estos Cálculos los diferentes Capítulos que conforman este Proyecto como son la Memoria, Pliego de Condiciones Técnicas, Presupuesto de ejecución material, y Planos y Esquemas, que se estiman convenientes para la correcta interpretación.

Considerando suficientes los datos reseñados para su estudio por los Organismos Oficiales correspondientes, se espera que este Proyecto sirva de base para el montaje de la instalación eléctrica descrita y se autorice su Puesta en Servicio.

Zaragoza, 3 de Mayo del 2011:

Fdo: Alejandro Polo Bamala



**PROYECTO ELÉCTRICO DE BAJA
TENSIÓN CENTRO LOGÍSTICO DE
CUARTE DE HUERVA
ANEXO IV: Estudio de seguridad y
salud
CURSO 2010-2011**

AUTOR:

- **Alejandro Polo Bamala**

Proyecto Final de Carrera

Especialidad: Electricidad

E.U.I.T.I. Universidad de Zaragoza

ÍNDICE

1.- Prevención de riesgos laborales.....	4
1.1.- Introducción.....	4
1.2.- Derechos y obligaciones.....	4
1.2.1.- Derecho a la protección frente a los riesgos laborales.....	4
1.2.2.- Principios de la acción preventiva.....	4
1.2.3.- Evaluación de riesgos.....	5
1.2.4.- Equipos de trabajo y medios de protección.....	6
1.2.5.- Información, consulta y participación de los trabajadores	6
1.2.6.- Formación de los trabajadores.....	7
1.2.7.- Medidas de emergencia	7
1.2.8.- Riesgo grave e inminente	7
1.2.9.- Vigilancia de la salud.....	7
1.2.10.- Documentación	7
1.2.11.- Coordinación de actividades empresariales	8
1.2.12.- Protección de trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos	8
1.2.13.- Protección de la maternidad	8
1.2.14.- Protección de los menores.....	8
1.2.15.- Relaciones de trabajo temporales de duración determinada y en empresas de trabajo temporal	8
1.2.16.- Obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos	8
1.3.- Servicios de prevención.....	9
1.3.1.- Protección y prevención de riesgos profesionales.....	9
1.3.2.- Servicios de prevención.....	9
1.4.- Consulta y participación de los trabajadores.....	10
1.4.1.- Consulta de los trabajadores	10
1.4.2.- Derechos de participación y representación	10
1.4.3.- Delegación de prevención	10
2.- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.....	11
2.1.- Introducción.....	11
2.2.- Obligaciones del empresario	11
2.2.1.- Condiciones constructivas.....	11
2.2.2.- Orden, limpieza y mantenimiento. Señalización.....	13
2.2.3.- Condiciones ambientales	13
2.2.4.- Iluminación	13
2.2.5.- Servicios higiénicos y locales de descanso.....	14

2.2.6.- Material y locales de primeros auxilios	14
3.- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo	15
3.1.- Introducción	15
3.2.- Obligación general del empresario	15
4.- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.....	16
4.1.- Introducción	16
4.2.- Obligación general del empresario	16
4.2.1.- Disposiciones mínimas generales aplicables a los equipos de trabajo..	17
4.2.2.- Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo móviles	18
4.2.3.- Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para elevación de cargas.....	18
4.2.4.- Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para movimiento de tierras y maquinaria pesada en general	18
4.2.5.- Disposiciones mínimas adicionales aplicables a la maquinaria herramienta	19
5.- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción	21
5.1.- Introducción	21
5.2.- Estudio básico de seguridad y salud	21
5.2.1.- Riesgos más frecuentes en las obras de construcción.....	21
5.2.2.- Medidas preventivas de carácter general.....	23
5.2.3.- Medidas preventivas de carácter particular para cada oficio	24
5.3.- Disposiciones específicas de seguridad y salud durante la ejecución de las obras	31
6.- Disposiciones mínimas de seguridad relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.....	32
6.1.- Introducción	32
6.2.- Obligaciones generales del empresario	32
6.2.1.- Protectores de la cabeza.....	32
6.2.2.- Protectores de manos y brazos.....	32
6.2.3.- Protectores de pies y piernas	32
6.2.4.- Protectores del cuerpo.....	33
7.- Conclusiones	33

1.- Prevención de riesgos laborales

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 para la utilización por los trabajadores de los equipos de 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.

1.2.- Derechos y obligaciones

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.

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.

1.2.3.- Evaluación de 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 la 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 volantes son algunos de los mecanismos que generalmente están dotadas de este tipo de movimientos.
- Movimientos de oscilación. Las piezas dotadas de movimientos de oscilación pueden pendular y generar 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.

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 reservada 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.

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.

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.

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 evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento.

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.

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.

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.

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.

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.

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, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

1.2.14.- Protección 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.

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 la empresa en la que prestan sus servicios.

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.

1.3.- Servicios de prevención

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 auditoría o evaluación externa.

1.3.2.- Servicios 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.

1.4.- Consulta y participación de los trabajadores

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 recurso 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.

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.

1.4.3.- Delegación 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 las empresas 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.

2.- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo

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.

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.

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 de contacto 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 poder 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 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 igual a la de aquellos.

Los pavimentos de las rampas y escaleras serán de materiales no resbaladizos y caso de ser perforados 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 dimensionadas 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 ello se dimensionarán todos los circuitos considerando las sobreintensidades previsibles y se dotará a los conductores y resto de aparataje 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 carcasas 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).

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.

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: 0,75 m/s.
- La renovación mínima del aire de los locales de trabajo será de 30 m³ de aire limpio por hora y trabajador en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco y 50 m³ en los casos restantes.
- Se evitarán los olores desagradables.

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: 1000 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.

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.

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 a 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, mercurcromo, gasas 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.

3.- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo

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.

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 riesgo eléctrico, presencia de materias inflamables, tóxicas, corrosivas 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.

4.- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo

4.1.- 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 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 o salud 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.

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 de los 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.

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 deban 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 riesgo 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, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

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 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, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, 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.

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.

4.2.4.- Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para movimiento de tierras y maquinaria pesada en general

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco 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 señalizará 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, barros 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 señalizarán 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 cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones. Los pisones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequeras bien ajustadas, botas de seguridad, cascos antirruído y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

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 caídas 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 normal general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el elemento a cortar.

Con las 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 la 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 inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

Las pulidoras y abrillantadoras de suelos, lijadoras de madera y alisadoras mecánicas tendrán el manillar de manejo y control revestido de material aislante y estarán dotadas de aro de protección antiatrapamientos 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 perfilería, 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.

5.- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción

5.1.- 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 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 las siguientes condiciones:

- a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 450.000 euros.
- 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 días.

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**.

5.2.- Estudio básico de seguridad y salud

5.2.1.- 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.
- Relleno 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.
- Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, 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 (directos e indirectos), 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.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.

- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

5.2.2.- Medidas preventivas de carácter general

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelo, atropello, 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, perfilera 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 aglomerante, ladrillos, arenas, etc.) se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetes, 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 evitarán 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 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, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

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 emergencia 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 personal con la suficiente formación para ello.

5.2.3.- Medidas preventivas de carácter particular para cada oficio

Movimiento 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 de 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 eliminarán 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 electrosoldado 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 zahorras.

El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes.

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 provistos 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, puntales 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 efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetes, 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 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 estructura 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 perfilera.

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 cargarán 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 entre obstáculos, etc.

Se acordonará 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.

Solados 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 las 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, vuelco, golpes y caídas.

Montaje de vidrio.

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 empleen 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, soportes, 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 conductos.

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 efectuará 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 de 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 paramentos 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 paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.

Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.

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:

- 300 mA. Alimentación a la maquinaria.
- 30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
- 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 mediante 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 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.

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 o diversos 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.- Disposiciones mínimas de seguridad relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual

6.1.- Introducción

La ley 31/1995, de 8 de 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.

6.2.- Obligaciones generales del empresario

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

6.2.1.- Protectores 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.

6.2.2.- 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.

6.2.3.- 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 impermeables.
- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

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.
- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión.

7.- Conclusiones

Con todo lo enunciado en este Anexo Seguridad y Salud se cree haber dado una descripción suficiente para el cumplimiento de Prevención de Riesgos Laborables para el nuevo Centro Logístico que TRANSPORTES POLO pretende construir en Cuarte de Huerva (Zaragoza).

Zaragoza, 9 de Mayo del 2011:

Fdo: Alejandro Polo Bamala



PROYECTO ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN CENTRO LOGÍSTICO DE CUARTE DE HUERVA

**Doc 2: Planos
CURSO 2010-2011**

AUTOR:

- **Alejandro Polo Bamala**

Proyecto Final de Carrera

Especialidad: Electricidad

E.U.I.T.I. Universidad de Zaragoza

LISTADO DE PLANOS

1.- Plano nº 1: **Plano de situación**

2.- Plano nº 2: **Plano de emplazamiento**

3.- Plano nº 3 (Planos de planta Oficinas)

3.1.- Plano nº 3 (Hoja 1): **Superficies**

3.2.- Plano nº 3 (Hoja 2): **Detección y alarma**

3.3.- Plano nº 3 (Hoja 3): **Rutas de evacuación**

3.4.- Plano nº 3 (Hoja 4): **Instalación de Alumbrado**

3.5.- Plano nº 3 (Hoja 5): **Instalación de Fuerza**

3.6.- Plano nº 3 (Hoja 6): **Canalizaciones**

4.- Plano nº 4 (Planos de planta Nave)

4.1.- Plano nº 4 (Hoja 1): **Detección y alarma**

4.2.- Plano nº 4 (Hoja 2): **Rutas de evacuación**

4.3.- Plano nº 4 (Hoja 3): **Instalación de Alumbrado**

4.4.- Plano nº 4 (Hoja 4): **Instalación de Fuerza**

4.5.- Plano nº 4 (Hoja 5): **Canalizaciones**

5.- Plano nº 5: **Instalación de red de tierras**

6.- Plano nº 6 (Esquemas unifilares)

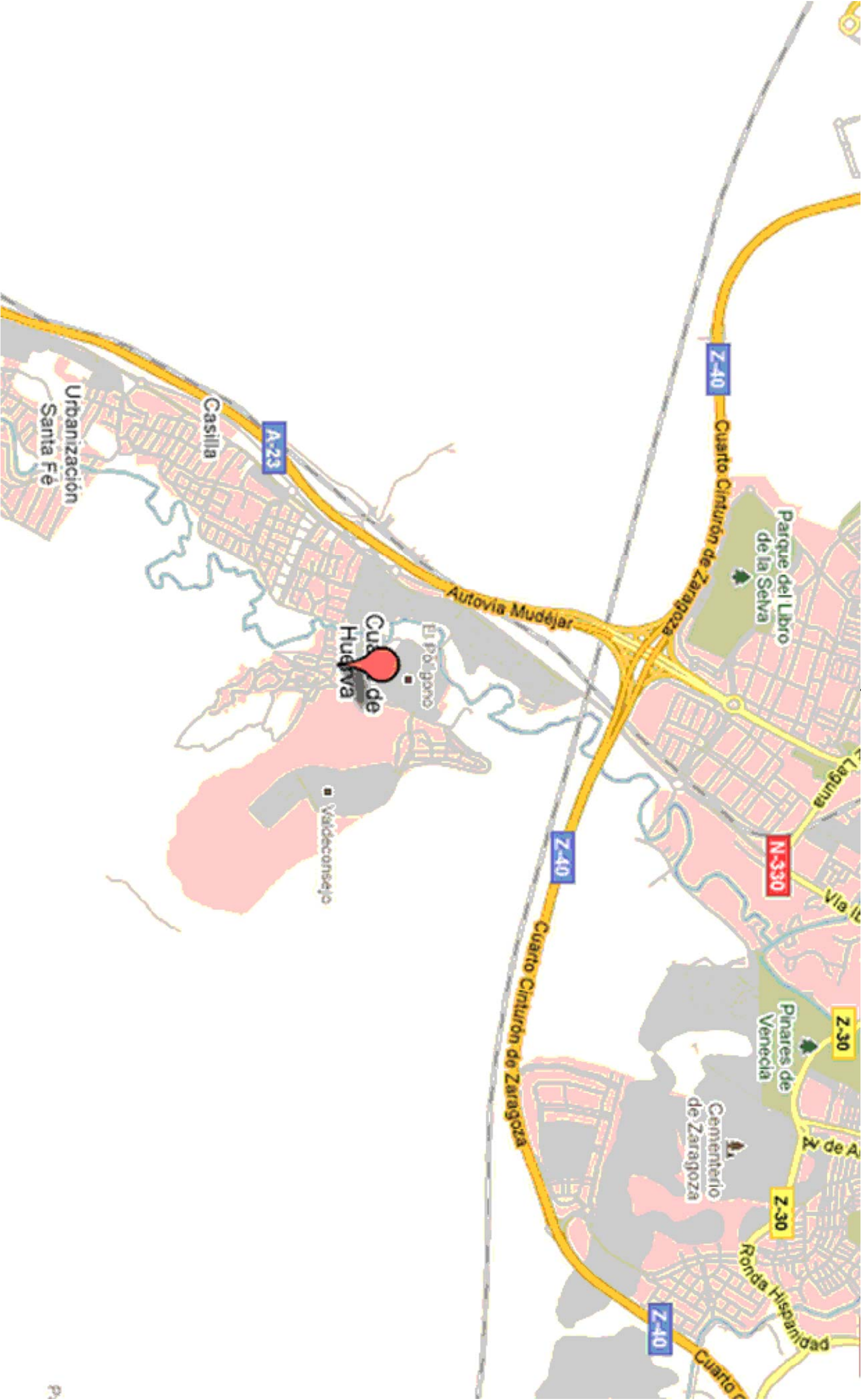
6.1.- Plano nº 6 (Hoja 1): **Cuadro General de Distribución**

6.2.- Plano nº 6 (Hoja 2): **Cuadro Secundario Climatización**

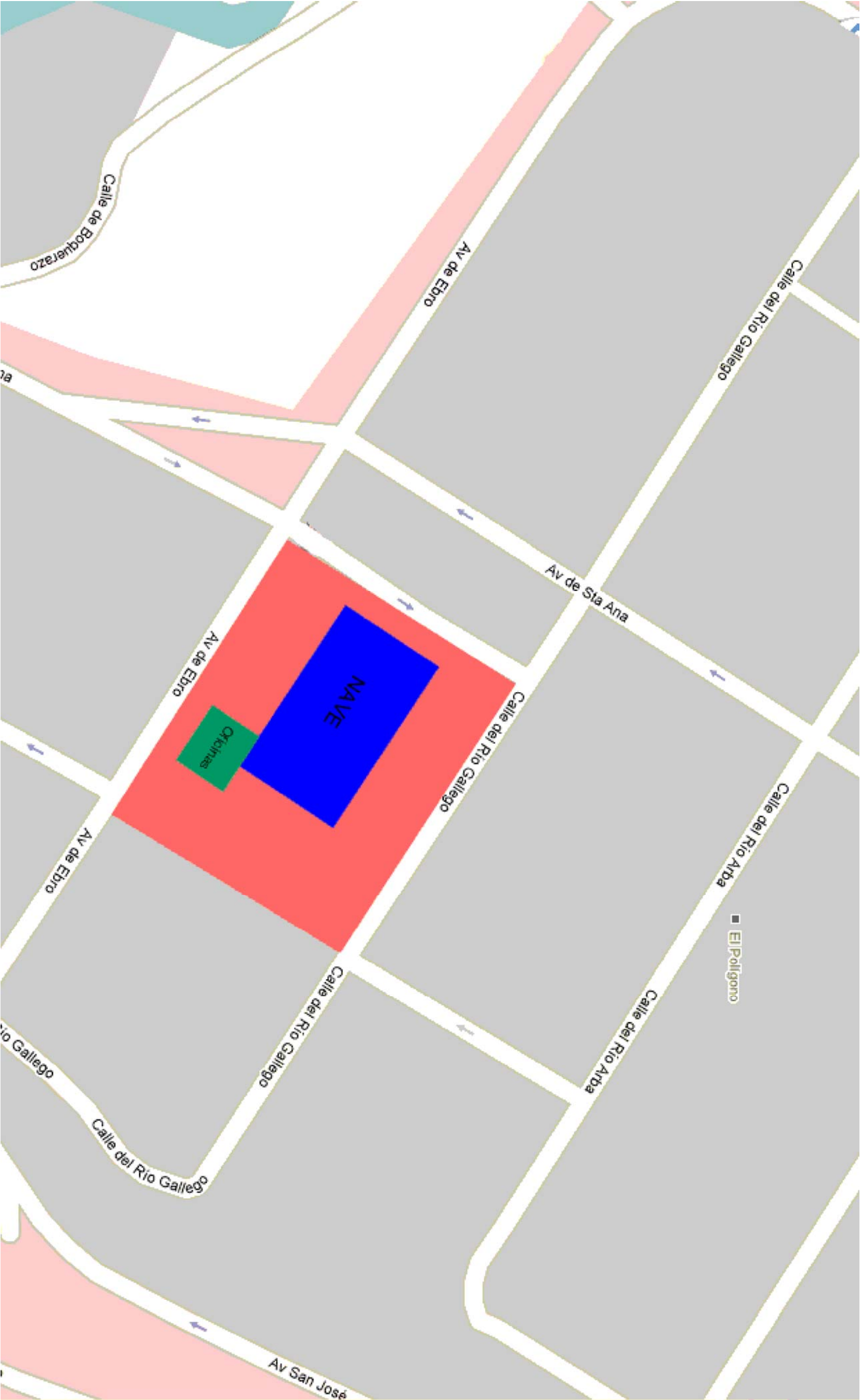
6.3.- Plano nº 6 (Hoja 3): **Cuadro Secundario Residencia**

6.4.- Plano nº 6 (Hoja 4): **Cuadro Secundario S.A.I.**

6.5.- Plano nº 6 (Hoja 5): **Cuadro Secundario Cinta**

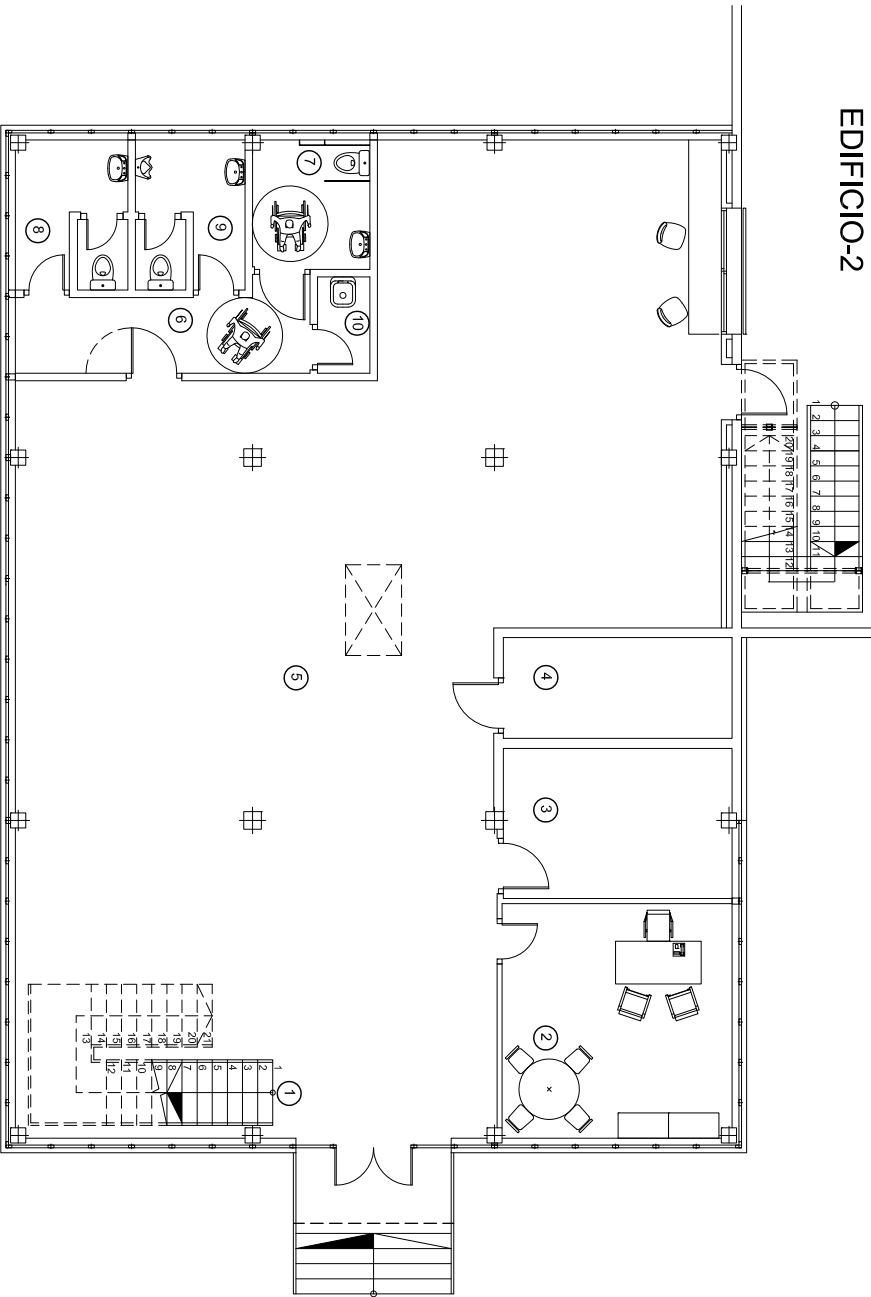


	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA	
Dibujado	4/4/11	Alejandro Polo			
Comprob.					
Escala:	Plano de Situación			Plano: 1	
1:50000				Hoja: 1	
				Especialidad:	Electricidad



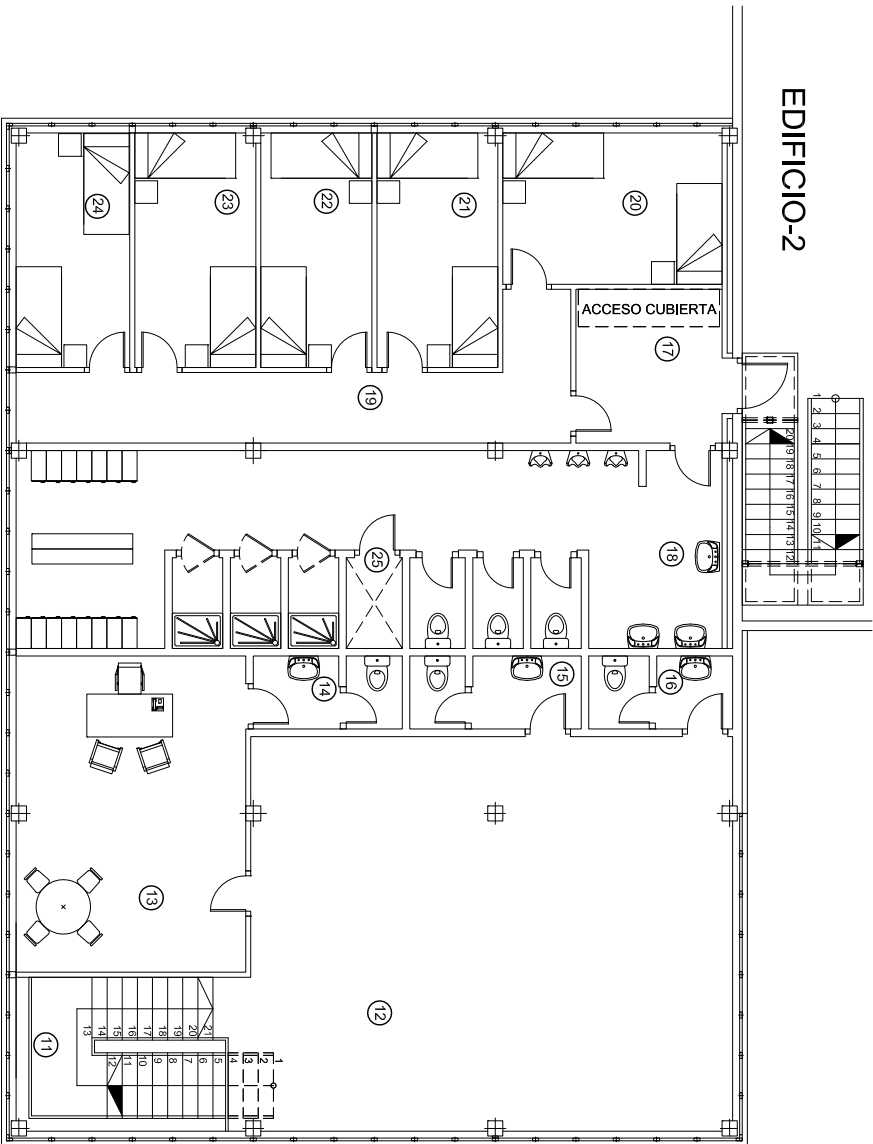
	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA	
Dibujado	4/4/11	Alejandro Polo			
Comprob.					
Escala:	Plano de Emplazamiento			Plano: 2	
1:2000				Hoja: 1	
				Especialidad: Electricidad	

EDIFICIO-2



PLANTA BAJA

EDIFICIO-2



PLANTA 1ª

LEYENDA SUPERFICIES UTILES
EN PLANTA BAJA Y 1ª OFICINAS

USOS	SUPERFICIE UTIL
① Escalera-1	3,65m2
② Despacho-1	21,20 m2
③ C. Archivo	13,20 m2
④ C. Eléctrico	9,00 m2
⑤ Zona Administrativa	190,00 m2
⑥ Distribuidor	9,20 m2
⑦ Aseo Minusválidos	6,00 m2
⑧ Aseo Femenino	6,50 m2
⑨ Aseo Masculino	6,50 m2
⑩ C. Limpieza	1,98 m2

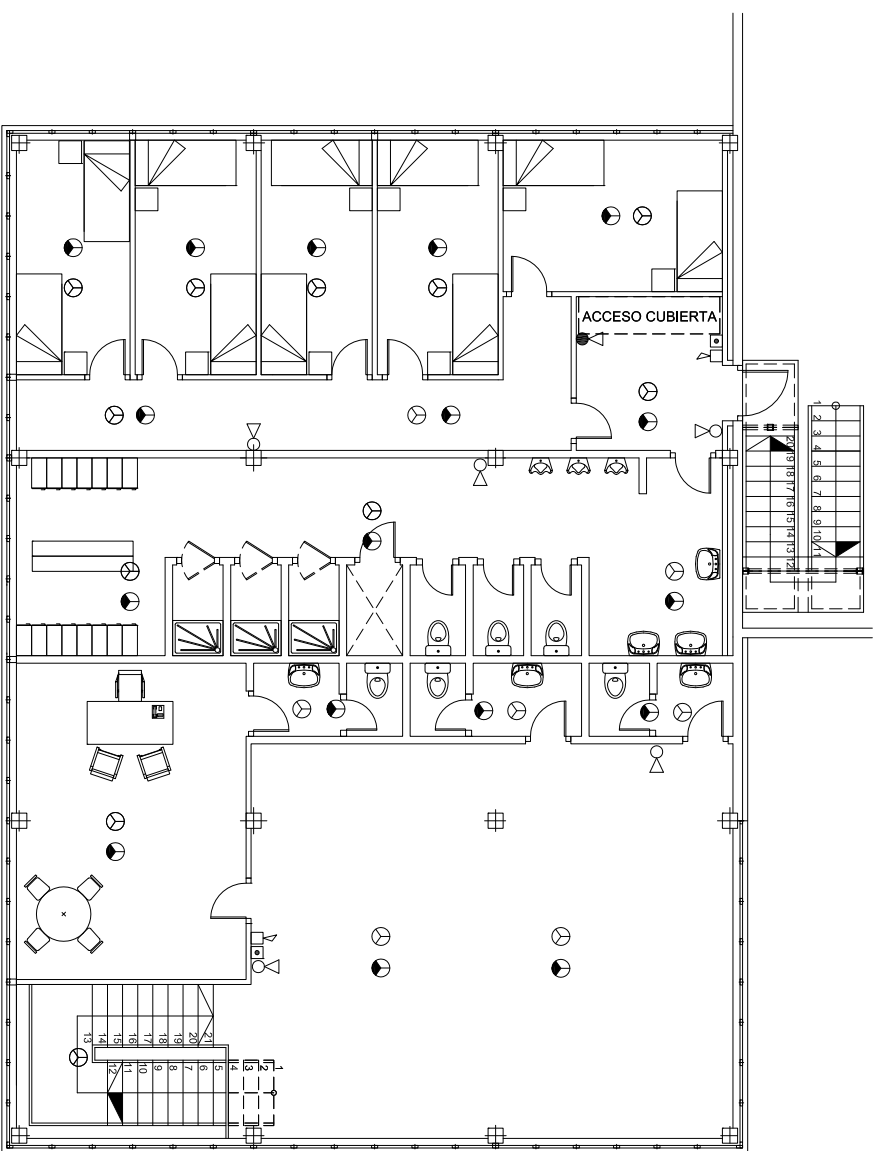
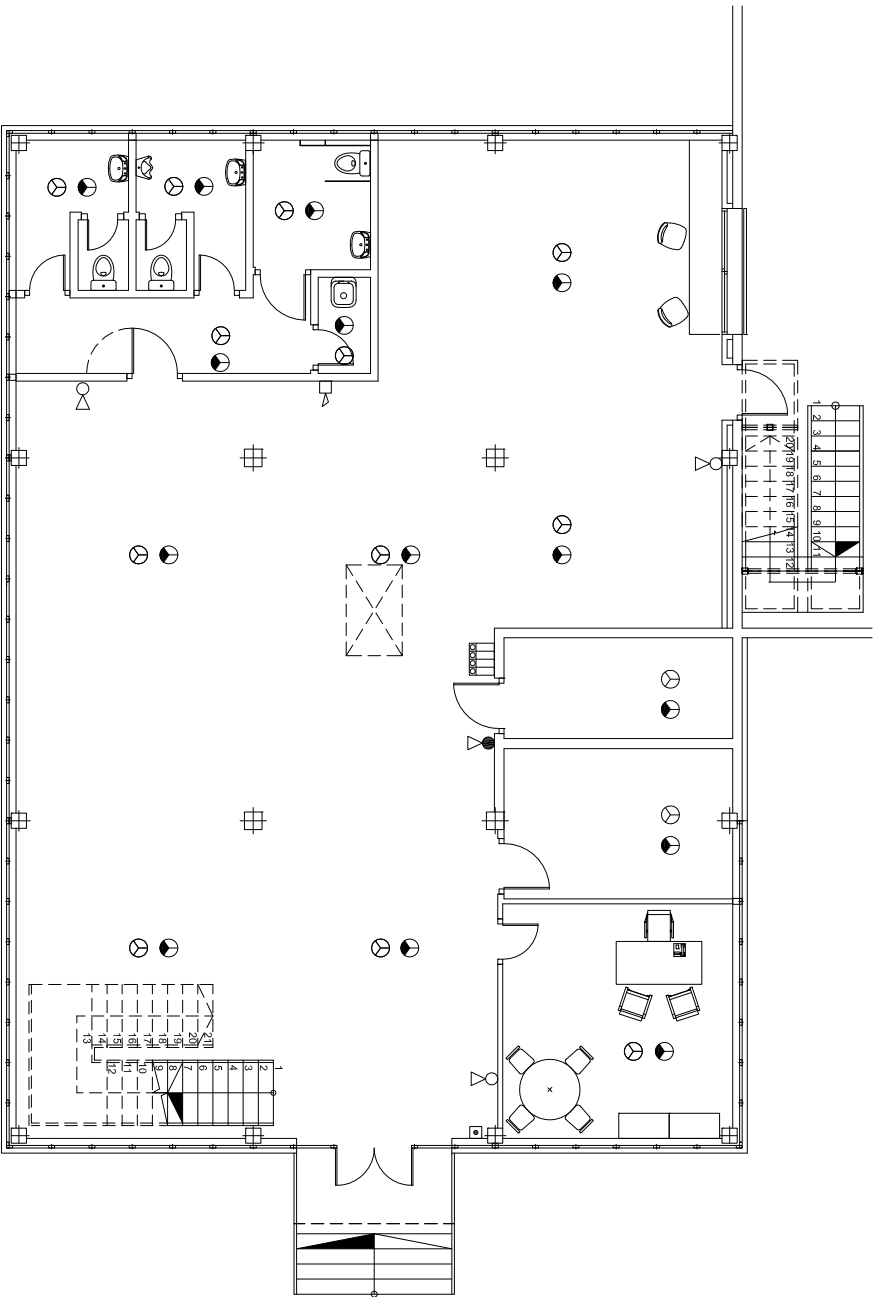
TOTAL SUP.UTIL OFICINAS PL.BAJA 267,23 m2

USOS	SUPERFICIE UTIL
⑪ Escalera-1	9,37 m2
⑫ Zona Administrativa	76,00 m2
⑬ Despacho Direccion	28,50 m2
⑭ Aseo Direccion	4,20 m2
⑮ Aseo Femenino	4,10 m2
⑯ Aseo Masculino	4,90 m2
⑰ Vestibulo	8,80 m2
⑱ Vestuarios	52,00 m2
⑲ Distribuidor	17,60 m2
⑳ Dormitorio-1	13,00 m2
㉑ Dormitorio-2	11,10 m2
㉒ Dormitorio-3	10,25 m2
㉓ Dormitorio-4	11,10 m2
㉔ Dormitorio-5	10,40 m2
㉕ Patinillo	2,00 m2

TOTAL SUP.UTIL OFICINAS PL.1ª 263,32 m2

TOTAL SUP.UTIL PL. BAJA y 1ª 530,55 m2

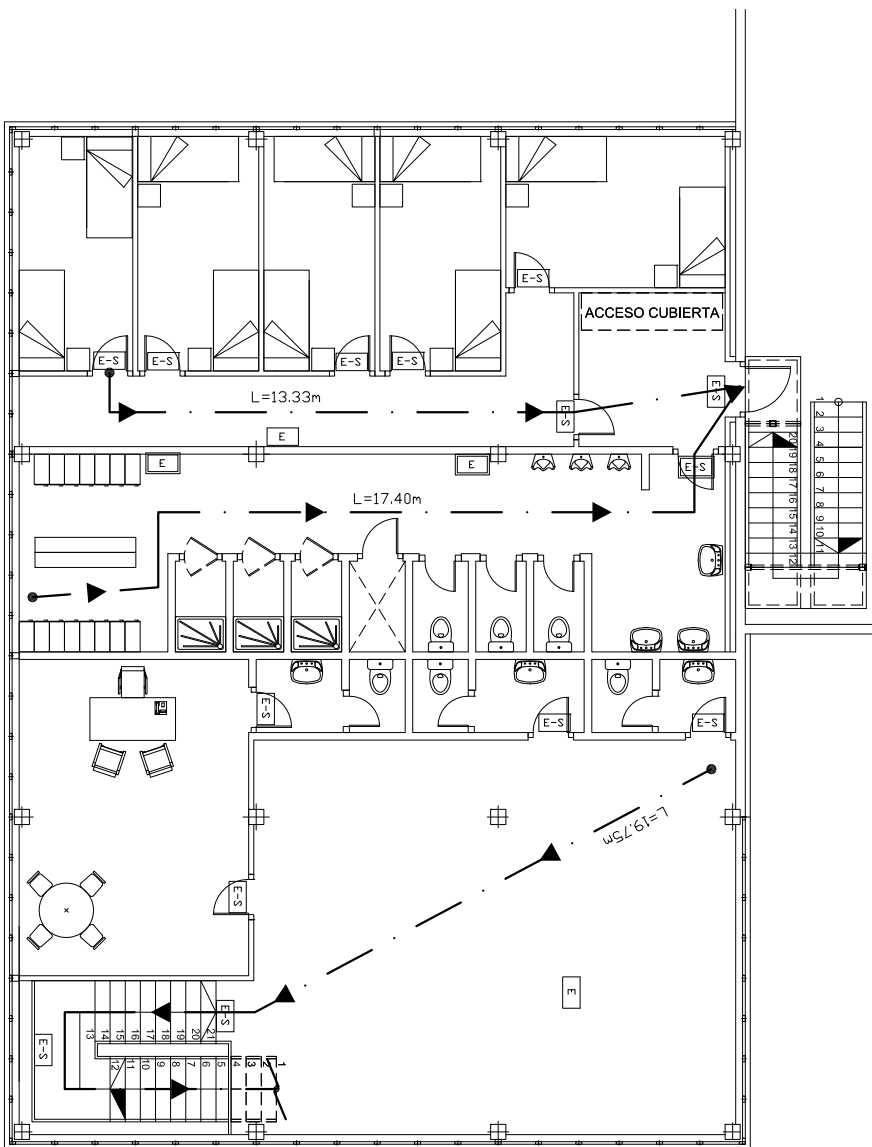
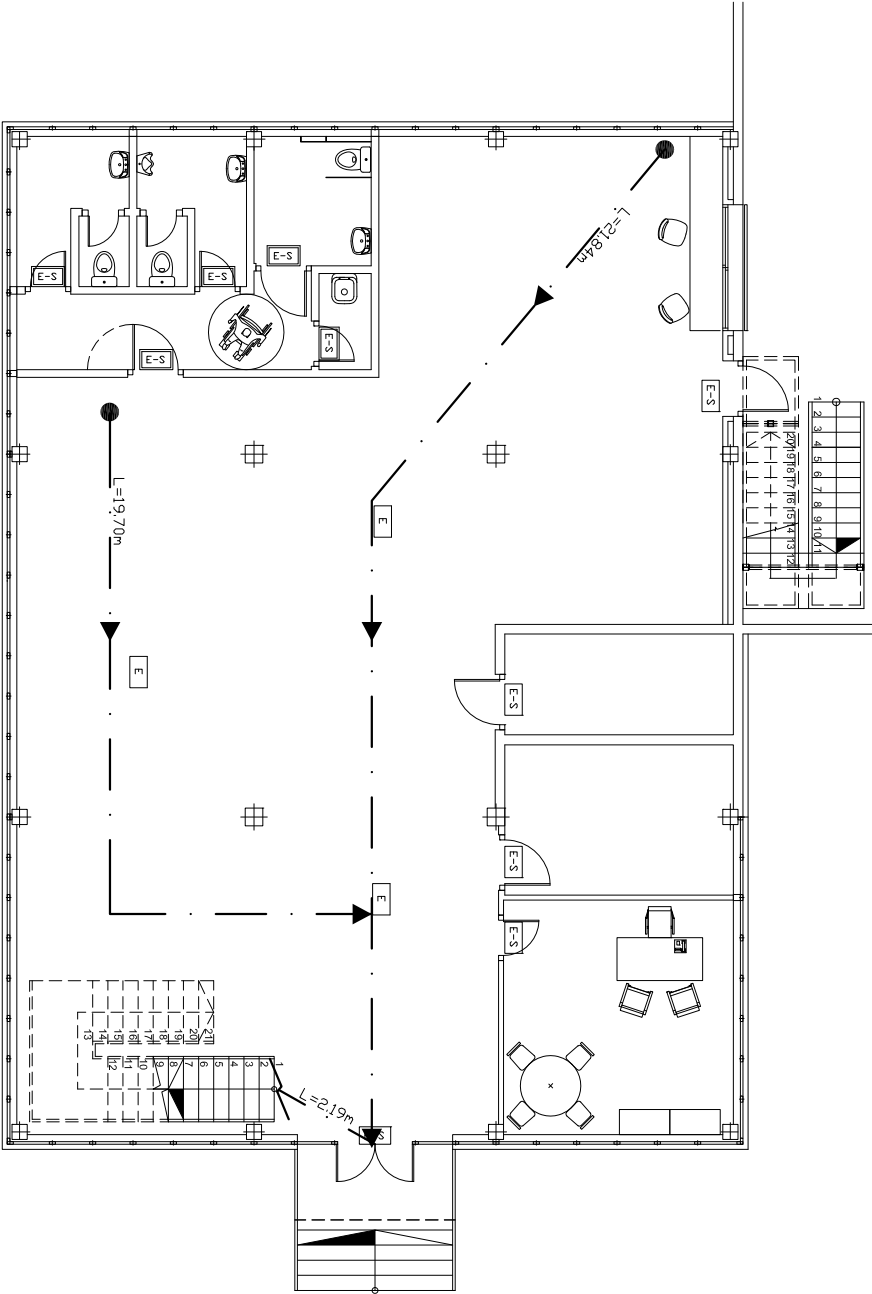
	Fecha	Nombre	Firma	ESCUOLA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	1/05/11	Alejandro Polo		
Comprob.				
Escala:	Plano de planta			Plano: 3
1:150	Oficinas			Hoja: 1
	Superficies			Especialidad: Electricidad







LEYENDA DE DETECCION, ALARMA Y EXTINCION

- SIRENA INTERIOR OPTICA Y ACUSTICA
- PULSADOR DE ALARMA
- DETECTOR DE HUMOS
- DETECTOR DE HUMOS EN FALSO TECHO
- CENTRALITA P.C.I.
- EXTINTOR POLVO POLVALENTE 6kg
EF21A-113B
- EXTINTOR CO2 - 5 KG.
EF270B




	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA	
Dibujado	1/05/11	Alejandro Polo			
Comprob.					
Escala:	Plano de planta			Plano: 3	
1:150	Oficinas			Hoja: 2	
	Detección y alarma			Especialidad:	Electricidad



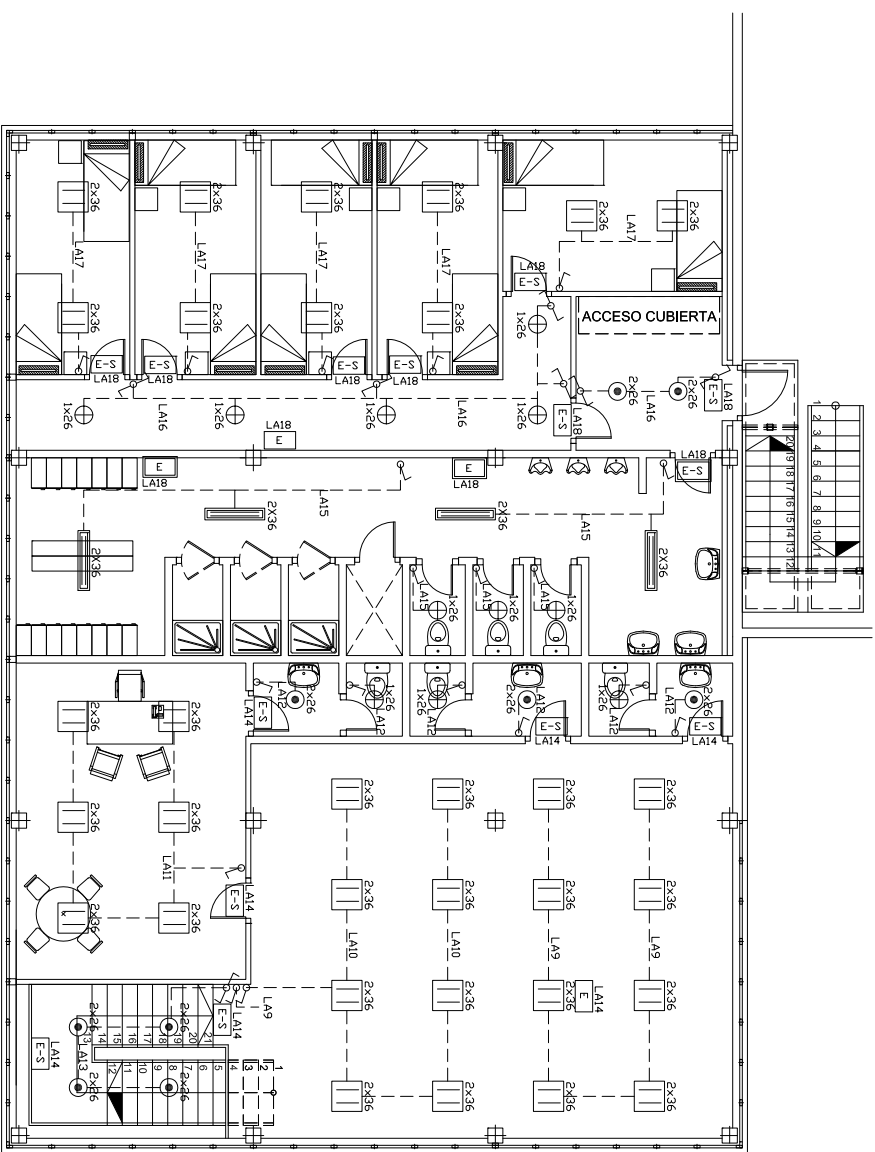
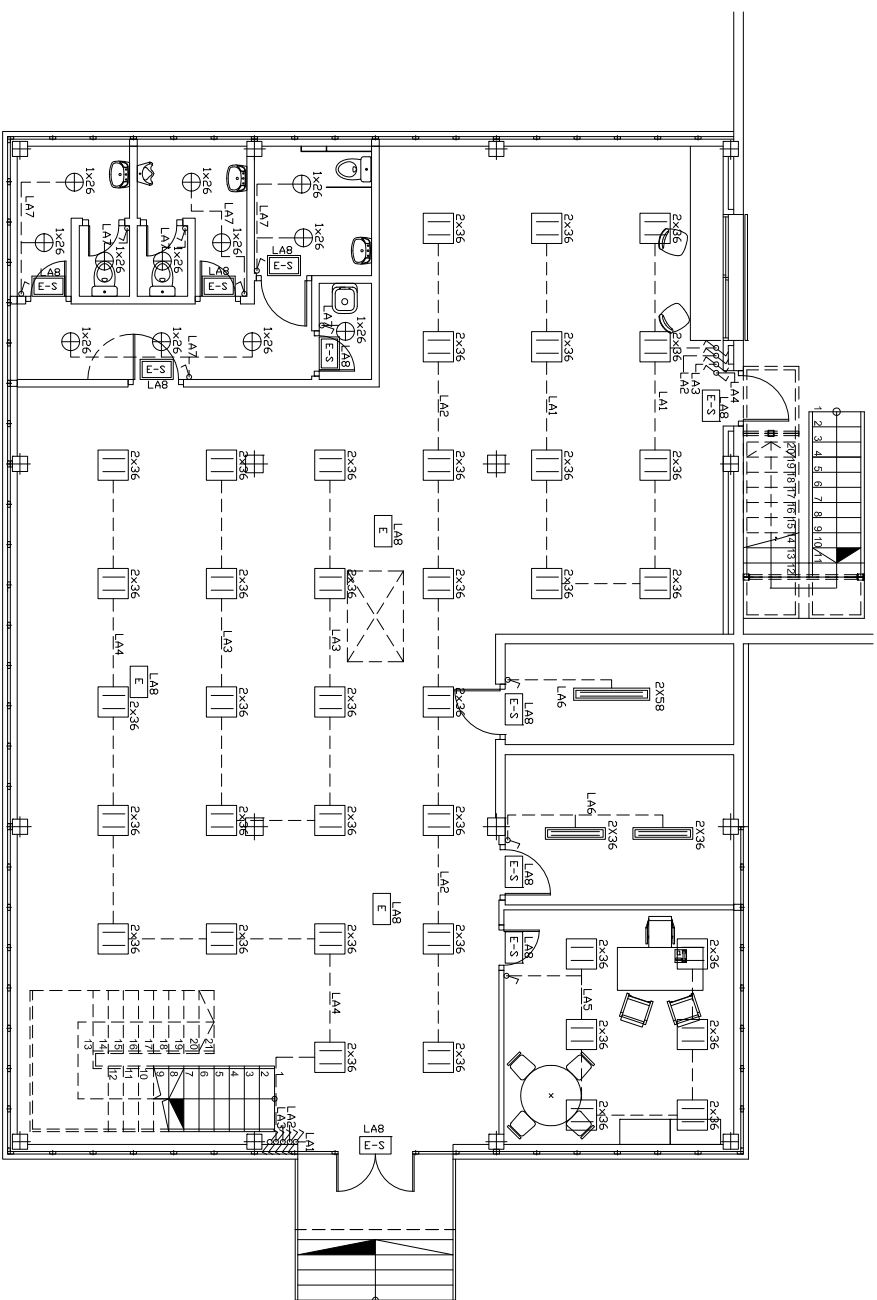
LEYENDA ALUMBRADO DE EMERGENCIA

-  - EQUIPO AUTONOMO DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA CON LAMPARA FLUORESCENTE
-  - EQUIPO AUTONOMO DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA ESTANCO CON LAMPARA FLUORESCENTE
-  - EQUIPO AUTONOMO DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACION CON LAMPARA FLUORESCENTE.
-  - EQUIPO AUTONOMO DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACION ESTANCO CON LAMPARA FLUORESCENTE.

LEYENDA DE RECORRIDOS DE EVACUACION

-   - DIRECCION DE EVACUACION
-  - ORIGEN DE EVACUACION

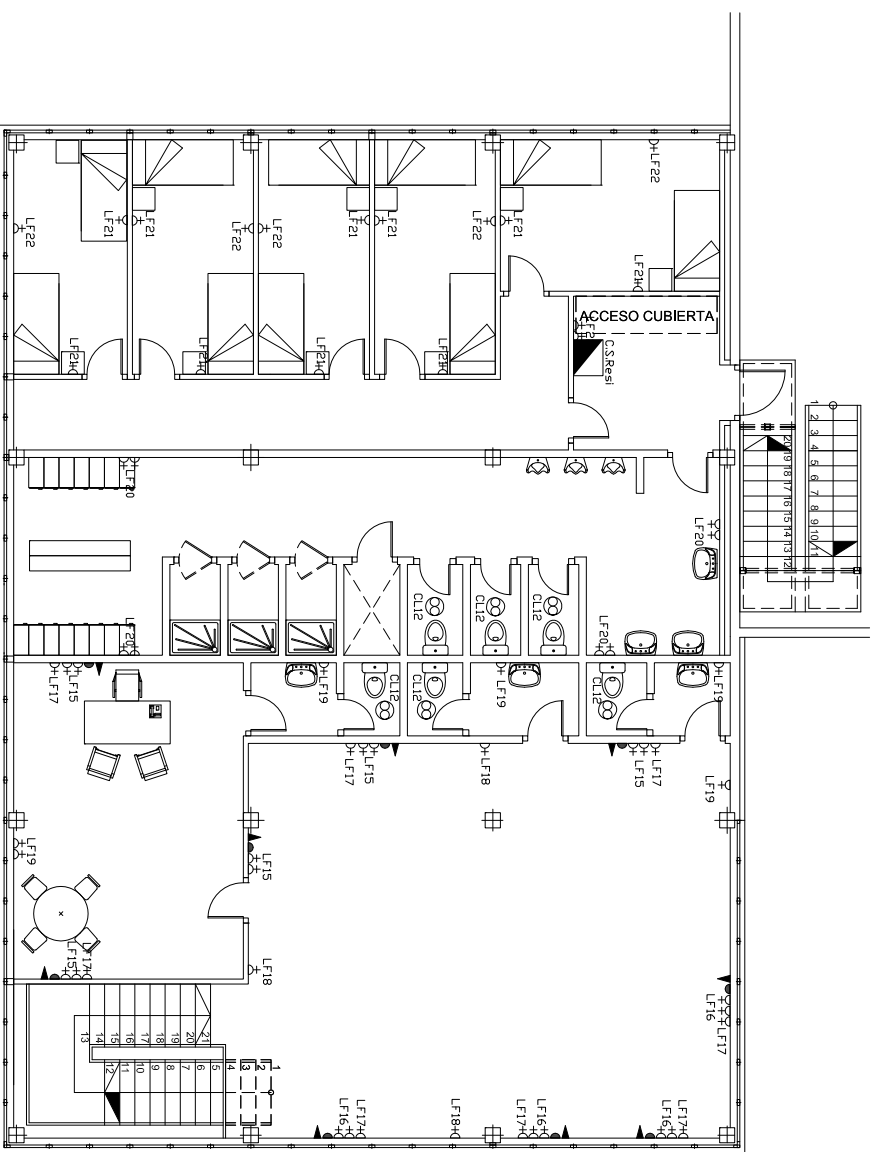
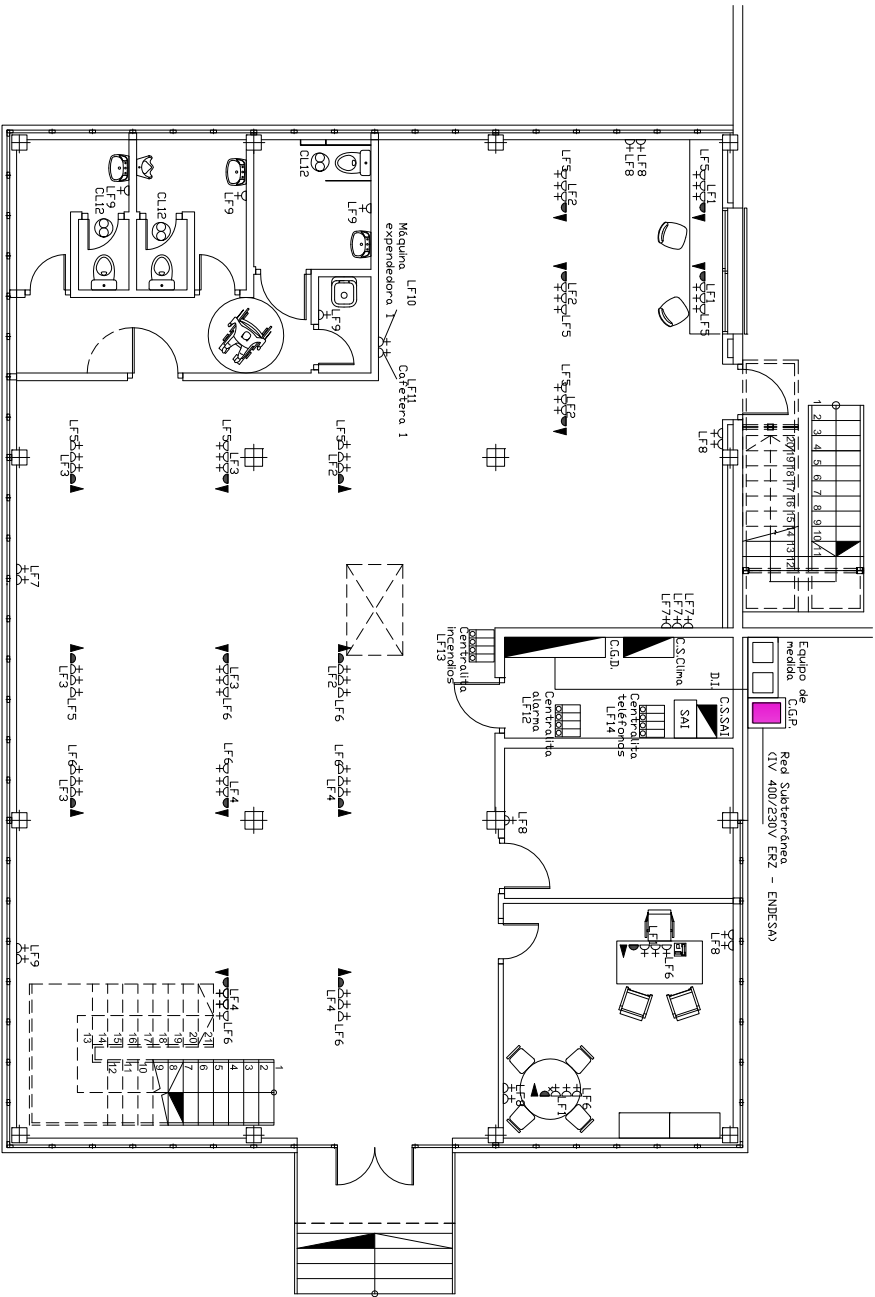
	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	1/04/11	Alejandro Polo		
Comprob.				
Escala: 1:150	Plano de planta Oficinas Rutas de evacuación			Plano: 3
				Hoja: 3
				Especialidad: Electricidad



LEYENDA DE ALUMBRADO

- LUMINARIA FLUORESCENTE 2x36w. EMPOTRADA EN FALSO TECHO
 - REGLETA FLUORESCENTE ESTANCA DE 2x58w. DE SUPERFICIE
 - REGLETA FLUORESCENTE ESTANCA DE 2x36w. DE SUPERFICIE
 - LUMINARIA MURAL FLUORESCENTE 13w. CON INTERRUPTOR
 - DOWNLIGHT CON LAMPARA FLUORESCENTE COMPACTA DE 1x26w.
 - DOWNLIGHT CON LAMPARA FLUORESCENTE COMPACTA DE 2x26w.
 - EQUIPO AUTONOMO DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA CON LAMPARA FLUORESCENTE
 - EQUIPO AUTONOMO DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA ESTANCO CON LAMPARA FLUORESCENTE
 - EQUIPO AUTONOMO DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACION CON LAMPARA FLUORESCENTE.
 - EQUIPO AUTONOMO DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACION ESTANCO CON LAMPARA FLUORESCENTE.
 - INTERRUPTOR 10A.
 - CONMUTADOR 10 A.

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	1/05/11	Alejandro Polo		
Comprob.				
Escala:	Plano de planta Oficinas			
1:150				
Instalación de Alumbrado				Plano: 3
				Hoja: 4
				Especialidad: Electricidad



LEYENDA DE FUERZA

- BASE TOMA DE CORRIENTE II+TT

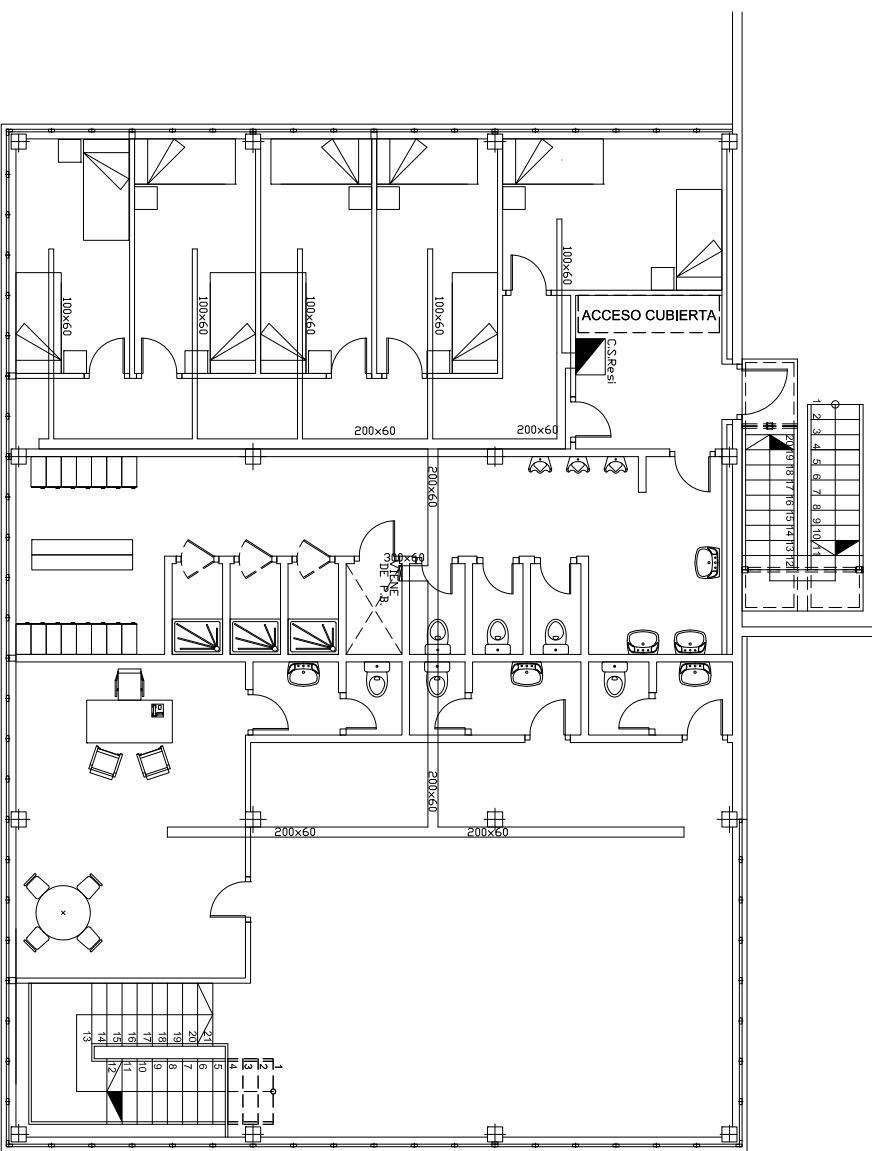
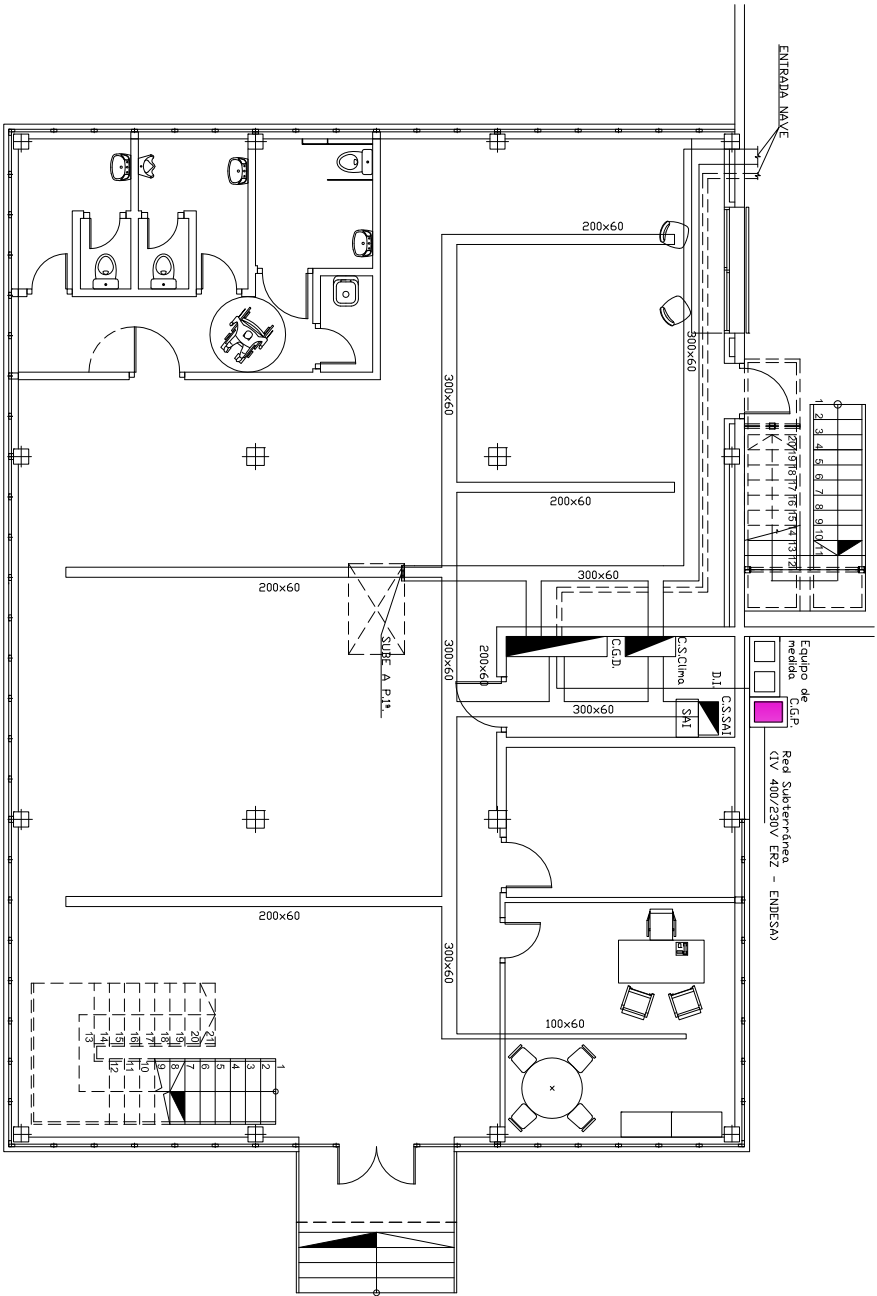
- TOMA RJ45 PARA TELEFONO

- TOMA RJ45 PARA ORDENADORES

- CUADROS ELECTRICOS

- EXTRACCION

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA	
Dibujado	1/05/11	Alejandro Polo			
Comprob.					
Escala:	Plano de planta			Plano: 3	
1:150	Oficinas			Hoja: 5	
Instalación de fuerza				Especialidad: Electricidad	



LEYENDA CANALIZACIONES

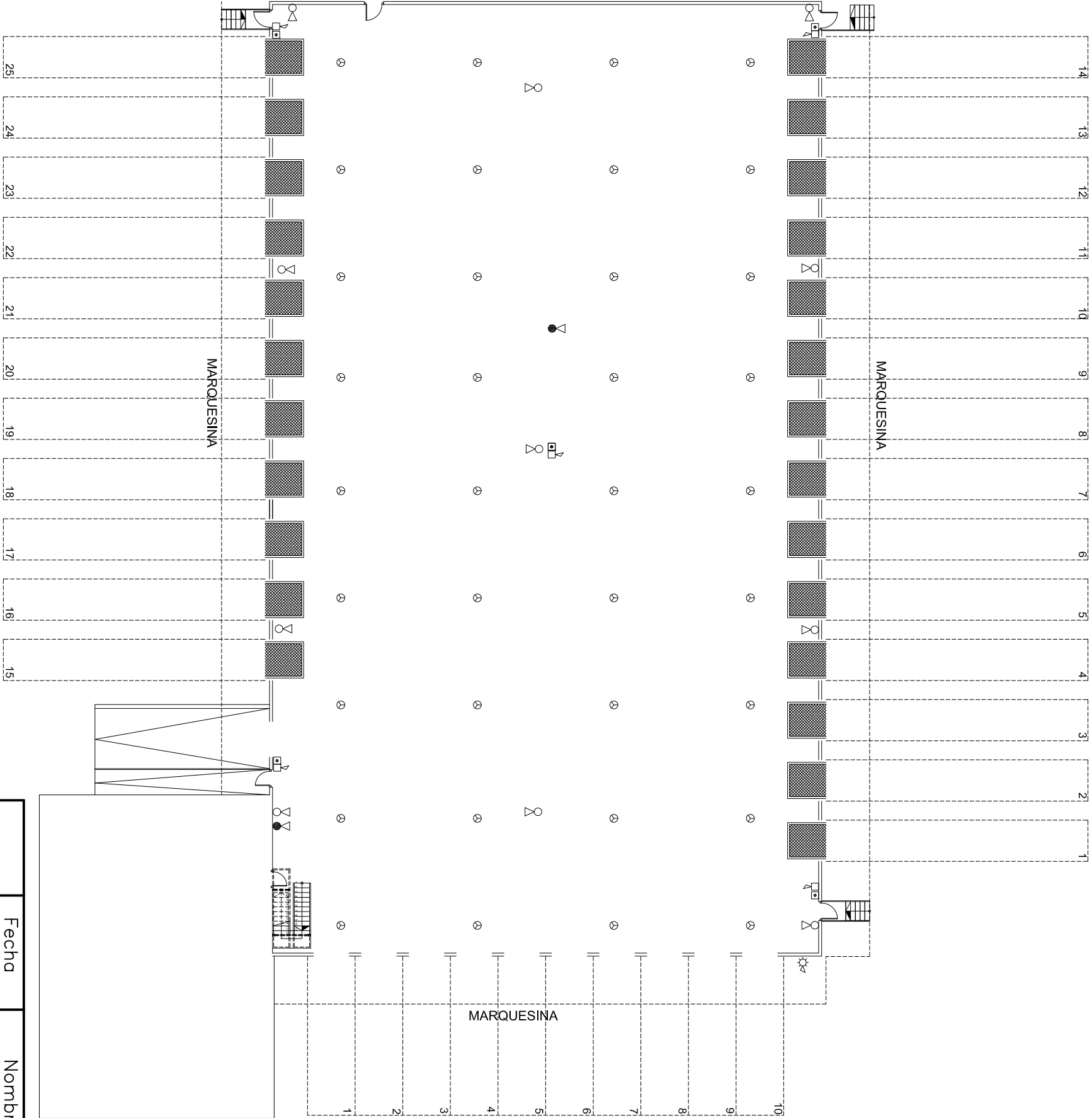
- CANAL PROTECTOR POR FALSO TECHO

- BANDEJA PERFORADA 75 x 60 mm

- CUADROS ELECTRICOS

	Fecha	Nombre		Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	1/05/11	Alejandro Polo			
Comprob.					
Escala:	Plano de planta Oficinas Canalizaciones				
1:150					
					Plano: 3
					Hoja: 6
					Especialidad: Electricidad

PLAYA DE CAMIONES



LEYENDA DE DETECCION, ALARMA Y EXTINCION

- SIRENA INTERIOR OPTICA Y ACUSTICA
- PULSADOR DE ALARMA
- DETECTOR DE HUMOS
- DETECTOR DE HUMOS EN FALSO TECHO
- CENTRALITA P.C.I.
- EXTINTOR POLVO POLIVALENTE 6Kg EF-21A-113B
- EXTINTOR CO2 - 5 KG. EF-70B
- SIRENA ALARMA EXTERIOR CON OPTICO

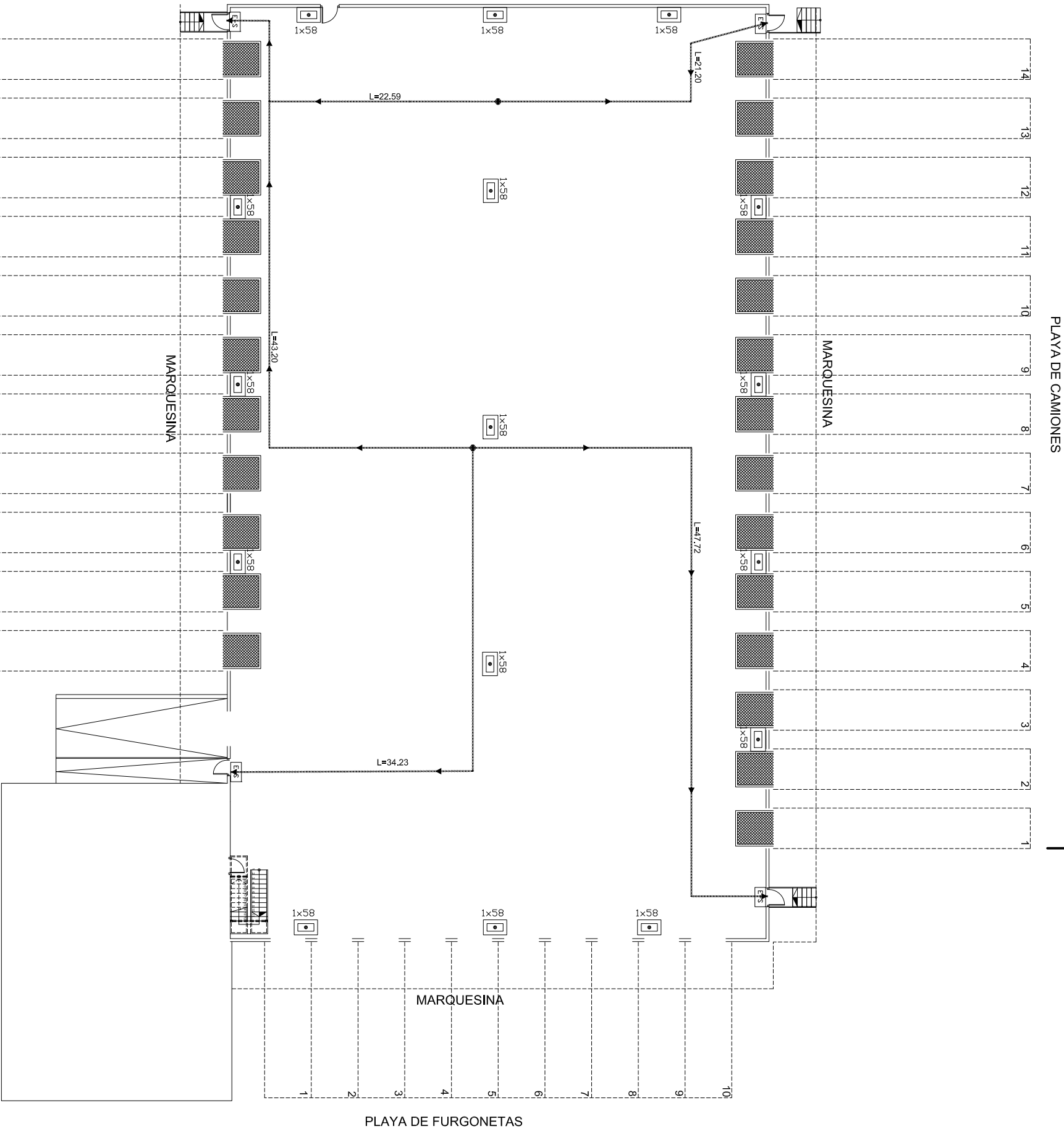
PLAYA DE CAMIONES

MARQUESINA

MARQUESINA

PLAYA DE FURGONETAS

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA	
Dibujado	1/05/11	Alejandro Polo			
Comprob.					
Escala: 1:300	Plano de planta Nave Detección y alarma			Plano: 4	
				Hoja: 1	
				Especialidad: Electricidad	



LEYENDA ALUMBRADO DE EMERGENCIA

E-S

- EQUIPO AUTONOMO DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACION CON LAMPARA FLUORESCENTE.

1x58

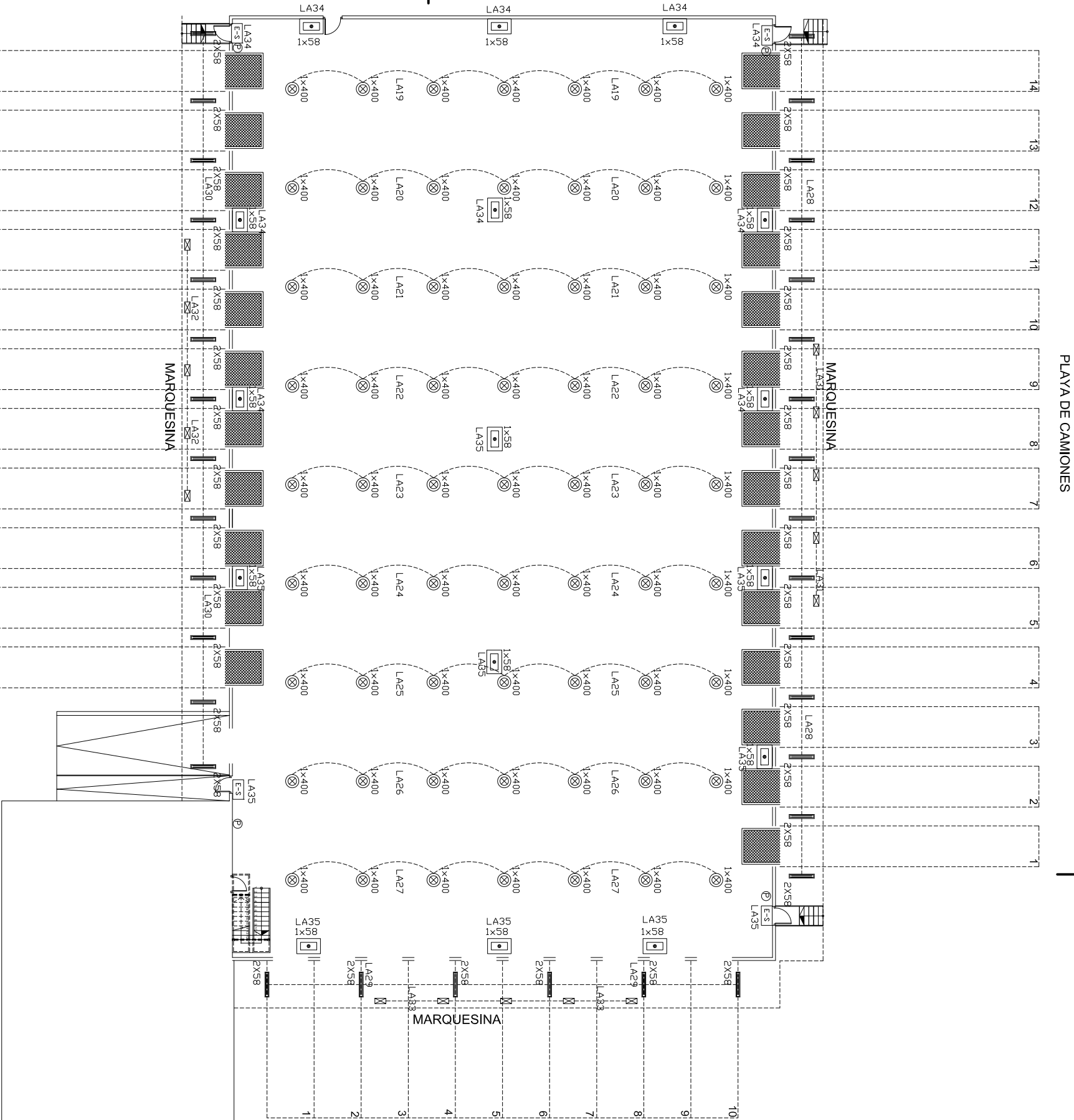
- LUMINARIA FLUORESCENTE 1X58W ESTANCO CON KIT DE EMERGENCIA

LEYENDA DE RECORRIDOS DE EVACUACION

- DIRECCION DE EVACUACION

- ORIGEN DE EVACUACION

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA	
Dibujado	1/05/11	Alejandro Polo			
Comprob.					
Escala: 1:300	Plano de planta Nave			Plano: 4	
Rutas de evacuación				Hoja: 2	
				Especialidad: Electricidad	

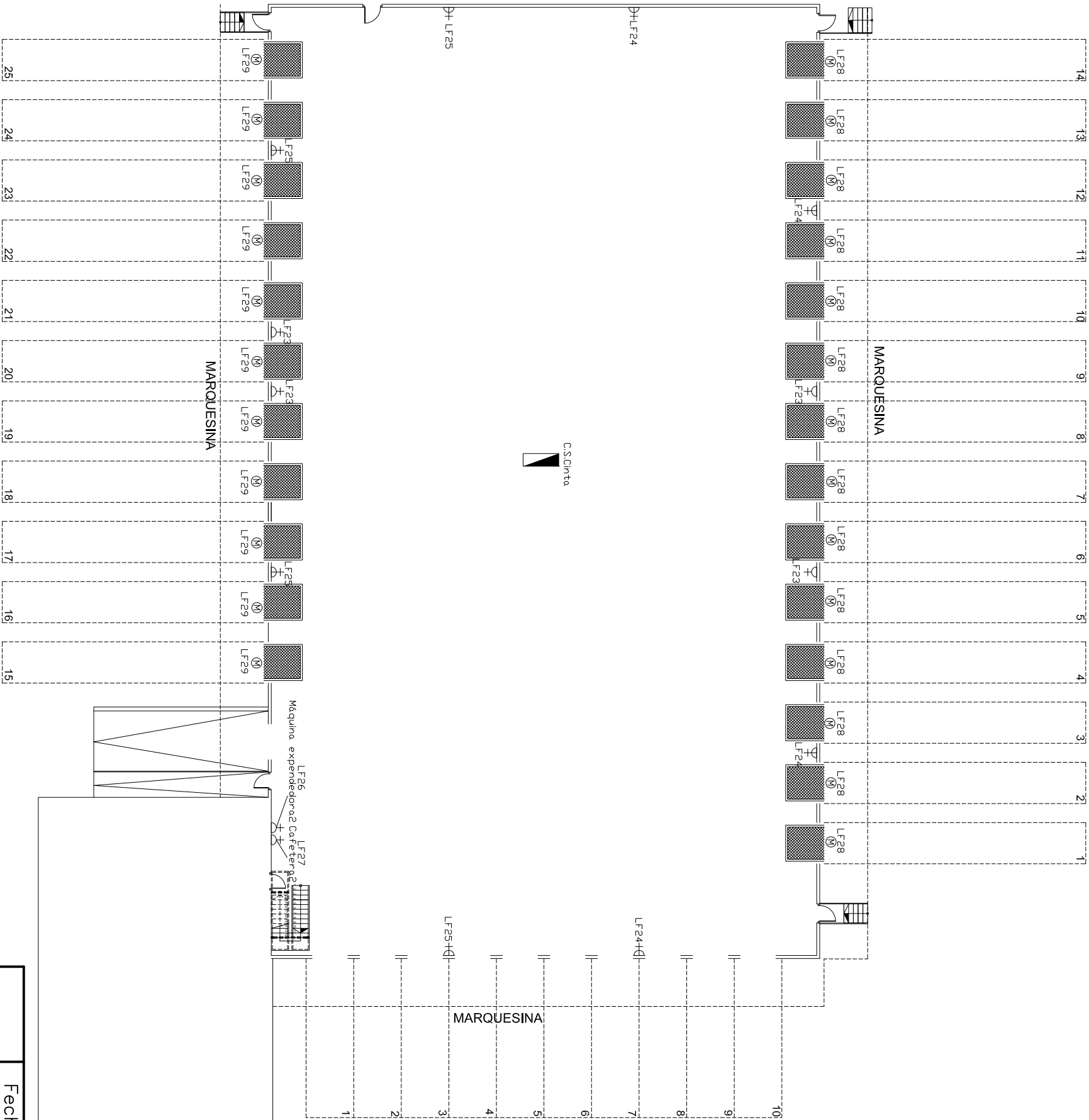


LEYENDA DE ALUMBRADO

- REGLETA FLUORESCENTE ESTANCA DE 2x58W. DE SUPERFICIE
- LUMINARIA INDUSTRIAL CON LAMPARA DE HALOGENURO METALICO DE 1x400W.
- PROYECTOR CON LAMPARA HALOGENURO METALICO DE 250W PARA ALUMBRADO EXTERIOR/DE ROTULO SOBRE MARQUESINA.
- EQUIPO AUTONOMO DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACION CON LAMPARA FLUORESCENTE.
- LUMINARIA FLUORESCENTE 1x58W ESTANCO CON KIT DE EMERGENCIA.
- CUADRO 12 PULSADORES ALUMBRADO NAVE

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	1/05/11	Alejandro Polo		
Comprob.				
Escala:	Plano de planta Nave			Plano: 4
1:300	Instalación de alumbrado			Hoja: 3
				Especialidad: Electricidad

PLAYA DE CAMIONES



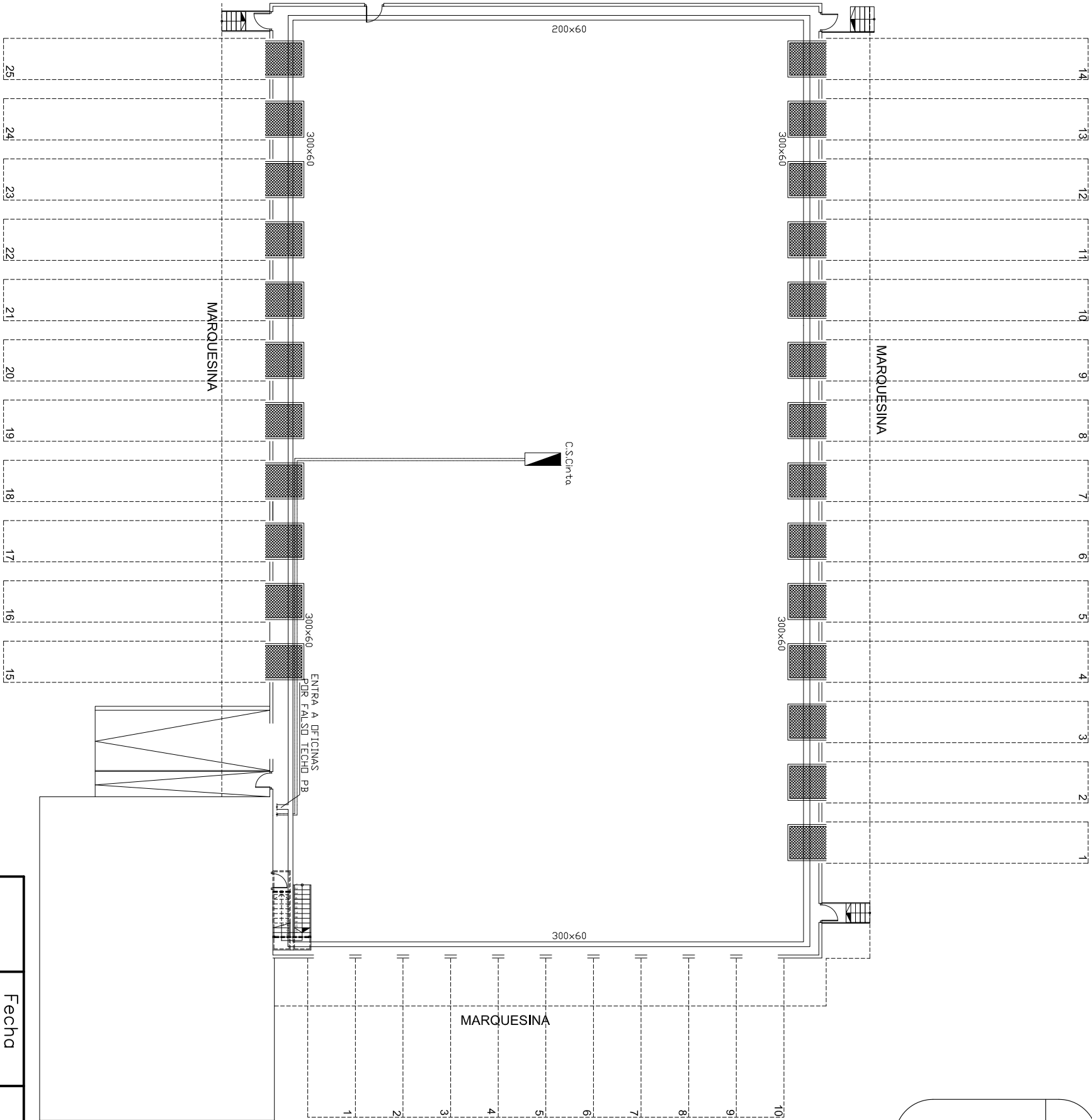
LEYENDA DE FUERZA

- BASE TOMA DE CORRIENTE II+TT
- BASE TOMA DE CORRIENTE IV+TT
- CUADROS ELECTRICOS
- MOTOR MUELLE DE CARGA

PLAYA DE CAMIONES


	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	1/05/11	Alejandro Polo		
Comprob.				
Escala: 1:300	Plano de planta Nave Instalación de fuerza			Plano: 4
				Hoja: 4
				Especialidad: Electricidad

PLAYA DE CAMIONES




PLAYA DE CAMIONES


LEYENDA CANALIZACIONES



- CANAL PROTECTOR MONTAJE SUPERFICIAL

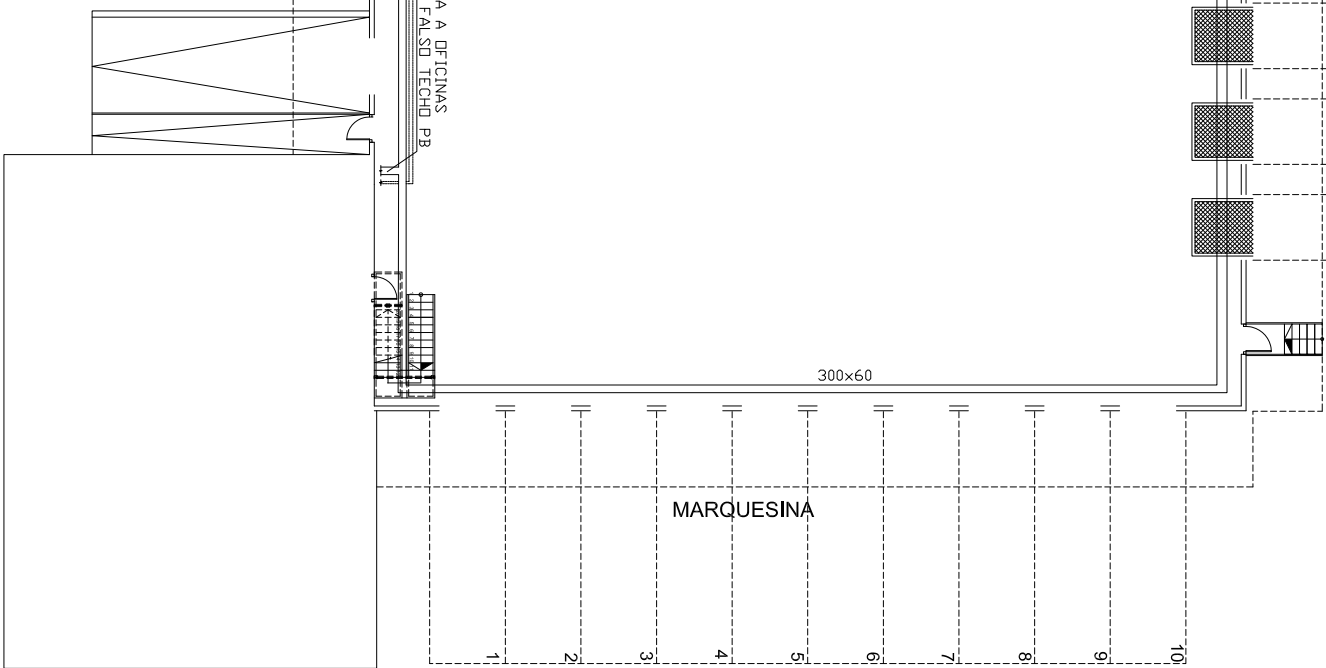


- BANDEJA PERFORADA 75 X 60 mm

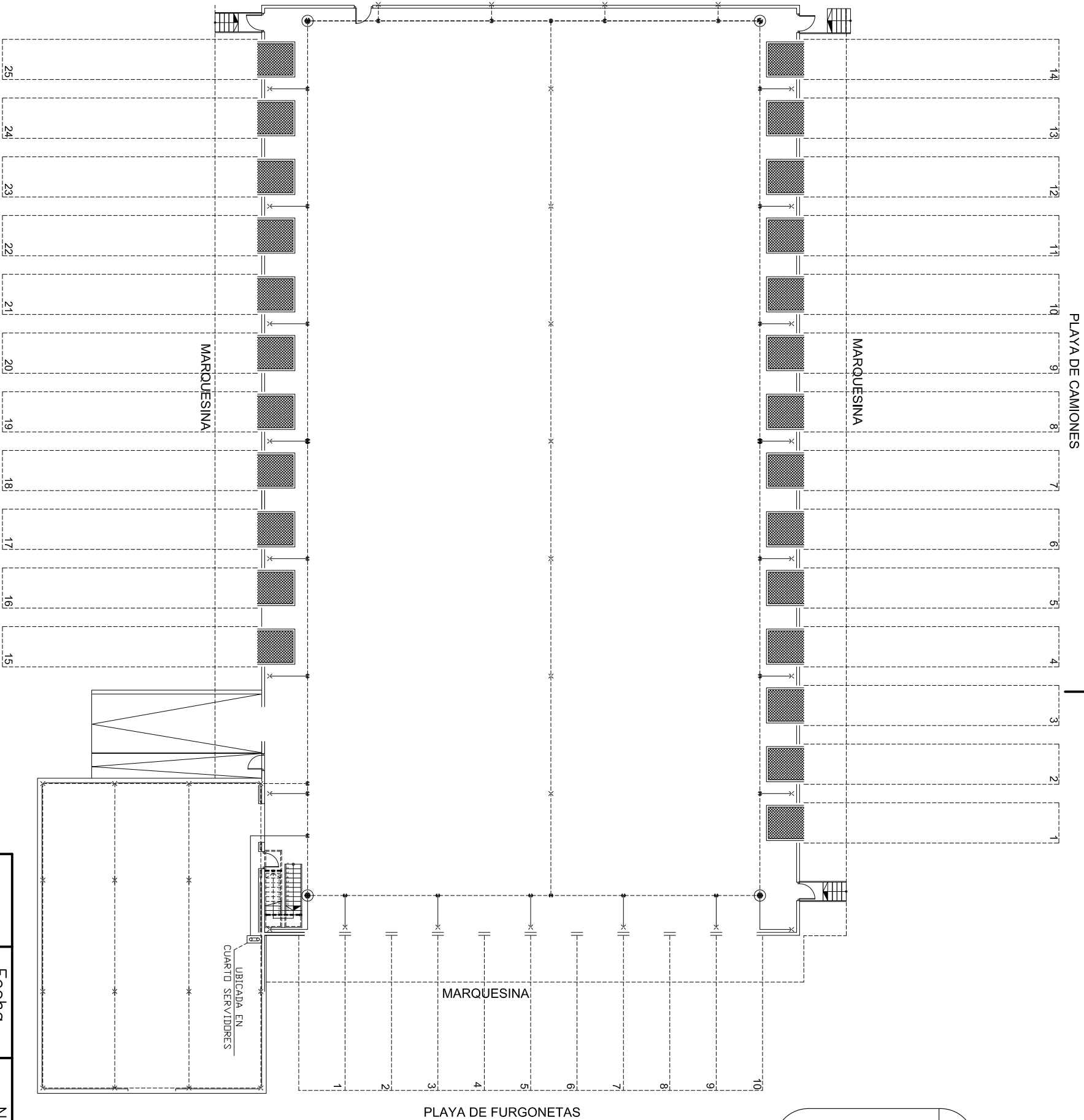


- CUADROS ELECTRICOS

PLAYA DE FURGONETAS



	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	1/05/11	Alejandro Polo		
Comprob.				
Escala: 1:300	Plano de planta Nave Canalizaciones			Plano: 4
				Hoja: 5
				Especialidad: Electricidad



LEYENDA RED DE TIERRAS

- CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO 1x35mm² ENTERRADO

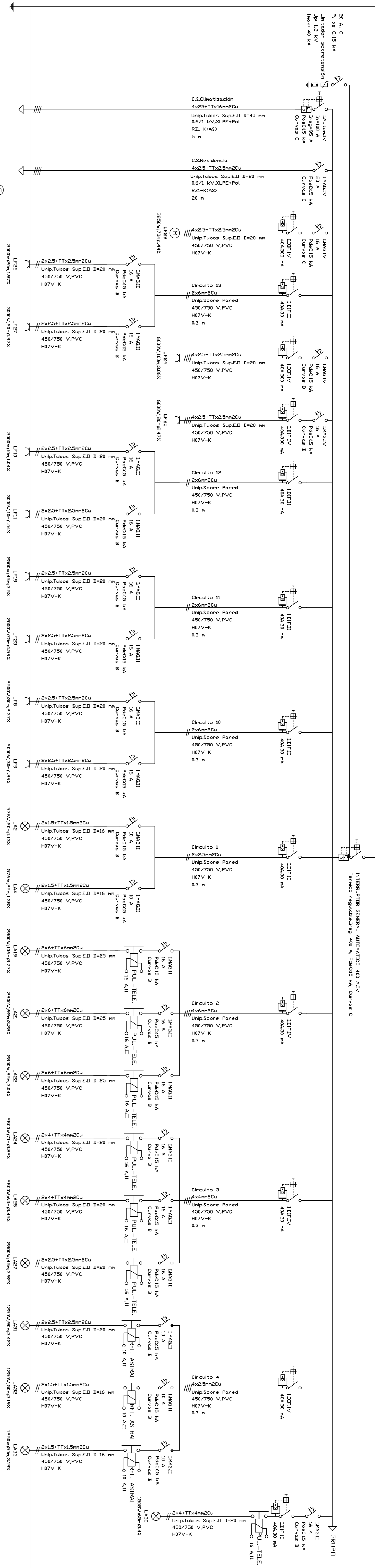
- PICA ACERO COBREADO 2m Ø14mm

- CAJA COMPROBACIÓN

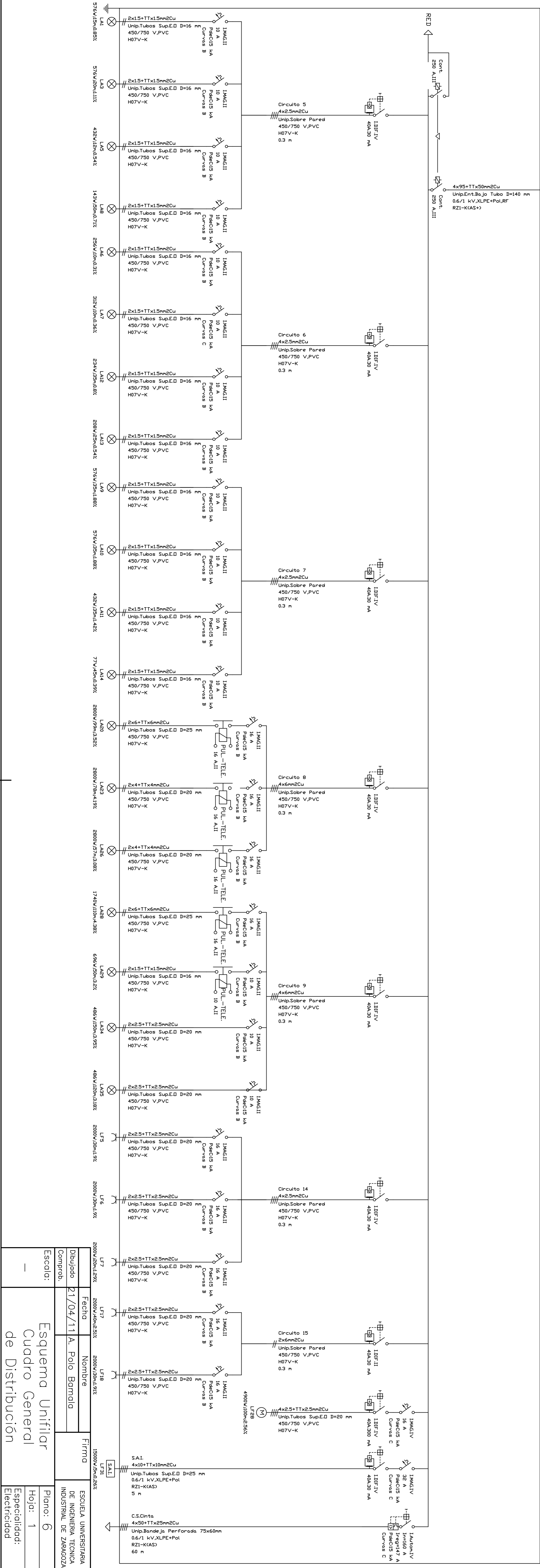
- CONEXIÓN CON ESTRUCTURA

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	1/05/11	Alejandro Polo		
Comprob.				
Escala:	Instalación de			
1:300				
Red de Tierras				Plano: 5
				Hoja: 1
				Especialidad: Electricidad

Cuadro General de Mando y Protección

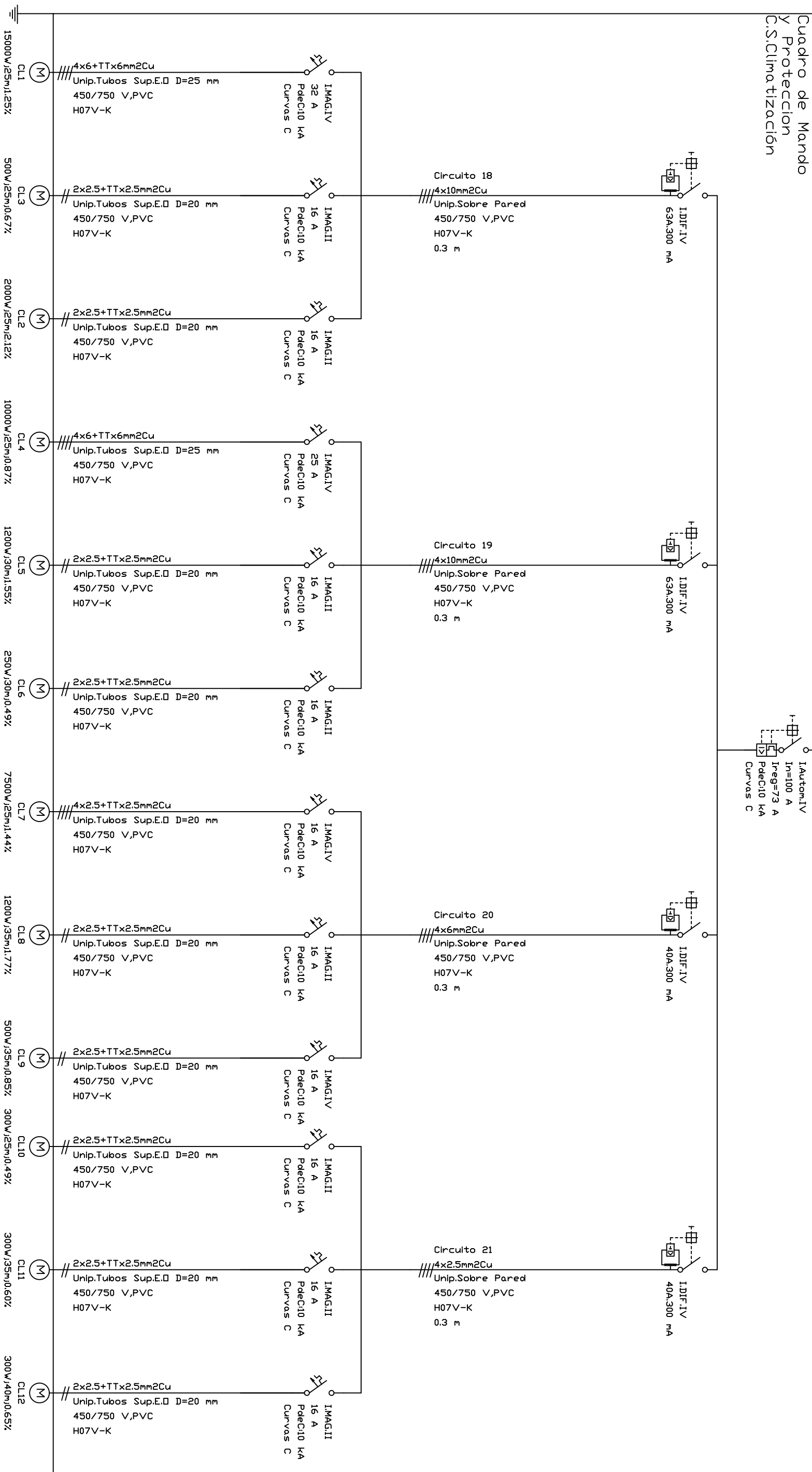


Cuadro General de Mando y Protección



Esquema Unifilar		Esquema Unifilar	
Cuadro General de Distribución		Cuadro General de Distribución	
Hoja: 1		Hoja: 1	
Especialidad: Electricidad		Especialidad: Electricidad	
Firma: ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA		Firma: ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA	
Nombre: POLO BORDADO		Nombre: POLO BORDADO	
Fecha: 21/04/11 A.		Fecha: 21/04/11 A.	
Dibujado: 2000/20m/129X		Dibujado: 2000/20m/129X	
Comprobado: 2000/20m/129X		Comprobado: 2000/20m/129X	

Cuadro de Mando
y Protección
C.S.Clima.tización



	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	21/04/11	A. Polo Bamala		
Comprob.				
Escala:	Esquema Unifilar Cuadro Secundario Climatización			
—				
	Plano: 6			
	Hoja: 2			
	Especialidad: Electricidad			

Cuadro de Mando
y Proteccion
C.S.Cinta

I.Autom.IV
In=160 A
Ireg=136 A
Rele y transf.
Dif.:300 mA
PdeCi:4.5 kA
Curvas C

4x50+TTx25mm²Cu
Unip.Tubos Sup.E.□ D=63 mm
0,6/1 kV XLPE
RV-K



LF30
60000W,5mJ1,30%



	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	21/04/11	A. Polo Bamala		
Comprob.				
Escala:	Esquema Unifilar Cuadro Secundario Cinta			Plano: 6
—				Hoja: 5
				Especialidad: Electricidad