

INDICE

1	OBJETO Y ALCANCE DEL PROYECTO.....	4
2	DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y USOS.	4
2.1	Descripción de las instalaciones y equipamiento principal del taller.	5
3	VENTILACIÓN general. estudio de necesidades.	7
3.1	Normativa aplicable.	7
3.2	Aplicación a los locales afectados.	8
4	PREDIMENSIONADO DE SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN	10
5	INSTALACION ELÉCTRICA. CONSIDERACIONES INICIALES	10
5.1	Previsión de potencia.	10
6	INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN MEDIA TENSIÓN. CENTRO DE TRASFORMACION. ...	12
6.1	Características de la energía.	12
6.2	Características constructivas.	12
6.3	Local	13
6.4	Equipo Eléctrico.	14
6.5	Características generales de celdas prefabricadas proyectadas.	14
6.6	Celdas de entrada y salida.	15
6.7	Celda de seccionamiento y remonte.	15
6.8	Celda de paso de barras	16
6.9	Celda de protección del transformador	16
6.10	Celda de medida.	16
6.11	Equipos de medida.	17
6.12	Transformador.	17
6.13	Conexiones en el lado de alta.	18
6.14	Conexiones en el lado de baja.	18
6.15	Interruptor general de baja tensión.	18
6.16	Puesta a Tierra	19
6.16.1	Tierra de Protección.	19
6.16.2	Tierra de Servicio.	19
6.16.3	Tierras interiores.	19
6.17	Instalaciones Secundarias.	19
6.17.1	Alumbrado.	19
6.17.2	Baterías de Condensadores	20
6.17.3	Protección contra Incendios.	20
6.17.4	Ventilación.	20
6.17.5	Medidas de Seguridad.	20

7	INSTALACIÓN GENERAL DE BAJA TENSIÓN.....	21
7.1	Descripción general.	21
7.1.1	Sistema de conexión del neutro y de las masas en la red de distribución	22
7.2	Identificación de locales de condiciones especiales	22
7.2.1	Locales con riesgo de incendio o explosión.....	22
7.2.2	Locales de Pública Concurrencia.....	23
7.3	Suministro de emergencia. Grupo electrógeno.	24
7.3.1	Consideraciones generales.	24
7.3.2	Local y Montaje.....	25
7.3.3	Motor.	26
7.3.4	Alternador.....	26
7.3.5	Cuadro de control.	26
7.3.6	Inversor de redes.	27
7.3.7	Protección contra contactos indirectos.....	27
7.4	Compensación de energía reactiva.....	30
7.4.1	Consideraciones iniciales y cálculo de la batería	30
7.4.2	Línea de alimentación.....	32
7.5	Cuadros Eléctricos.....	32
7.5.1	Protecciones	32
7.5.2	Cuadro General de BT	33
7.5.3	Cuadros Secundarios.....	33
7.5.4	Cuadro C1.....	34
7.5.5	Cuadro C2.....	34
7.5.6	Cuadro C3.....	34
7.5.7	Cuadros C4 y C5.	34
7.5.8	Cuadro C6.....	35
7.5.9	Cuadro C7.....	35
7.5.10	Cuadro 8.	35
7.5.11	Cuadro 9.	35
7.5.12	Cuadro 10.	35
7.5.13	Cuadro 11.	36
7.5.14	Cuadro 12.	36
7.5.15	Cuadro 13.	36
7.5.16	Cuadro 14.	36
7.6	Canalizaciones y factores de corrección aplicados.....	36
7.6.1	Consideraciones generales.....	36
7.6.2	Dimensiones de canalización.....	37

7.6.3	Tipos de instalación y coeficientes de corrección aplicados en el proyecto.	38
7.6.4	Canalizaciones zona de servicio de cuadro C1.	39
7.6.5	Canalizaciones zona de servicio de cuadro C2, C3, C4, C5, CM, C6, C7.	39
7.6.6	Canalizaciones zona de servicio de cuadro C8, C9, C10, C11, C12, C13 y C14.	39
7.6.7	Cálculo de dimensiones de bandeja.	39
7.7	Sistema de puesta a tierra.	41
7.7.1	Componentes del sistema de puesta a tierra.	41
7.7.2	Resistencia de Tierra.	42
7.7.3	Relación con otras tierras de la instalación.	42
8	ESTUDIO LUMINOTÉCNICO.	43
8.1	Luminarias y fuentes luminosas.	43
8.2	Niveles medios de iluminación.	45
9	alumbrado de emergencia y señalización.	46
9.1	Normativa aplicable.	46
10	ADECUACIÓN DEL PROYECTO A NUEVO REGLAMENTO R.E.B.T.2002.	49
10.1	Consideraciones iniciales.	49
10.2	Conductores y canalizaciones.	49
10.2.1	Comparación entre intensidades máximas admisibles y tipos de instalación.	49
10.2.2	Dimensiones de las canalizaciones.	52
10.3	Sección de los conductores. Caída de tensión.	53
10.4	Locales de características especiales.	54
10.4.1	Locales con riesgo de incendio o explosión.	54
10.4.2	Locales de Pública Concurrencia (LPC).	63

1 OBJETO Y ALCANCE DEL PROYECTO.

El presente proyecto tiene por objeto el diseño de la instalación eléctrica de un edificio destinado a exposición, venta y reparación de vehículos en base al antiguo reglamento de BT (REBT 1973) y su adecuación al nuevo reglamento (REBT 2002).

2 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y USOS.

El edificio en cuestión será la sede principal de un grupo de empresas destinadas a la venta y reparación de vehículos. Debido a esto se ha destinado una zona para oficinas de dirección y salas de formación del personal de todo el grupo.

Igualmente y dentro de la política comercial de la empresa, se destina otra zona para la celebración de actos sociales, culturales y exposiciones con el fin crear una imagen social del grupo y atraer al cliente hasta el punto de venta.

El edificio consta de tres plantas de una superficie aproximada cada una de 3.500 m², disponiéndose en planta semisótano, planta baja y planta primera. Se trata de un edificio exento, construido en parcela independiente dentro de un polígono industrial.

La cota superior de planta semisótano es superior a la cota de terreno que lo rodea, 80 cms inferior, quedando en la parte superior de la planta semisótano una abertura para ventilación en casi todo el perímetro. En planta semisótano existe una zona destinada a aparcamientos de vehículos, otra destinada a trabajos mecánicos y eléctricos, una tercera destinada trabajos de chapa y pintura y una cuarta a almacén auxiliar de recambios y piezas necesarias para la reparación. También aloja aseos y zonas de servicios para el personal y salas técnicas de instalaciones.

En la planta baja existe una zona comercial destinada a la exposición y venta de vehículos nuevos, otra zona destinada a la recepción y entrega, una parte de taller para reparaciones menores y una zona para almacén y venta de recambios y piezas auxiliares.

En planta alta se ubica la exposición y venta de vehículos de ocasión, las oficinas de dirección del grupo, las salas de usos múltiples y de formación, una sala de exposiciones y una cafetería-restaurant para el personal de la empresa y actos sociales.

La zona de exposición y venta de vehículos nuevos y la de vehículos usados quedan situadas en planta, aproximadamente, una sobre la otra., en planta baja y alta. Constructivamente se han comunicado ambas plantas a través de un hueco en el hall de entrada para producir un efecto de amplitud a esta zona.

El acceso de vehículos a la planta semisótano se realiza a través de dos rampas dispuestas en el exterior de la edificación. A la exposición de planta alta acceden los vehículos a través de un montacargas.

2.1 Descripción de las instalaciones y equipamiento principal del taller.

Taller de Chapa y pintura.

2 Cabina horno de pintura, con las siguientes características:

Dimensiones útiles: 7.150 mmx4.000 mmx2.700 mm.

Grupo de 15 CV.

Grupo extractor SYS-40 (7,5 KW).

DT:50°C.

Cierre de regulación automático.

Electroválvulas de seguridad.

Caudal: 24.00 m³/h.

Potencia térmica: 140.000 Kcal/h.

6+6 pantallas con 4 fluorescentes 36 W por pantalla.

Purificador SAG-5033.

1 Laboratorio de pintura PAINT-BOX., con un consumo de 750 W.

1 Plano de preparación de carrocería rápida, con las siguientes características:

Basamento metálico en seco.

Grupo de 6,5 KW.

Plenum de reinmisión.

Cortinas en todo el perímetro.

6 Plano de aspirante simple, con las siguientes características:

Basamento metálico en seco.

Grupo de 5,5 KW.

6 Elevadores de 2 columnas de 2.500 kg., con motor de 2,5 KW.

3 Secadores por infrarrojos de 12 kW.

1 Conjunto de aspiración de gases, de 6,5 KW.

1 Compresor insonorizado de 11 KW.

1 Conjunto de herramientas portátiles varias.

Taller mecánico.

4 Elevadores de 2 columnas de 2.500 kg., con motor de 2,5 KW.

2 Elevadores de doble émbolo, con motor de 2,5 KW.

1 Equipo de alineación y medida (0,75 KW)

1 Frenómetro electrónico con sistema de medición DMS. (11 KW)

1 Equilibradora de ruedas, electrónica.(0,75 KW).

1 Compresor insonorizado de 6,5 kW.

1 Desmontadora de ruedas.

1 Analizador de gases.

1 Instalación Centralizada de Lubricación.

1 Conjunto herramientas portátiles varias.

3 VENTILACIÓN GENERAL. ESTUDIO DE NECESIDADES.

3.1 Normativa aplicable.

En dicho capítulo se estudian las necesidades de ventilación del edificio en cuestión.

Las normativas que prescriben condiciones sobre la ventilación de un local de riesgo son las que siguen:

- o Reglamento de seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales. RD 786/2001, de 6 julio.
- o Norma Básica de la Edificación. CPI-96.
- o Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. MIE BT.

En todos los casos se requiere unas condiciones mínimas de ventilación (natural o forzada) en garajes o aparcamientos de uso público (que no es este caso) o en talleres de reparación de vehículos o locales de riesgo de incendio.

Las condiciones que impone cada norma, para los locales citados son las que siguen.

Reglamento de seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales. RD 786/2001, de 6 julio.

Según el aptdo. 7.1. del apéndice 2 del Reglamento Contra Incendios en Establecimientos Industriales, los sectores de incendio con actividades de producción, montaje, transformación, reparación y otras distintas al almacenamiento, situados en planta bajo rasante y con nivel intrínseco medio dispondrán de ventilación natural a razón de $0,5 \text{ m}^2/150 \text{ m}^2$ como mínimo. En el caso de estar situados en cualquier planta sobre rasante será a razón de $0,5 \text{ m}^2/200 \text{ m}^2$. Al suponer la actividad de almacenamiento una superficie mayor del 10 % del total en el sector de planta baja tomaremos el valor de $0,5 \text{ m}^2/150 \text{ m}^2$ para el cálculo de ventilación natural necesaria.

Norma Básica de la Edificación. CPI-96.

La NBE-CPI-96 establece las condiciones de ventilación natural o forzada para la evacuación humos en caso de incendio para locales de uso Garaje o Aparcamiento.

En particular establece la necesidad mínima de huecos que comuniquen cada planta con el exterior a razón de 25 cm^2 por cada m^2 de superficie construida, es decir 0,25% del total de superficie construida.

La ventilación forzada deberá cumplir las condiciones siguientes:

- o Realizar 6 renovaciones/hora, siendo activada por detectores automáticos.
- o Disponer interruptores independientes para cada planta que permitan la puesta en marcha de los ventiladores.
- o Garantizar el funcionamiento de todos los componentes durante noventa minutos, a una temperatura de 400°C.
- o Contar con alimentación eléctrica directa desde el cuadro principal.
- o Tanto en ventilación natural como forzada, ningún punto estará situado a más de 25 metros de un punto de extracción.

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. MIE BT.

En las hojas de interpretación 12 A y 12 B del REBT se considera la ventilación asegurada si se tiene aberturas para ventilación natural, en fachadas al exterior, permanentes, independientes de las entradas de acceso, con una superficie mínima del 0,5% de la superficie del local.

En el caso de ventilación forzada deberá asegurarse una renovación mínima del ambiente de 6 renovaciones/hora, mediante al menos dos dispositivos o aberturas.

3.2 Aplicación a los locales afectados.

Las tareas de pintura y lijado de carrocería se realizan en zonas perfectamente delimitadas del taller de planta sótano. Las tareas de pintura se realizan en cabinas fabricadas específicamente para tal uso y que cumplen por tanto la normativa aplicable. El resto de actividades con riesgo se realizan en planos aspirantes simples con maquinaria de extracción local incorporada.

La superficie de taller de planta semi-sótano es de 3.280 m² y en planta primera 1.920 m². Ambos locales tienen comunicación directa con el exterior a través de la fachada.

Basándonos en el criterio más restrictivo, que es el del REBT, las superficies de las aberturas de comunicación con el exterior, permanentes e independientes de las entradas de acceso serán el 0,5 % de la superficie total del local.

Por tanto, en este caso serán necesarias:

$3.280 * 0,005 = 16,4 \text{ m}^2$. en planta semi-sótano

$1.920 * 0,005 = 9,6 \text{ m}^2$. en planta primera.

No obstante y como medida de seguridad redundante se proyecta ventilación forzada realizada con ventiladores murales en fachada de planta semisótano y baja para asegurar una ventilación de 6 renovaciones/hora.

El volumen de extracción necesario será:

Planta semi-sótano.

$3.280 \text{ m}^2 * 4 \text{ m} * 6 \text{ renov/hora} = 78.720 \text{ m}^3/\text{h}.$

Se dispondrán seis extractores en cajas axiales empotradas en pared de fachada exterior. Cada uno de ellos tendrá un caudal de $15.000 \text{ m}^3/\text{h}$. Se distribuirán de tal forma que cada punto del local no queda a más de 25 metros de algunos de ellos.

Planta baja.

$1.920 \text{ m}^2 * 3 \text{ m} * 6 \text{ renov/hora} = 34.560 \text{ m}^3/\text{h}.$

Se dispondrán tres extractores en cajas axiales empotradas en pared de fachada exterior. Cada uno de ellos tendrá un caudal de $15.000 \text{ m}^3/\text{h}$. Se distribuirán de tal forma que cada punto del local no queda a más de 25 metros de algunos de ellos.

Los extractores estarán contruidos de tal forma que se garantice el funcionamiento de todos los componentes durante noventa minutos, a una temperatura de 400°C .

Estos extractores se alimentarán desde un cuadro parcial específico alimentado desde el embarrado de suministro complementario y se activarán por varios medios:

- Por activación manual.
- Mediante un reloj dispuesto en el cuadro.
- Por un señal del sistema de detección de CO
- Por una señal del sistema de detección de incendios.

4 PREDIMENSIONADO DE SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN

Con objeto de recoger en proyecto las posibles necesidades de potencia para el sistema de climatización se realizará un predimensionado del mismo.

Se toma como aproximación del cálculo de potencia frigorífica la base de 125 frig/m² en planta baja y 150 frig/m² en planta alta dado que ésta última tiene más superficie al exterior y por consiguiente más pérdidas.

En planta baja se acondiciona la zona de exposición y venta de vehículos. Esta zona supone un área de 1.173 m². La potencia frigorífica necesaria será 147 kfrig que equivale a 171 kW. En planta alta se acondicionará la práctica totalidad de la superficie. Son 3.500 m² a razón de 150 frig/m² suponen 525 kfrig o lo que es lo mismo 611 kW de potencia frigorífica. Así pues las posibles necesidades totales del edificio serán de 782 kW.

El sistema de climatización se compondrá de fan coils ubicados en falso techo y distribución por conductos y máquinas enfriadoras en la planta de cubierta. El agua enfriada en las plantas de producción de frío llega a cada uno de los fan coils que enfriará el aire ambiente mediante un intercambiador.

La necesidad total de potencia frigorífica del edificio se ha fijado aproximadamente en 782 kW. Consultando catálogos de fabricantes se escogen 3 enfriadoras de 371 kW de potencia frigorífica cada una. Cada enfriadora posee control electrónico y 11 etapas de control que irán entrando en funcionamiento en función de las necesidades de refrigeración de cada momento.

Cada máquina tiene un consumo eléctrico nominal de 112 kW. Se aproximará la potencia a 120 kW para tener en cuenta los consumos de los distintos fan coils. Dada que la ocupación completa del edificio no es probable se estimará un coeficiente de simultaneidad en el sistema de refrigeración de 0,7.

5 INSTALACION ELÉCTRICA. CONSIDERACIONES INICIALES

5.1 Previsión de potencia.

La potencia total instalada y la que se estima simultánea en el edificio es la que se muestra en la siguiente tabla:

Zona	Cuadro	Pot.Inst (W)	C.Sim	Pot.Simult.(W)
Aire Acondicionado	C.AA	360.000	0,7	252.000
Aire Acondicionado. Bombas Recirc	C.AAE	5.000	1	5.000
Extractores	C.EXT	13500	1	13.500
Maquinaria Taller Chapa y Pintura	C1	118.150	1	118.150
Grupo Contra incendios	CGCI	11000	1	11.000
Taller Chapa y Pintura	C2			
Embarrado Normal	C2N	7.650	1	7.650
Embarrado Grupo	C2E	22.811	1	22.811
Sótano. Aparcamientos y oficinas	C3			
Embarrado Normal	C3E	5.500	1	5.500
Embarrado Grupo	C3N	8.828	1	8.828
Ascensores				
Ascensor 1	C4	6.664	1	6.664
Ascensor 2	C5	6.664	1	6.664
Montacargas	C.M	14.364	1	14.364
Taller Mecánica	C6			
Embarrado Normal	C6N	36.350	1	36.350
Embarrado Grupo	C6E	12.315	1	12.315
Recepción Vehículos y Recambios	C7			
Embarrado Normal	C7N	3.750	1	3.750
Embarrado Grupo	C7E	7.771	1	7.771
Exposición-Venta Vehíc. Nuevos	C8			
Embarrado Normal	C8N	6.400	1	6.400
Embarrado Grupo	C8E	26.596	1	26.596
Exposición-Venta Vehíc. Usados	C9			
Embarrado Normal	C9N	6.000	1	6.000
Embarrado Grupo	C9E	25.326	1	25.326
Oficinas. Planta Primera	C10			
Embarrado Normal	C10N	6.250	1	6.250
Embarrado Grupo	C10E	17.107	1	17.107
Salas Usos Múltiples	C11			
Embarrado Normal	C11N	10.500	1	10.500
Embarrado Grupo	C11E	19.225	1	19.225
Cafetería	C12			
Embarrado Normal	C12N	21.750	1	21.750
Embarrado Grupo	C12E	10.866	1	10.866
Sala Exposiciones	C13			
Embarrado Normal	C13N	3.250	1	3.250
Embarrado Grupo	C13E	10.880	1	10.880
Sala Informática	C14			
Embarrado Grupo	C14E	8.100	1	8.100
Total Potencia instalada (kW)				704.567
Coefficiente de simultaneidad general				0,6
Total Potencia máxima simultanea (kW)				422740,2

La potencia resultante para el correcto funcionamiento de este centro de trabajo hace aconsejable técnica y económicamente el suministro de electricidad en alta tensión.

Por tanto se proyecta la instalación en media tensión correspondiente.

6 INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN MEDIA TENSIÓN. CENTRO DE TRASFORMACION.

La máxima potencia simultánea calculada es de 422,74 kW. Si se supone un $\cos \varphi$ general igual a 0.8 antes de corregir se tendrá una necesidad de potencia aparente de 528,63 kVA.

Teniendo en cuenta que la instalación tendrá un $\cos \varphi$ superior a 0,8 (se proyecta un sistema de compensación de energía reactiva) y las posibles ampliaciones se estima adecuada la instalación de un transformador de 630 kVA.

Constará por tanto el edificio de un centro de transformación de la propiedad donde se transformarán las características de la energía contratada a la Compañía Suministradora hasta las adecuadas para su utilización.

6.1 Características de la energía.

La energía eléctrica es suministrada por la Cía. Endesa, a la tensión de 15 KV, debiendo quedar previsto el futuro suministro a 20 KV. La alimentación se efectuará mediante conductor subterráneo que hará entrada y salida en el centro de transformación, debiendo mantenerse la continuidad del circuito al dejar sin tensión los restantes elementos del centro.

La potencia de cortocircuito a considerar en el cálculo deberá ser de 500 MVA.

La intensidad de defecto a tierra máxima se considerará de 1.000 A, y su duración no superior a 1 seg.

La instalación en alta tensión que se proyecta queda clasificada como de tercera categoría por ser la tensión nominal superior a 1 KV. e inferior a 30 KV.

6.2 Características constructivas.

Se instalará un centro de transformación de hormigón prefabricado, con acceso directo desde la vía pública, ubicada en terrenos de la parcela. Tendrá dos puertas peatonales y dimensiones 5.370 x 2.500 y altura útil 2.535 mm.

El C.T. estará dividido en dos zonas: una, llamada zona de Compañía y otra, llamada zona de Abonado. La zona de Compañía contendrá las celdas de entrada y salida, así como la de seccionamiento. El acceso a esta zona estará restringido al personal de la Cía Eléctrica, y se realizará a través de una puerta peatonal cuya cerradura estará normalizada por la Cía Eléctrica. La zona de Abonado contendrá el resto de celdas del C.T. y su acceso estará restringido al personal de la Cía Eléctrica y al personal de mantenimiento especialmente autorizado.

El centro de transformación será de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas, modulares, de aislamiento en aire que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción de arco.

6.3 Local

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

En la base de la envolvente irán dispuestos, tanto en el lateral como en la solera, los orificios para la entrada de cables de Alta y Baja Tensión

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

La cuba *de recogida de aceite* se integrará en el propio diseño del hormigón. Tendrá una capacidad de 760 litros, estando así diseñada para recoger en su interior todo el aceite del transformador sin que éste se derrame por la base. En la parte superior irá dispuesta una bandeja apagafuegos de acero galvanizado perforada y cubierta por grava.

Las puertas y rejillas de ventilación estarán construidas en chapa de acero galvanizado recubierta con pintura epoxy. Esta doble protección, galvanizado más pintura, las hará muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

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

6.4 Equipo Eléctrico.

Los elementos que alojará el C.T. son:

- Dos celda interruptor de línea para llegada-salida respectivamente.
- Una celda de seccionamiento con remonte.
- Una celda de medida.
- Una celda de protección general del transformador.
- Un transformador trifásico de baño de aceite y refrigeración natural.
- Una batería de condensadores para compensación de reactiva del propio transformador.

6.5 Características generales de celdas prefabricadas proyectadas.

- Tensión asignada: 24 kV.
- Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:
 - a frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: 50 kV ef.
 - a impulso tipo rayo: 125 kV cresta.
- Intensidad asignada en funciones de línea: 400 A.
- Intensidad asignada en interrup. automat. 400 A.
- Intensidad asignada en ruptofusibles. 200 A.
- Intensidad nominal admisible de corta duración:
 - durante un segundo 16 kA ef.
- Valor de cresta de la intensidad nominal admisible:
 - 40 kA cresta, es decir, 2.5 veces la intensidad nominal admisible de corta duración.

- Grado de protección de la envolvente: IP307 según UNE 20324-94.
- Puesta a tierra.

El conductor de puesta a tierra estará dispuesto a todo lo largo de las celdas según UNE 20.099, y estará dimensionado para soportar la intensidad admisible de corta duración.

- Embarrado.

El embarrado estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar

6.6 Celdas de entrada y salida.

Dos celdas de línea, de dimensiones: 375 mm. de anchura, 940 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juego de barras tripolar de 400 A.
- Interruptor-seccionador de corte en SF6 de 400 A, 24 kV.
- Seccionador de puesta a tierra en SF6.
- Indicadores de presencia de tensión.
- Bornes para conexión de cable.
- Embarrado de puesta a tierra.

Estas celdas estarán preparadas para una conexión de cable seco monofásico de sección máxima de 240 mm².

6.7 Celda de seccionamiento y remonte.

Celda de seccionamiento y remonte, de dimensiones: 625 mm. de anchura, 940 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juegos de barras tripolares $I_n=400$ A para conexión superior con celdas adyacentes.

- Seccionador en SF6, 400 A, 24 KV.
- Embarrado de puesta a tierra.

6.8 Celda de paso de barras

Celda de paso de barras, de dimensiones: 125 mm de anchura, 840 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, para separación entre la zona de Compañía y la zona de Abonado.

6.9 Celda de protección del transformador.

Celda de protección con interruptor y fusibles combinados, de dimensiones: 375 mm. de anchura, 940 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juegos de barras tripolares $I_n = 400$ A para conexión con celdas adyacentes.
- Interruptor-seccionador en SF6, 400 A, 24 kV.
- Tres cortacircuitos fusibles de alto poder de ruptura y baja disipación térmica tipo FUSARC CF, de 24kV, y calibre 63 A.
- Señalización mecánica fusión fusible.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Preparada para salida lateral inferior por barrón.
- Enclavamiento por cerradura tipo C4 impidiendo el paso a la posición de tierra del interruptor y el acceso a los fusibles en tanto que el disyuntor general B.T. no esté abierto y enclavado. Dicho enclavamiento impedirá además el acceso al transformador si el interruptor de la celda de protección no se ha puesto en posición de tierra previamente.

6.10 Celda de medida.

Celda de medida de tensión e intensidad con entrada inferior lateral por barras y salida inferior lateral por cables, de dimensiones: 750 mm de anchura, 1.020 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juegos de barras tripolar $I_n=400$ A.

- 3 Transformadores de intensidad de relación 20-40/5A, 15VA CL.0.5, $I_{th} = 200 \cdot I_n$ y aislamiento 24kV.
- 3 Transformadores de tensión, unipolares, de relación 22.000:V3/110:V3, 50VA, CL0.5, $F_t = 1.9$ Un y aislamiento 24kV.
- Embarrado de puesta a tierra.

6.11 Equipos de medida.

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

El cuadro de contadores estará formado por un armario de doble aislamiento de dimensiones 540mm. de alto x 720mm de largo y 230mm de fondo, equipado de los siguientes elementos:

- Regleta de verificación normalizada por la Compañía Suministradora.
- Contador de energía activa de doble tarifa CL 1 con maxímetro.
- Contador de Energía Reactiva, de simple tarifa, CL 3.
- Reloj de conmutación electrónico con reserva de marcha de 72 horas.

6.12 Transformador.

Será una máquina trifásica reductora de tensión, siendo la tensión entre fases a la entrada de 15-20 kV y la tensión a la salida en carga de 380V entre fases y 220V entre fases y neutro.

El transformador a instalar tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural, en baño de aceite mineral.

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

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNE 20138 y a las normas particulares de la compañía suministradora, siendo las siguientes:

- Potencia nominal: 630 kVA.
- Tensión nominal primaria: 15-20 KV.
- Regulación en el primario: +/-2,5% +/-5%.
- Tensión nominal secundaria en vacío: 400 V.
- Tensión de cortocircuito: 4 %.
- Grupo de conexión: Dyn11.
- Nivel de aislamiento:

Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 s 125 kV.

Tensión de ensayo a 50 Hz 1 min 50 kV.

6.13 Conexiones en el lado de alta.

- Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco termoestable de polietileno reticulado RHV, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm² en Al con sus correspondientes elementos de conexión.

6.14 Conexiones en el lado de baja.

- Juego de puentes III de cables BT unipolares de aislamiento seco termoestable de polietileno reticulado, aislamiento 0.6/1 kV, de 3x240mm² Al para las fases y de 2x240mm² Al para el neutro.

6.15 Interruptor general de baja tensión.

Se dispondrá un interruptor general de baja tensión en el centro de transformación desde el que saldrá la línea que alimenta al cuadro general de B.T., ubicado en local técnico anexo al edificio.

Dicho interruptor, de caja moldeada, tendrá un poder de corte de 45 KA y una intensidad nominal de 1.250 A, con relé electromagnético..

6.16 Puesta a Tierra

6.16.1 Tierra de Protección.

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas.

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

6.16.2 Tierra de Servicio.

Se conectarán a tierra el neutro del transformador y los circuitos de baja tensión de los transformadores del equipo de medida.

6.16.3 Tierras interiores.

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

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm² de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado 6.16.1 e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP545.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm² de cobre aislado formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado 6.16.2 e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP545.

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

6.17 Instalaciones Secundarias.

6.17.1 Alumbrado.

En el interior del centro de transformación se instalarán dos luminarias estancas con dos tubos de 36W cada una. El nivel medio será como mínimo de 150 lux, suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo.

Se dispondrá también un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalará los accesos al centro de transformación.

6.17.2 Baterías de Condensadores.

Se instalará una batería de condensadores fija para compensar la energía reactiva del transformador.

Según datos del fabricante, a plena carga del mismo, el consumo de reactiva es de 31,5 KVar. Por tanto escogemos una batería de 30 KVar

Las baterías tendrán una tensión nominal de 400 V y vendrán dotadas de protección magnetotérmica.

6.17.3 Protección contra Incendios.

De acuerdo con la instrucción MIERAT 14, se dispondrá un extintor de eficacia equivalente 89 B.

6.17.4 Ventilación.

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

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

La superficie mínima de la reja será 0,66 m², para un transformador de 630 KVA, según se obtiene de los cálculos reflejados en el apartado de la memoria justificativa.

6.17.5 Medidas de Seguridad.

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

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el seccionador de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor

abierto.

- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.
- Además de los enclavamientos funcionales ya definidos, algunas de las distintas funciones se enclavarán entre ellas mediante cerraduras según se indica en el apartado

7 INSTALACIÓN GENERAL DE BAJA TENSIÓN.

7.1 Descripción general.

Una vez transformada a baja tensión, la energía se distribuirá desde un cuadro general de protección hasta cada uno de los cuadros secundarios del edificio.

Se prevé la instalación de un grupo electrógeno que alimente los circuitos que se consideran necesarios en caso de falta de suministro eléctrico principal por parte de la Compañía Suministradora. El grupo tendrá un cuadro de protección y mando con conmutación automática en caso de detectar ausencia de red.

El cuadro general de Baja tendrá pues dos embarrados independientes uno correspondiente al suministro principal o normal y otro correspondiente al suministro de grupo o de emergencia.

También se ha proyectado la instalación de dos baterías de condensadores, una fija para compensar la reactiva del transformador según se detalla en el apartado 6.17.2 y otra variable para el resto de la instalación.

Los circuitos que alimentan las tomas de corriente para uso informático se alimentarán desde S.A.I's individuales, ubicado junto a cada uno de los cuadros parciales. Estos SAI's se alimentarán del embarrado de GRUPO de cada cuadro.

De esta forma a cada cuadro parcial llegarán dos líneas de alimentación, cada una a un embarrado diferente. Una será alimentación directa de embarrado general del cuadro. Alimentará aquellos circuitos que no se consideran vitales ni corresponden a circuitos de

uso informático. La segunda línea se alimentará del embarrado de grupo electrógeno y alimentará los circuitos vitales.

7.1.1 Sistema de conexión del neutro y de las masas en la red de distribución

El esquema de distribución empleado en el diseño de esta instalación es el TT-S, esto es, el neutro conectado directamente a tierra y las masas de la instalación conectadas a una toma de tierra separada de la anterior, asegurándose las funciones de neutro y de protección mediante conductores separados.

7.2 Identificación de locales de condiciones especiales

7.2.1 Locales con riesgo de incendio o explosión

Los locales o zonas dentro del edificio que se destinan a talleres de reparación (mecánico y de chapa y pintura) así como las zonas destinadas a aparcamiento o almacén de vehículos pendiente de reparación o recogida, cumplirán además de las prescripciones generales las prescripciones particulares establecidas en la IT- MIE –BT 027 apartado 9.

Según esta instrucción en planta baja (por tener el suelo a nivel de calle) se considerará como volumen peligroso el comprendido entre el suelo y un plano situado a 0,6 metros sobre el mismo. Respecto a la planta en semisótano se justifica en el apartado 3.2 de la presente memoria que la ventilación está suficientemente asegurada y por lo tanto tendrá el mismo tratamiento.

Dicho volumen peligroso se considerará como locales de clase I zona 1.

El almacenaje de pintura y materiales auxiliares y la preparación de las mezclas se realizan en los paint-box o laboratorios de pintura. Las tareas de preparación de carrocerías se realizan en los planos aspirantes. Las tareas de pintura y secado se realizan en las cabinas-hornos. Todos estos emplazamientos o áreas han sido diseñadas a tal efecto, con aspiración localizada y seguridades intrínsecas específicas para tal actividad. Las instalaciones interiores no son objeto de este proyecto salvo la supervisión de que cumplan con la normativa aplicable. El punto de alimentación que cada conjunto traiga establecido quedará fuera de las zonas clasificadas como de riesgo y por tanto no tendrá ninguna prescripción diferente que la del resto del taller.

En los volúmenes peligrosos descritos anteriormente no se ha proyectado instalar ningún equipo eléctrico. En el caso de que hubiese que instalar algún equipamiento eléctrico en esta zona se deberán cumplir las prescripciones señaladas en la instrucción MI BT 026.

Los locales adyacentes a los mencionados en los que no sea probable la liberación de combustibles inflamables (despachos, almacenes de recambios, etc) y que estén separados de éstos por tabiques de altura igual o mayor de 0,6 mts. no se considerarán volúmenes peligrosos.

Las canalizaciones situadas por encima de los volúmenes se realizarán mediante conductores aislados (PVC ó XLPE) bajo tubos rígidos blindados de PVC cuando se ejecuten en montaje superficial o bien bajo tubo de otras características en montaje empotrado.

Las tomas de corriente e interruptores se colocarán a una altura mínima de 1,5 metros sobre el suelo.

En las zonas de exposición se considera que los vehículos están siempre parados (no hay emisión de gases), son nuevos o están revisados (es improbable el escape por rotura de combustible líquido ó aceites) y la cantidad en de combustible en el depósito es mínima. Por tanto la probabilidad de liberación de combustibles inflamables y/o gases de combustión es mínima y muy ocasional por lo que no se considera local con riesgo de incendio o explosión.

Además el sótano se considerará como local húmedo por lo que se cumplirá lo establecido en el apartado 1 de la IT-MIE-BT 027. En esta zona las canalizaciones, aparamenta y luminarias tendrán grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua.

7.2.2 Locales de Pública Concurrencia

Las zonas de planta baja y planta primera destinada a exposición y venta de vehículos se considerarán zonas comerciales y por tanto de pública concurrencia. De la misma forma las zonas de planta primera destinada a oficinas, salas multiusos, salas de exposición y cafetería tendrán el mismo tratamiento. Las zonas descritas cumplirán además de las prescripciones generales, las prescripciones particulares para tales usos reflejadas en la IT-MIE-BT 025. Las zonas de talleres, dado que se prohibirá y limitará el acceso al público en general, no se considerarán locales de pública concurrencia.

Las necesidades de alumbrado de emergencia en los locales de pública concurrencia quedan cubiertas con la existencia de un suministro de reserva mediante la instalación de un grupo electrógeno. Puesto que está previsto alimentar de este suministro todos los circuitos de alumbrado y en todos los locales se han proyectado niveles de iluminación

superiores a los mínimos exigibles en la reglamentación para asegurar la evacuación se entiende suficientemente cumplimentada esta exigencia.

El alumbrado de señalización de puertas, pasillos, escaleras y salidas de locales se realiza mediante aparatos autónomos de tipo permanente de modo que se asegura la señalización de modo permanente de tales elementos de evacuación.

Las líneas que alimentan directamente los circuitos de alumbrados especiales estarán protegidas por interruptores automáticos con una intensidad nominal de 10 A. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz. Las canalizaciones de tales circuitos se dispondrán a 5 cms como mínimo de otras canalizaciones eléctricas.

En locales donde se reúna público, el número de líneas de alumbrado será tal que el corte de corriente en una de ellas no afectará a más de la tercera parte del total de lámparas alimentadas.

Las canalizaciones en estas zonas serán constituidas por conductores aislados, de tensión nominal no inferior a 750 V, colocados bajo tubo protector no propagador de la llama en montaje empotrado.

7.3 Suministro de emergencia. Grupo electrógeno.

7.3.1 Consideraciones generales.

Las cargas que se han considerado que deben ser alimentadas por el suministro complementario propio se detallan en la memoria justificativa. En la tabla de cálculo de circuitos se ha incluido una columna en la que se señala con “N” o “E” en función de que se alimente del embarrado de suministro Normal o de Emergencia.

Básicamente se han incluido los circuitos correspondientes a:

- Iluminación.
- Tomas de uso informático alimentadas a través de SAI.
- Cuadro de extractores de sótano.
- Cuadro de Grupo Contra Incendios.
- Circuitos Especiales.

- Bombas de recirculación de sistema de A/A.
- Ascensores de personas.
- Cámaras frigoríficas de cafetería.

Estas cargas suponen una potencia instalada de 212.65 kW.

De esta forma se cubre las necesidades de alumbrado de emergencia en el edificio puesto que el alumbrado normal nunca dejará de estar alimentado. También se da cumplimiento a la prescripción del reglamento en su artículo 14 por el cual cualquier local con capacidad de reunión superior a 300 personas debe disponer de suministro complementario, y en particular de socorro que es aquél que se dedica a mantener un servicio restringido de los elementos de funcionamiento indispensables de la instalación receptora hasta una potencia de al menos el 15 % de la potencia contratada.

Se proyecta un grupo electrógeno automático de 250 kVA de potencia continua (275 kVA de potencia de emergencia). Esta última potencia de emergencia potencia implica una intensidad de 397,4 A. El cálculo de la línea y protección se realiza para una potencia de cálculo del 125% de la potencia nominal del grupo. Esto supone una intensidad 475 A por lo que la línea desde el grupo electrógeno hasta el CGBT estará protegida con un interruptor de caja moldeada de 630 A con regulación a 500 A y estará constituida por conductores del RV 0,6/1 kV, de sección 3X240 mm²+120, canalizado en bandeja perforada de 100x60, un solo terno y separado un diámetro entre conductores.

7.3.2 Local y Montaje

Será un conjunto formado por motor y alternador acoplados directamente a través de disco flexible y montado en una bancada de perfiles de acero, mediante tacos antivibratorios, que garanticen un total aislamiento de las vibraciones. El montaje se realizará según normativa vigente. La bancada dispondrá de depósito de combustible con capacidad para 8 horas de funcionamiento aproximadamente, con sensor de nivel de combustible y tapón de llenado.

Tiene unas dimensiones de 3000x1100x1800 mm.

En el REBT 73, en la instrucción MIE BT 034, aptdo 2, se indica que el grupo generador irá instalado en locales específicos con acceso sólo de personal autorizado.

Los gases de escape del motor son conducidos mediante canalizaciones apropiadas al exterior. El local tendrá además ventilación forzada a razón de 6 renovaciones /hora que se a la puesta en marcha del grupo y/o cíclicamente mediante reloj programable.

Debido a la presencia de estos gases y de combustibles inflamables el local se considera con riesgo de incendio o explosión. Se define como volumen peligroso el existente entre el suelo y un plano paralelo a 0,6 mts de altura. Por encima de este volumen las instalaciones se realizarán con conductor aislado 750 V en el interior de tubo aislante rígido.

7.3.3 Motor.

Será motor Diesel de cuatro tiempos, de inyección directa, refrigerado por agua, con seis cilindros en línea y turbocompresor. Intercooler agua/aire. Incluirá regulador electrónico de velocidad, radiador, ventilador para la refrigeración del motor y electroimán de parada.

7.3.4 Alternador.

Autorregulado y autoexcitado con regulación electrónica de voltaje (AVR), de 4 polos, aislamiento clase H y protección IP23.

7.3.5 Cuadro de control.

Cuadro de control por contacto (se pondrá en marcha y/o paro mediante una señal externa), en armario metálico para montaje en pared, equipado con los siguientes elementos:

- Central con pantalla LCD para monitorización de estado, alarmas, mediciones, etc.
- Detector de fases y cargador de baterías de 2 A.
- Mediciones de frecuencia del generador, voltajes e intensidades de línea en grupo, voltajes de línea en red, horas de funcionamiento y voltaje de batería.
- Alarmas por baja presión de aceite, alta temperatura del líquido refrigerante, bajo nivel de combustible, rotura de correas, sobrevelocidad, voltaje de generador fuera de margen, sobreintensidad del generador, frecuencia fuera de margen y fallo de arranque.
- Parametrización programable.
- Reloj nivel de combustible.
- Temperatura de líquido refrigerante.
- Presión de aceite.
- Seta parada de emergencia.
- Sirena de advertencia de alarmas.

7.3.6 Inversor de redes.

En el cuadro general se dispondrá un inversor de redes que realizará el control y mando de la alimentación al embarrado de emergencia. El inversor estará compuesto por dos interruptores de potencia (uno para la red y otro para emergencia) con dos mandos eléctrico, una platina de enclavamiento (eléctrico y mecánico), contactos auxiliares y el automatismo que realiza el basculamiento de una red a otra en función de la presencia de tensión en la red normal.

Este inversor de redes será el que de la orden de parada y/o marcha al cuadro de control del grupo electrógeno.

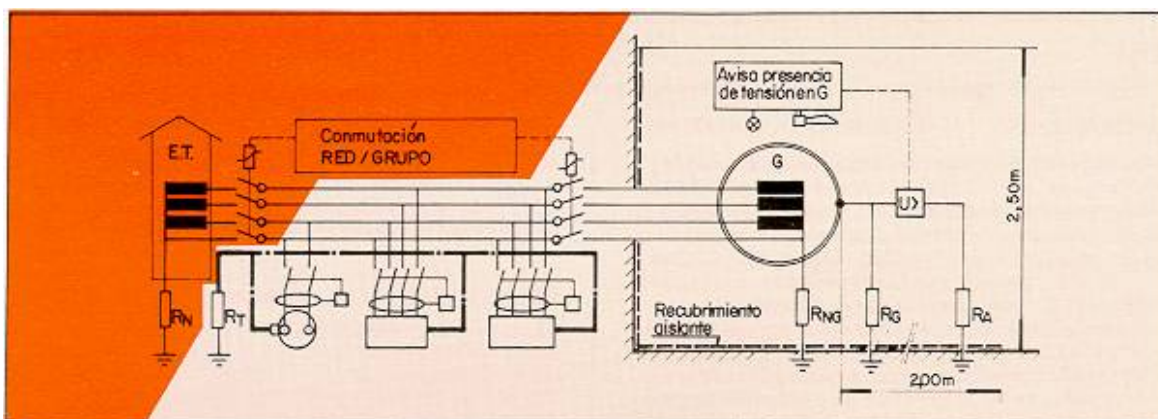
7.3.7 Protección contra contactos indirectos.

Cuando una instalación eléctrica es alimentada mediante un grupo electrógeno la protección que se adopte contra contactos eléctricos indirectos deberá abarcar además de los receptores, equipos y masas de la instalación, a las masas del grupo y de sus equipos auxiliares, también susceptibles de adquirir tensiones peligrosas respecto a tierra.

Con respecto a la protección de receptores y masas de la instalación, el sistema de protección contra contactos eléctricos que se adopte debe mantener su nivel de protección tanto si la instalación se alimenta de la red como si se alimenta del grupo electrógeno.

Con respecto a la protección de la masa del grupo y de sus equipos auxiliares, si el sistema de protección contra contactos eléctricos indirectos que se adopte para la instalación no protege también a la masa del grupo y de sus equipos auxiliares, deberán tomarse medidas complementarias de forma que el nivel de protección del riesgo para estas masas sea equivalente al exigido para los receptores.

Para el diseño de las medidas complementarias se ha tenido en cuenta la función del grupo electrógeno en nuestra instalación (fuente de emergencia), que el montaje es fijo y que el sistema de conexión del neutro y de las masas es el sistema TT. El sistema diseñado se muestra en la siguiente gráfica.



Funcionamiento

Las tensiones peligrosas que aparecen en las masas de los receptores como consecuencia de defectos localizados en ellos mismos o en otros equipos de la instalación, se protegen con los diferenciales en acción combinada con la tierra general (R_T). Las tomas de tierra R_N o R_{NG} permiten el retorno de la corriente de defecto según la instalación se alimente de la red o del grupo, haciendo en ambos casos que actúe el diferencial con el primer defecto, dejando fuera de servicio el sector afectado.

Los defectos localizados en el grupo electrógeno o en sus equipos auxiliares provocan el disparo del interruptor de tensión de defecto $U>$, quien señala óptica y acústicamente la presencia de tensión peligrosa en sus masas, sin interrumpir el servicio. La protección de estas masas accidental y temporalmente en tensión se consigue recubriendo el recinto (suelo y paredes) en materiales aislantes, de forma que hagan inocuos los contactos que puedan establecer con ellos las personas que las manipulen.

Condiciones particulares

La instalación debe cumplir lo especificado en REBT MIBT 021 2.7a y 2.8.

El relé de tensión de defecto y su instalación deben cumplir lo especificado en REBT MIBT, 2.9.

El grupo electrógeno debe cumplir lo establecido en REBT MIBT 034, 2.

El conjunto formado por las masas del grupo y de todos los equipos auxiliares ligados a él estarán conectados a una toma de tierra eléctricamente independiente (R_G) de la toma de tierra general (R_T). Asimismo se comprobará que ninguna de estas masas esté en contacto con la toma de tierra general o con masas conectadas a ella. En caso contrario deberán aislarse.

La puesta a tierra del grupo (R_G) tiene por objeto atenuar las tensiones de defecto en la masa del grupo generadas por defectos no francos y que podrían provocar innecesariamente el disparo del relé de tensión.

Las tomas de tierra R_N , R_T , R_{NG} , R_G y R_A deben ser independientes entre sí.

Se procurará que el número de masas accesibles dentro del recinto del grupo electrógeno sea mínimo, haciendo que las envolventes de equipos auxiliares, cuadros eléctricos, etc., sean de doble aislamiento.

Las masas accesibles que puedan ser tocadas simultáneamente con el grupo u otros equipos auxiliares ligados a él estarán conectadas aquí potencialmente a la puesta a tierra del grupo (R_G), y no a otra puesta a tierra.

El suelo alrededor del grupo y de las masas accesibles ligadas a él a una distancia de 2 m se recubrirá de material aislante que le convierta en "suelo no conductor". También las paredes que disten menos de 2 m del grupo electrógeno o de las masas accesibles ligadas a él se recubrirán de material aislante hasta una altura de 2,5 m. Una vez instalados los materiales aislantes en suelos y paredes deberán ensayarse según REBT MIBT 001, 57.

Se verificará minuciosamente que las masas del grupo electrógeno no tengan continuidad hacia el exterior del recinto aislado (tuberías metálicas, estructuras, tubo de escape, etc.). Asimismo dentro del recinto tampoco existirán líneas de tierra o conductores de protección pertenecientes a la puesta a tierra general R_T , a excepción de los destinados a receptores instalados a más de 2,5 m de altura (alumbrado, etc.).

El sistema de señalización óptica y acústica de presencia de tensión en las masas del grupo reclamará la atención de las personas presentes en el recinto a pesar del ruido generado por el grupo en funcionamiento. Se recomienda una indicación intermitente instalada por encima y en la vertical del grupo.

Al recinto del grupo electrógeno únicamente tendrá acceso personal cualificado y conocedor de las características de este sistema de protección.

Características del montaje

Frente a un defecto franco de fase en el grupo electrógeno o en sus equipos auxiliares no interrumpe el servicio. Es por tanto un montaje indicado en instalaciones con sectores de emergencia o reemplazamiento, donde debe existir una garantía máxima en el suministro eléctrico del grupo, en caso de fallo de red (hospitales, locales públicos, algunos procesos industriales, etc.).

7.4 Compensación de energía reactiva.

7.4.1 Consideraciones iniciales y cálculo de la batería

El diseño de la batería de condensadores necesaria para compensar la energía reactiva presente en nuestra instalación debe tener en cuenta necesariamente los siguientes factores:

- Tipo de receptores y potencia instalada de cada tipo. En efecto cada tipo de receptor presenta unas características particulares respecto al $\cos \varphi$. De esta forma la iluminación con lámparas de descarga tendría un $\cos \varphi$ característico de 0,6 aprox. , mientras que un motor asíncrono puede tener un $\cos \varphi$ de 0,8 al 75% de carga y 0,85 al 100 % de carga.

Así pues si podemos ponderar cada tipo de carga respecto al total tendremos un cálculo bastante aproximado de la energía reactiva que será necesario compensar en nuestra instalación. Habitualmente se realiza un cálculo simplificado consistente en considerar la potencia activa media de la instalación, un $\cos \varphi$ medio inicial ($\cos \varphi_i$) y un $\cos \varphi$ final objetivo ($\cos \varphi_f$), de tal forma que la energía reactiva de la batería requerida vendrá dada por la expresión:

$$Q_B = P (\tan \varphi_i - \tan \varphi_f)$$

En nuestro caso vamos a tomar los siguientes datos de partida:

$P=490,22$ kW,

$\cos \varphi_i=0,8$.

$\cos \varphi_f=0,98$

Teniéndose entonces

$$Q_B = P (\tan \varphi_i - \tan \varphi_f) = 490,22 * (0,75 - 0,2) = 268,12 \text{ kVAr}$$

Escogeremos una batería de condensadores variable de 270 kVAr, en previsión de futuras ampliaciones. La batería estará compuesta por los siguientes escalones 15+30+45+3x60.

- Presencia de armónicos en la red.

La presencia de receptores “no lineales” en la provoca la contaminación de la instalación con la generación de armónicos. Las cargas armónicas no lineales más comunes son las que se encuentran en receptores alimentados por electrónica de potencia tales como variadores de velocidad, rectificadores, convertidores, balastos de alta frecuencia, SAI y PC, etc.

Aparte de los problemas que en la instalación puedan causar en general la presencia de armónicos (aumento de la corriente eficaz, disparo intempestivos de las protecciones, vibraciones y ruidos anormales en los cuadros de BT, calentamientos y por tanto envejecimiento de conductores, transformadores, motores y alternadores) habrá que tener en cuenta la interacción que puedan generar los armónicos con la batería de condensadores instalada.

La presencia de una batería de condensadores en una instalación no genera armónicos, sin embargo puede amplificar los armónicos existentes agravando el problema.

Por otro lado, al mismo tiempo es uno de los elementos más sensibles a los armónicos ya que presenta una baja impedancia a frecuencias elevadas y absorbe las intensidades armónicas más fácilmente que otras cargas reduciendo considerablemente la vida de los condensadores.

Así tendremos que escoger nuestra batería de condensadores de un tipo u otro en función de lo contaminada que esté nuestra red. Podemos establecer una tabla de selección en función del nivel de armónicos.

Sea

S_n = Potencia del transformador en kVA.

G_h = Potencia total de los generadores de armónicos kVA.

$\frac{G_h}{S_n} \leq 15\%$	Red estándar	Instalación de condensador de tipo estándar
$15\% \leq \frac{G_h}{S_n} \leq 25\%$	Red Contaminada	Instalación con condensadores tipo H (sobredimensionados en tensión un 10% respecto a la tensión nominal de red)

$25\% \leq \frac{G_h}{S_n} \leq 60\%$	Red Muy Contaminada	Instalación con condensadores tipo SAH (baterías con filtros de rechazo sintonizados a frecuencia 215 Hz)
$\frac{G_h}{S_n} \geq 60\%$	Red altamente contaminada	Instalación de filtros

En nuestro caso no existe gran potencia instalada en receptores generadores de armónicos por lo que la batería seleccionada será de tipo estándar.

7.4.2 Línea de alimentación.

Para calcular la línea de alimentación y la protección se considerará una intensidad de 2 A por Kva..

7.5 Cuadros Eléctricos.

7.5.1 Protecciones

En los distintos cuadros de protección se alojarán los mecanismos de protección contra sobrecorrientes (sobrecargas y cortocircuitos) y contra contactos indirectos. La protección frente a sobrecargas y cortocircuitos se realizará mediante interruptores magnetotérmicos o automáticos. Éstos interruptores serán del tipo modular para intensidades inferiores a 80 A y del tipo caja moldeada para intensidades superiores. Deberán tener un poder de corte superior a la intensidad máxima de cortocircuito prevista en el punto de instalación. Con objeto de abaratar costes se empleará la técnica de filiación. Esta técnica consiste básicamente en coordinar los dispositivos de aguas arriba y de aguas debajo de tal forma que aprovechando las características referentes al poder de corte del dispositivo de aguas arriba es posible disponer aguas abajo de un dispositivo con un poder de corte inferior al necesario. La filiación se verifica mediante ensayos en laboratorio y las posibles asociaciones se reflejan en tablas dadas por los fabricantes. En este proyecto se han empleado las suministradas por Merlin Gerin.

Además deberán de tener una curva característica que proteja frente a la intensidad de cortocircuito mínima al final del circuito que alimenta.

7.5.2 Cuadro General de BT

La instalación de baja tensión partirá de un cuadro general de protección situado en planta baja. Dicho cuadro será fabricado en chapa de acero electrozincada, de 1,5 mm de espesor, con revestimiento de pintura termoendurecida a base de resina epoxy modificada con poliéster. Dispondrá de dos embarrados totalmente independientes. Uno de ellos alimentará a los servicios y subcuadros cuyo suministro se mantendrá en ausencia de red principal con la entrada del grupo electrógeno y el otro alimentará el resto de servicios.

En este cuadro se disponen los interruptores automáticos que protegen frente a sobrecargas y cortocircuitos las líneas a subcuadros. También alojará el mecanismo inversor de redes.

Las dimensiones son 2050x2000x400 mm (HxAXP).

7.5.3 Cuadros Secundarios.

Los cuadros secundarios serán fabricados en chapa de acero con pintura de protección anticorrosiva, con puerta con cerradura y carril de perfil DIN para mecanismos modulares. El tamaño se determinará en función de los circuitos que alimente y por tanto de los mecanismos de protección que deba alojar (ver esquemas unificares).

En todo caso se dejará un espacio de reserva para futuras ampliaciones de aproximadamente el 25 % del total.

Cualquier receptor deberá poder ser accionado (conectado o desconectado) en carga. Además deberán ser de corte omnipolar los dispositivos:

- Situados en el origen de toda instalación interior o receptora.
- Destinados a aparatos de utilización cuya potencia sea superior a 1.000 W.

El resto, conforme a lo establecido en el Apto. 2.6 de MIEBT017 REBT73, podrán no ser de corte omnipolar.

Todos los conductores que forman parte de un circuito, excepto el conductor de protección, estarán protegidos contra los efectos de las sobrentensidades (sobrecarga en función de las intensidades máxima admisibles y cortocircuitos en función de la intensidad de cc que pueda presentarse en el punto de la instalación). En el caso de que los conductores de neutro tenga la misma sección que el fase se admite que la protección del conductor neutro está asegurada por los dispositivos que controlan la corriente en los conductores de fase.

Todo circuito deberá tener protección contra los contactos directos e indirectos. La protección frente a contactos indirectos se realizará mediante la puesta a tierra de las masas y empleo de interruptor diferencial como dispositivo de corte.

A continuación se describen los cuadros parciales proyectados.

7.5.4 Cuadro C1.

De este cuadro se alimenta toda la maquinaria de trabajo del sótano. Entre esta maquinaria se encuentran cabinas de pintura, plenum de aspiración, secadores de infrarrojos, cuadros auxiliares, elevadores, laboratorio de pinturas y compresores.

La distribución se realizará en bandeja perforada en recorrido perimetrales y bajada hasta receptores con tubo de PVC rígido curvable en caliente.

Los cuadros auxiliares, tomas de corriente y conexión a maquinaria se dispondrán a una altura no inferior de 1,5 mts. del suelo y dispondrán de protección mecánica que garantice resistencia a impactos.

7.5.5 Cuadro C2.

De este cuadro se alimenta la iluminación de parte de la planta sótano, recambios y locales tales como aseos y vestuario ubicados en la zona posterior de la planta sótano.

Los encendidos de circuitos de alumbrado de zonas de trabajo generales se realizarán mediante interruptores modulares dispuestos en el cuadro de protección. El encendido de locales anexos se realizará mediante interruptores dispuesto en cada local.

7.5.6 Cuadro C3.

Alimenta los circuitos de alumbrado y fuerza de la zona de vehículos en espera y vehículos terminados, así como los despachos y sala de descanso de personal de planta sótano.

Los encendidos de circuitos de alumbrado de zonas generales se realizarán mediante interruptores modulares dispuestos en el cuadro de protección. El encendido de locales y despachos se realizará mediante interruptores dispuesto en cada local.

7.5.7 Cuadros C4 y C5.

Alimentan los circuitos de alumbrado y fuerza de recintos de ascensores así como la maquinaria de éste.

7.5.8 Cuadro C6.

Alimenta los circuitos de alumbrado y fuerza del Taller de Mecánica y Reparaciones Menores y de los despachos y aseos ubicados en esta zona de Planta Baja.

Los encendidos de circuitos de alumbrado de zonas generales de trabajo se realizarán mediante interruptores modulares dispuestos en el cuadro de protección. El encendido de locales y despachos se realizará mediante interruptores dispuesto en cada local.

7.5.9 Cuadro C7.

Alimenta los circuitos de alumbrado y fuerza de Recepción de Vehículos, Zona de Entrega de vehículos y Recambios de Planta Baja.

Los encendidos de circuitos de alumbrado de zonas generales de trabajo se realizarán mediante interruptores modulares dispuestos en el cuadro de protección. El encendido de alumbrado de recambios se realizará desde el mismo almacén.

7.5.10 Cuadro 8.

Alimenta los circuitos de alumbrado y fuerza de Exposición de Vehículos Nuevos y los despachos ubicados en esta zona de Planta Baja.

Los encendidos de circuitos de alumbrado de zonas de exposición se realizarán mediante interruptores modulares dispuestos en el cuadro de protección. El encendido de alumbrado de despachos anexos se realizará desde los mismos despachos.

7.5.11 Cuadro 9.

Alimenta los circuitos de alumbrado y fuerza de Exposición de Vehículos de Ocasión y los despachos ubicados en esta zona que dan a la exposición de Planta Primera.

Los encendidos de circuitos de alumbrado de zonas de exposición se realizarán mediante interruptores modulares dispuestos en el cuadro de protección. El encendido de alumbrado de despachos anexos se realizará desde los mismos despachos.

7.5.12 Cuadro 10.

Alimenta los circuitos de alumbrado y fuerza de los despachos de dirección, contabilidad, sala de juntas, departamento informático así como el pasillo de circulación de estos locales.

Los encendidos de circuitos de alumbrado se realizan desde los mismos locales en despachos y mediante interruptores detectores de presencia en pasillos.

7.5.13 Cuadro 11.

Alimenta los circuitos de alumbrado y fuerza de pasillos generales, Salas de uso múltiple y Sala de Formación de Planta Primera.

Los encendidos de circuitos de alumbrado de pasillos se realizarán mediante detectores de presencia.

El encendido de las salas de usos múltiples y de la sala de formación se realizará mediante interruptores dispuestos en la misma sala.

7.5.14 Cuadro 12.

Alimenta los circuitos de alumbrado y fuerza de Cocina y Comedor.

Los encendidos de circuitos de alumbrado del Comedor se realizarán mediante interruptores en el mismo local.

7.5.15 Cuadro 13.

Alimenta los circuitos de alumbrado y fuerza de la Sala de Exposiciones.

7.5.16 Cuadro 14.

Alimenta las tomas de corriente de los despachos del departamento informático.

7.6 Canalizaciones y factores de corrección aplicados.

7.6.1 Consideraciones generales.

Las canalizaciones empleadas varían en función de la zona en la que se encuentren los receptores y de la potencia de éstos. En el caso de zonas de exposición y planta primera donde existe falso techo se canalizará bajo tubo reforzado en montaje superficial con fijación a forjado superior. La bajada a interruptores y tomas de corriente se realizará bajo tubo empotrado en pared.

En las zonas de talleres donde no existe falso techo se canalizará en general bajo tubo rígido curvable en caliente. En el sótano las canalizaciones serán aislantes y estancas,

empleándose accesorios adecuados para la protección frente a la caída vertical de gotas de agua.

La distribución a maquinaria de potencia en sótano y las líneas a cuadros secundarios se realizará sobre bandeja perforada de PVC con fijación a pared o techo mediante accesorios adecuados. La alimentación individual de cada máquina se realizará bajo tubo desde la bandeja. En el caso de que la máquina sea susceptible de sufrir vibraciones en su funcionamiento en tubo será blindado flexible.

7.6.2 Dimensiones de canalización

Como regla general el diámetro exterior de tubo para circuitos individuales será el que se expresa en la siguiente tabla.

Sección Conductores	Diámetro exterior tubo	
	Circuito Monofásico	Circuito Trifásico
1,5	16	16
2,5	16	20
4	20	20
6	20	25
10	25	32
16	32	32

Cuando por un mismo tubo circulen más de un circuito trifásico o dos monofásicos su sección interior será como mínimo igual a 3 veces la sección ocupada por los conductores.

En la siguiente tabla se expresan las dimensiones de tubos para algunas agrupaciones comunes de circuitos

SECCION	Nº CTOS MONOFASICOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1,5	16	20	25	25	32	32	32	40	40	40
2,5	16	25	25	32	32	40	40	40	40	50
4	20	25	32	40	40	40	50	50	50	50
COEF CORR	1	0,9		0,7						

No se instalarán por el mismo tubo circuitos alimentados de embarrados diferente en el cuadro parcial puesto que es condición indispensable que todos los circuitos partan de un mismo aparato general de mando y protección (aptdo 4.1 de MIE-BT-018).

Su instalación se realizará según se prescribe en la instrucción técnica complementaria MIE BT 19.

Las dimensiones de la bandeja se calcularán de tal forma que la capacidad de ésta sea el doble de la sección ocupada por los conductores. El ancho de la bandeja se calcula para permitir la disposición de los circuitos proyectados originalmente en una sola capa

7.6.3 Tipos de instalación y coeficientes de corrección aplicados en el proyecto.

Tipo 1. Conductores unipolares en canalizaciones fijas, aislados con PVC para una tensión de hasta 750 V canalizados bajo tubo (superficie o empotrado) a una temperatura ambiente de 40 °C.

En el caso de agrupación de 4 a 7 conductores el coeficiente corrector a aplicar a la intensidad máxima admisible será 0,9. (aptdo. 2.1.4. de MIE-BT-017).

En el caso de agrupación de más de 7 conductores el coeficiente corrector a aplicar a la intensidad máxima admisible será 0,7. (aptdo. 2.1.4. de MIE-BT-017).

Por regla general se tomará el coeficiente de 0,7 por ser más restrictivo y en previsión de ampliaciones de cableado posteriores.

En el caso de alimentación individual de un receptor el coeficiente será 1.

Tipo 2. Conductores unipolares o multipolares en canalizaciones fijas, aislados con XLPE para una tensión de hasta 1000 V canalizados en bandeja o bajo tubo, a una temperatura ambiente de 40 °C.

A la hora de determinar el coeficiente corrector de la intensidad máxima admisible se va a suponer que en un futuro se podrán realizar ampliaciones y que en la bandeja puede llegar a instalarse más de 3 ternos de cables en horizontal y más de 3 ternos de cables en vertical.

En tal caso el coeficiente a aplicar será 0,64. Este coeficiente engloba, por ser más restrictivo, el caso de canalizaciones de conductores de 1.000 voltios que discurren

parcialmente por bandeja y deriven hasta el receptor bajo tubo, en cuyo caso tendríamos que aplicar un coeficiente de 0,8, superior al 0,64 mencionado. (Aptdo. 4.3 MIE-BT 004).

Tipo 3. Conductores unipolares, aislados con XLPE para una tensión de hasta 1.000 V, en instalación subterránea, bajo tubo, a temperatura de 25 °C.

Corresponde a la línea general de alimentación desde el C.T. al Cuadro General de B.T. En las condiciones descritas se aplicará un coeficiente corrector de 0,6 resultante del producto de 0,75 (tres ternos en una misma zanja y plano horizontal separados por 7-8 cms) y 0,8 (cables en conductos multitubulares).(Aptdo 4. de MIE-BT 007).

A continuación se detallan el tipo de canalización proyectada en cada zona según los criterios expuestos.

7.6.4 Canalizaciones zona de servicio de cuadro C1.

Los circuitos alimentados desde este cuadro se canalizarán en bandeja perforada de PVC, con cubierta. El cálculo de las dimensiones de la bandeja se puede consultar en el apartado de las dimensiones detalladas a continuación.

Las derivaciones hasta receptores se realizarán bajo tubo rígido de dimensiones expresadas en las siguientes tablas.

7.6.5 Canalizaciones zona de servicio de cuadro C2, C3, C4, C5, CM, C6, C7.

Las canalizaciones de estas zonas se realizarán bajo de PVC tubo rígido curvable en caliente con accesorios de estanqueidad.

7.6.6 Canalizaciones zona de servicio de cuadro C8, C9, C10, C11, C12, C13 y C14.

Las canalizaciones de esta zona se realizarán bajo de PVC flexible, con fijación a forjado superior y derivaciones en cajas estancas de registro.

7.6.7 Cálculo de dimensiones de bandeja

A continuación se detalla el cálculo de bandejas en cada uno de los tramos empleados. Los resultados se reflejan en planos.

Cálculo de bandejas para instalación aérea con cables de 1000 V de tensión de aislamiento.

Distribución trifásica y con cable de protección . Se calcula con un 50% de la bandeja libre.

Nº de Circuitos III /Sección														Nº Bandejas/Dimensiones					Secc. Ocu	Secc. Disp.	Long. Ocu	CIRCUITOS
2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	60x60	100x60	150x60	200x60	300x60	(mm ²)	(mm ²)	(mm)	
													1		1				2.239,6	3.100,0	106,8	LG
											2						1		2.877,5	6.200,0	171,2	LBAT
	2	2	3		2							1						1	4.180,9	9.300,0	244,3	CEXT,C1 a C5 N y E, CM, CGCI
	3	1	2		1											1			1.713,7	4.650,0	108,9	C3, C4, C5, CM, C1.1,C1.6
1	6	6		2														1	3.313,3	9.300,0	212,8	C1.2 a C1.5, C1.7 a C1.18
1	2	3		2												1			1.930,6	4.650,0	118,2	C1.9,C1.10,C1.13 a C1.18
	3	1	1		2	1										1			2.242,1	4.650,0	140,4	C6 a C9, N y E
1	1	1												1					554,8	1.860,0	38,9	C6.13, C6.19, C6.20
	2				2										1				1.088,6	3.100,0	71,0	C8, C9, N y E
	1				1									1					544,3	1.860,0	35,5	C9, N y E
	3	2	2	2												1			2.312,3	4.650,0	138,1	C10 a C14, N y E
			1	1										1					666,7	1.860,0	35,4	C12 N y E
	3	2	1	1											1				1.645,6	3.100,0	102,7	C10,11,13,14. N y E
	2	1												1					575,0	1.860,0	40,0	C13, C14. N y E
1	1	1	1	1										1					1.070,6	1.860,0	62,7	C10,11. N y E

Sistema de puesta a tierra.

El sistema de puesta a tierra tiene por objeto 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 el material utilizado.

7.7.1 Componentes del sistema de puesta a tierra

El sistema estará compuesto por las siguientes partes:

- Toma de tierra.
- Línea principal de tierra.
- Conductores de protección.

La Toma de tierra a su vez se compone de electrodo de puesta a tierra, línea de enlace con tierra y punto de puesta a tierra.

El electrodo de puesta a tierra consistirá en un conductor enterrado, de cobre desnudo, de 50 mm² de sección, formando un anillo, según se indica en planos.

El punto de puesta a tierra consistirá en una arqueta registrable situada junto al cuadro general de baja tensión. En dicha arqueta se dispondrá un puente de unión entre la línea de enlace y principal de tierra, seccionable para permitir la medida de la resistencia de la toma de tierra.

La línea de enlace es la que une el electrodo proyectado con el punto de puesta a tierra. Se realizará con conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

La línea principal de tierra es la que une el punto de puesta a tierra con el embarrado de protección del cuadro general de distribución. Se realizará con conductor de cobre aislado RV 0,6/1 KV 1x50 mm² canalizado bajo tubo de protección.

Los conductores de protección que unen las masas con las derivaciones de la línea principal serán de cobre, aislados con PVC, 750 V, de sección la indicada en la siguiente tabla.

Sección de los conductores de fase (mm ²)	Sección de los conductores de protección (mm ²)
$S \leq 16$	S (mínimo 2,5)
$16 \leq S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

7.7.2 Resistencia de Tierra.

El valor de la resistencia de tierra debe ser tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24 V (local húmedo).

Considerando que en el peor de los casos todos los receptores tendrán una protección diferencial de al menos 0,3 A de sensibilidad, es decir la intensidad de defecto será como máximo 0,3 A, se tiene que la resistencia de la puesta a tierra para cumplir la condición impuesta a la tensión de contacto será al menos:

$$R \leq \frac{24}{0,3} = 80 \, \Omega$$

Se estima que el terreno sobre el que se construye es arena arcillosa, de una resistividad $\rho = 250 \, \Omega \cdot \text{m}$.

El electrodo descrito (anillo de conductor de cobre desnudo) tiene una longitud total de 200 mts. Según la tabla III de la IT MIE BT 039 se puede estimar la resistencia a tierra según la fórmula

$$R = \frac{2\rho}{L} = \frac{2 \times 250}{200} = 2,5 \, \Omega < 80 \, \Omega$$

7.7.3 Relación con otras tierras de la instalación.

Con objeto de conseguir la independencia eléctrica de los distintos sistemas de tierra de la instalación se han dispuesto unas distancias mínimas entre ellas, tal como se observa en el plano correspondiente.

En particular la tierra del edificio RT, está a más de 19 mts. de las tierras del CT y de las del grupo. Las tierras del grupo, RG, RNG, y RA mantienen entre ellas una distancia superior a 15 mts. y con las tierras del CT una distancia mayor a 15 mts.

Las tierras del CT, RH y RN están separadas una distancia superior a 9 mts.

8 ESTUDIO LUMINOTÉCNICO.

8.1 Luminarias y fuentes luminosas.

La elección de luminarias y fuentes de luz se ha basado en criterios diferentes en función de la actividad desarrollada en cada zona.

En casi todos los casos se emplean lámparas fluorescentes y de descarga por ser las que mejor rendimiento lumínico y mayor vida útil poseen. A continuación se describen las soluciones adoptadas en cada zona.

- Planta sótano. Vehículos en espera y terminados y zonas de trabajo..

Se emplean luminarias estancas de 2x 58 W. Se instalarán adosadas al techo según la distribución en planos (conforme a niveles medios establecidos). Las lámparas fluorescentes, de 58 W, tendrán una temperatura de color de 4.000 K y una reproducción cromática Ra >80 (importante en zonas de trabajo de pintura).

- Planta sótano. Zona de recambios y almacén.

Se emplean luminarias estancas de 1 x 36 W. Se instalarán adosadas al techo según distribución en planos. Se proyectan en 1 x 36 W para conseguir mejores niveles de uniformidad. Las lámparas fluorescentes, de 36 W, tendrán una temperatura de color de 4.000 K y una reproducción cromática Ra >80.

- Planta sótano. Locales técnicos y aseos.

Se emplean luminarias estancas con lámparas fluorescentes. Ver distribución y potencia en planos.

- Oficinas.

Se emplean luminarias empotrables en techo de escayola o techo modular según el caso. Serán luminarias de 4 x 18 W, con difusor de lamas en V, de chapa de acero, para lámparas trifósforos y temperatura de color 4.000 K.

- Pequeños aseos y office.

Se emplean downlights empotrables con dos lámparas fluorescentes compactas de 18 W.

- Escaleras.

Se proyectan apliques murales con dos lámparas fluorescentes compactas de 18 W cada una. Disposición según planos.

- Zonas de exposición de vehículos.

En esta zona dado, el carácter comercial de la actividad desarrollada, se emplean luminarias más estéticas y con óptica de mayor rendimiento lumínico. Para conseguir la iluminancia deseada se han proyectado luminarias empotrables con óptica doble parabólica brillante, para dos lámparas fluorescentes de 58 W, trifósforos ($R_a > 80$) y una temperatura de color de 4.000 K.

- Zona de Recepción directa.

Dado que en esta zona se reciben los vehículos y es un punto de contacto con el cliente, se han proyectado luminarias decorativas suspendidas, formando una estructura cuadriculada. Cada luminaria lleva difusor de lamas y dos lámparas fluorescentes de 58 W, 4.000 K y $R_a > 80$.

- Hall de entrada.

Esta zona se ilumina desde la planta superior mediante luminarias suspendidas decorativas con lámpara de halogenuros metálicos de 400 W.

Se obtiene un nivel medio de 600 lux, suficiente para el puesto de información allí existente.

- Salas de usos múltiples y comedor.

En estos locales se emplean luminarias empotrables en falso techo, con difusor de lama blanca para dos lámparas fluorescentes de 58 W, 3.000 K y $R_a > 80$.

- Cocina.

En la cocina se emplean luminarias estancas de 2 x 58 W, debido a que la existencia de vapores puede producir condensación en las luminarias. Las lámparas serán fluorescentes de 58 W, 4.000 k y Ra >80.

- Sala de Exposiciones.

En este local se proyecta dos sistemas de iluminación con funciones totalmente diferentes. La primera será una iluminación general de servicio, que producirá un nivel medio de 150 lux, para limpieza o trabajos normales. Se realizará mediante downlights empotrables, con lámparas fluorescentes compactas de 18 W y cristal decorativo.

El segundo sistema será la iluminación expositiva que será flexible y variable según la exposición. Para ello se disponen un serie de carriles electrificados empotrados en el techo desde donde se colocarán los proyectores adecuados según la ocasión.

8.2 Niveles medios de iluminación.

Según el Anexo IV del Reglamento sobre lugares de trabajo R.D. 486/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, los niveles mínimos que deben existir en un lugar de trabajo en función de la actividad a desarrollar son:

<i>Zona</i>	<i>Nivel medio (lux)</i>
Tareas bajas exigencias visuales	100
Tareas moderadas exigencias visuales	200
Tareas altas exigencias visuales	500
Tareas muy altas exigencias visuales	1.000
Áreas uso ocasional	50
Áreas uso habitual	100
Vías circulación uso ocasional	25
Vías circulación uso habitual	50

Basándonos en estos niveles y en recomendaciones de los fabricantes se adoptan los siguientes niveles como base para el diseño de la iluminación.

Zona	Nivel medio (lux)
Pasillos, escaleras, zonas comunes de circulación, aseos.	150
Zonas de vehículos en espera.	150
Oficinas, salas de reunión	500
Exposición	1000
Áreas de recambios y almacén	350
Áreas de trabajo	500

Los resultados obtenidos según los cálculos realizados con el software del fabricante se muestran en la memoria justificativa y su aplicación al proyecto en los planos de iluminación. (EL-3, EL-4 y EL-5)

9 ALUMBRADO DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN

Las instalaciones de alumbrados especiales (emergencia y señalización) tienen por objeto asegurar, aún faltando el alumbrado general, la iluminación en locales y accesos hasta las salidas para una evacuación segura y fácil de los ocupantes del edificio.

9.1 Normativa aplicable.

La normativa a tener en cuenta a la hora de proyectar este tipo de instalación es la que sigue:

- o Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. MIE BT.
- o Norma Básica de la Edificación. CPI-96.
- o Reglamento de seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales. RD 786/2001, de 6 julio.

El REBT73 es la menos restrictiva de las normativas aplicables quizás por ser la más antigua de todas. En este aspecto prescribe alumbrados especiales (emergencia y señalización) sólo en locales de pública concurrencia. En particular dispondrán de alumbrado de emergencia los locales de reunión que puedan albergar a 300 personas o más y con alumbrado de señalización locales de reunión donde se puedan producir aglomeraciones de público en horas o lugares en que la iluminación natural de luz solar no

sea suficiente para proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 lux.

Los aparatos que aseguran el alumbrado de emergencia deberán estar alimentados por una fuente propia de energía cuya puesta en funcionamiento se realizará de forma automática al producirse una falta de tensión o un descenso por debajo del 70% en el suministro procedente de la empresa distribuidora de energía.

Según la NBE CPI-96, se dotará de alumbrado de emergencia las siguientes zonas:

- o Recintos cuya ocupación sea mayor de 100 personas.
- o Los recorridos generales de evacuación previstos para la evacuación de más de 100 personas.
- o Todas las escaleras y pasillos protegidos, vestíbulos previos y escaleras de incendio.
- o Los aparcamientos para más de 5 vehículos, incluidos pasillo y escaleras que conduzcan a lugar seguro.
- o Aseos generales de plantas en zonas de acceso público.
- o Los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- o Los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas anteriormente citadas.
- o Locales de riesgo especial según el art. 19 de dicha norma.

En todos ellos se proporcionará una iluminancia de 1 lx, como mínimo, en el nivel de suelo en los recorridos de evacuación, medida en el eje de los recorridos. La iluminancia será como mínimo de 5 lx en los puntos en que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios y en los cuadros de distribución de alumbrado.

El reglamento RSCIEI incluye además las vías de evacuación de sectores de incendios de edificios industriales cuando:

- o Estén situados en planta bajo rasante.
- o Estén situados en cualquier planta sobre rasante si la ocupación es igual o mayor de 10 personas y el nivel de riesgo intrínseco es medio o alto.

- o En cualquier caso cuando la ocupación sea igual o mayor de 25 personas.

En este proyecto los circuitos de alumbrado toman alimentación del embarrado de grupo electrógeno. Esto supone que en caso de fallo en el suministro de energía de la empresa distribuidora entrará en funcionamiento automáticamente la fuente propia de energía de tal forma que se asegura la existencia de los niveles mínimos señalados para asegurar la evacuación fácil y segura, es más, se asegura la posibilidad de mantener la actividad comercial y administrativa del edificio.

Por tanto sólo se proyectará alumbrado de señalización permanente mediante aparatos autónomos de emergencia de puertas de salida, escaleras y salidas de locales y esto se realizará en todos los recintos del edificio, no tan sólo en los de pública concurrencia.

10 ADECUACIÓN DEL PROYECTO A NUEVO REGLAMENTO R.E.B.T.2002

10.1 Consideraciones iniciales.

En los siguientes apartados vamos a estudiar los aspectos que diferencian un reglamento de otro y por tanto los principales aspectos que habrá que reformar en el proyecto de instalación eléctrica de B.T. para adecuarlo al nuevo reglamento.

10.2 Conductores y canalizaciones

10.2.1 Comparación entre intensidades máximas admisibles y tipos de instalación.

Vamos a comparar las intensidades máximas admisibles para los conductores y tipos de instalación empleados en el proyecto.

Tipo 1. Cables unipolares con conductor de cobre aislados con PVC, tensión hasta 750 V, a temperatura ambiente 40 °C en montaje bajo tubo, empotrado o en superficie.

Comparativas de tablas

- Tabla I de MIE-BT 017 (REBT 73)
- Tabla 1. Tipo B de ITC-BT-19 (REBT 2002).

	REBT 73		REBT 2002	
Sección	Monof	Trif	Monof	Trif
1,5	12	11	15	13.5
2,5	17	15	21	18.5
4	23	20	27	24
6	29	26	36	32
10	40	36	50	44
16	54	48	66	59

Tabla 1.

Se observa que en el REBT 2.002 las intensidades máxima admisibles se incrementan entre un 17 % y un 25 % en función de la sección.

Sin embargo deberemos atender a los coeficientes correctores para conocer la verdadera magnitud de la variación.

El REBT 2.002 en su ITC-BT 19 remite, para la aplicación de coeficientes correctores, a la norma UNE 20.460-5-523. En dicha norma, en el apartado 12.2 encontramos los factores de reducción por agrupamiento resumidos en la siguiente tabla

Ref	Disposición cables contiguos	Nº circuitos o cables multiconductores											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
1	Agrupados en una superficie empotrados o embutidos	1	0,80	0,70	0,65	0,6	0,55	0,55	0,50	0,50	0,45	0,40	0,40
2	Capa única sobre pared, suelo o superficie sin perforar	1,00	0,85	0,80	0,75	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	Sin reducción adicional para más de 9 circuitos o cables multiconductores		
3	Capa única en el techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,65	0,65	0,60	0,60			
4	Capa única en una superficie perforada vertical u horizontal	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,75	0,75	0,70	0,70			
5	Capa única con apoyo de bandeja escalera o abrazaderas (collarines) etc	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80			

Tabla 2.

Para el montaje de varios circuitos por un mismo tubo aplicaremos por semejanza los coeficientes de la ref 1.

Teniendo en cuenta las intensidades de la tabla 1 y los coeficientes de la tabla 2 podemos concluir que para realizar el diseño conforme al nuevo reglamento podemos optar por dos criterios.

Criterio 1. *Un máximo de dos circuitos por cada tubo.* De esta forma los circuitos de alumbrado se pueden realizar en 1,5 y proteger con un térmico de 10 A y los circuitos de fuerza se pueden realizar con 2,5 de sección y proteger con un térmico de 15 A.

Criterio 2. *Hasta 5 circuitos por tubo.* En base a este criterio se aplica un coeficiente de 0,6 que permite instalar menos tubos si los circuitos de alumbrado se realizan con 2,5 de sección y se protegen con un térmico de 10 A y los circuitos de fuerza se realizan con 4 mm de sección y se protegen con un térmico de 15 A.

En el presente proyecto se optará por este segundo criterio puesto que es más económico emplear mayores secciones que instalar mayor número de tubos.

Se observa que las condiciones de instalación y agrupamiento son más restrictivas con la aplicación del REBT 2.002.

Tipo 2. Conductores unipolares o multipolares en canalizaciones fijas, aislados con XLPE para una tensión de hasta 1000 V, canalizados en bandeja perforada, a una temperatura ambiente de 40 °C.

Comparativas de tablas

- Tabla V de MIE-BT 004 (REBT 73)
- Tabla 1. Tipo E y F de ITC-BT-19 (REBT 2002).

Secc	REBT 73		REBT 2002	
	Unip	Tetrapo	Unip	Tetrapo
1,5	18	17	24	21
2,5	26	25	33	29
4	35	34	45	38
6	46	44	57	49
10	64	61	76	68
16	86	82	105	91
25	120	110	123	116
35	145	135	154	144

Se observa que en el REBT 2.002 las intensidades máxima admisibles se incrementan entre un 6 % y un 33 % en función de la sección.

Sin embargo deberemos atender a los coeficientes correctores para conocer la verdadera magnitud de la variación.

Para montaje de conductores en bandeja perforada la norma UNE de referencia sólo facilita coeficientes de corrección en el caso de capas simples de cables (tablas 52-E1, 52-E4 y 52-E5 de UNE 20-460-5-523). No existen coeficientes correctores para varios ternos de conductores en vertical en una misma bandeja. Por tanto deberemos usar bandejas de poca altura y mayor anchura y disposiciones en capas simples y en caso de ser necesario se dispondrán otras bandejas en sentido vertical distanciadas 300 mm.. En todo caso

aplicaremos el coeficiente de 0,65 que se propone en la norma UNE para disposiciones de 9 cables en tres bandejas (separadas verticalmente 300 mm).

Así pues, las secciones y protecciones del proyecto calculado son válidas para el nuevo proyecto puesto que en el cálculo según el REBT73 habíamos supuesto un coeficiente de 0,64.

Tipo 3. Conductores unipolares, aislados con XLPE para una tensión de hasta 1.000 V, en instalación subterránea, bajo tubo, varios ternos en una misma zanja, a temperatura ambiente de 25 °C.

La intensidad máxima admisible por conductores de cobre unipolares de 240 mm² de sección es la misma en las tablas de ambos reglamentos. (550 A)

El coeficiente de corrección a aplicar según el RBT2002 será 0,63, resultante del producto de 0,9 (por considerar cada conjunto de cables unipolares en un tubo diferente) y 0,75 por considerar 3 ternos en el mismo plano de la misma zanja en separados una distancia de 7 cms.

En este caso concreto las intensidades máximas admisibles y los coeficientes correctores son similares en ambos reglamentos.

Sin embargo en el RBT2002 se especifica con mayor detalle la instalación de cables en paralelo. En este sentido prescribe que se deben emplear conductores del mismo material, sección y longitud, y que los cables se agruparán al tresbolillo, en ternas dispuestas en uno o varios niveles. En nuestro caso se dispondrán en un solo nivel RST, TSR, RST.

En conclusión se deberán recalcular las canalizaciones para que podamos mantener los mismo circuitos en tipo y número respecto al cálculo realizado conforme al REBT73.

10.2.2 Dimensiones de las canalizaciones

En el nuevo reglamento se especifican con más detalles las características técnicas de los distintos tipos de tubos.

En cuanto al dimensionado hace una diferenciación entre los tubos en canalizaciones fijas en superficie y los tubos en canalización empotrada. En el segundo caso, montaje empotrado, mantiene el criterio del antiguo reglamento en lo referente a la sección interior mínima cuando se canalizaban más de 5 conductores. En este caso la sección debía ser 3 veces la sección ocupada por los conductores.

Sin embargo en el nuevo reglamento se permite, si el montaje es en superficie, que la sección interior sea 2,5 veces la ocupada por los conductores.

De esta forma la tabla del apartado 7.6.2 es válida para canalizaciones empotradas y queda modificada de la siguiente forma para canalizaciones en superficie.

REBT 73										
SECCION	Nº CTOS MONOFASICOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1,5	16	20	25	25	32	32	32	40	40	40
2,5	16	25	25	32	32	40	40	40	40	50
4	20	25	32	40	40	40	50	50	50	50
COEF CORR	1	0,9		0,7						

REBT 2002. MONTAJE EMPOTRADO					
SECCION	Nº CTOS MONOFASICOS				
	1	2	3	4	5
1,5	16	20	25	25	32
2,5	16	25	25	32	32
4	20	25	32	40	40
COEF CORR	1	0,8	0,7	0,65	0,6

REBT 2002. MONTAJE SUPERFICIE					
SECCION	Nº CTOS MONOFASICOS				
	1	2	3	4	5
1,5	16	16	20	25	25
2,5	16	20	25	32	32
4	20	25	32	32	40
COEF CORR	1	0,8	0,7	0,65	0,6

10.3 Sección de los conductores. Caída de tensión.

El REBT73 establecía que “la caída de tensión ente el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3% de la tensión nominal para alumbrado y del 5% para los demás usos”.

En el REBT2002 se permite para instalaciones industriales que se alimenten directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio una caída de tensión del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos, considerando el origen de la instalación en la salida de baja del transformador.

Las modificaciones respecto al proyectado calculado conforme al reglamento derogado se pueden observar en el anexo de cálculos justificativos.

10.4 Locales de características especiales

10.4.1 Locales con riesgo de incendio o explosión.

Si en el antiguo reglamento se trataba específicamente la clasificación de zonas o volúmenes peligrosos en talleres y garajes en el aptdo 9 de la ITC MIEBT 27, en el nuevo reglamento se deja a criterio del proyectista la clasificación de zonas dentro de este tipo de locales y su justificación en base a unos criterios sólidos y procedimientos adecuados.

La instrucción ITC 029 incluye los garajes para más de 5 vehículos y talleres de reparación en la lista de ejemplos de emplazamientos peligrosos de clase I, esto es, emplazamientos en los que hay o puede haber gases, vapores o nieblas en cantidad suficiente para producir atmósferas explosivas o inflamables.

Dentro de un emplazamiento de clase I se distinguen zona 0, 1 y 2 en función del tiempo de permanencia o frecuencia con la que aparecen las atmósferas explosivas.

La clasificación de tales emplazamientos se puede realizar según la ITC aplicando la norma UNE-EN 60079-10.

10.4.1.1 Clasificación de emplazamientos.

10.4.1.1.1 Introducción y descripción general del procedimiento.

Existen una serie de sustancias que emiten gases o vapores los cuales a partir de una determinada concentración en el aire (LIE) son explosivos. Se trata pues de evitar la explosión manteniendo la concentración de tales gases por debajo del LIE y/o en su defecto evitando fuentes de ignición en aquellas zonas en los que se concentren los gases en niveles peligrosos. Para conseguir tal fin se debe efectuar, como obliga el REBT, una clasificación de zonas que no es más que delimitar cuantitativamente los espacios o volúmenes, conforme al riesgo de presencia peligrosa de gases explosivos. En función de esta clasificación de zonas podremos realizar la instalación de una determinada forma y con un determinado tipo de aparatos.

La clasificación de emplazamientos debe comenzar por un análisis del proceso industrial desarrollado en el local. Esto implica, en primer lugar, conocer las sustancias empleadas

cuyos gases son susceptibles de generar una atmósfera explosiva y sus características físico-químicas (Punto de inflamabilidad, LIE en kg/m³ y %vol, volatilidad, densidad relativa respecto del aire, temperatura de ignición y grupo y clase de temperatura). En segundo lugar se deberán analizar las fuentes y grados de escape, es decir, dónde, cómo y con qué probabilidad se escapen los gases inflamables a la atmósfera. Finalmente, ateniéndonos a factores tales como la tasa de escape, concentración, velocidad, ventilación, etc, podremos cuantificar la extensión de las distintas zonas.

10.4.1.1.2 Fuentes y grados de escape.

Fuentes de escape son los puntos o lugares desde los cuales se puede escapar a la atmósfera gas, vapor o líquido inflamables de tal manera que se pueda formar una atmósfera explosiva.

Grados de escape: Existen tres grados de escape básicos, que se clasifican a continuación en orden decreciente en cuanto a la probabilidad de que la atmósfera de gas explosiva esté presenta:

- a) Grado continuo: Se produce de forma continua o presumiblemente durante largos periodos de tiempo.
- b) Grado primario: Se produce de forma periódica u ocasional durante el funcionamiento normal.
- c) Grado secundario: No se prevé en funcionamiento normal y si se produce es probable que ocurra infrecuentemente y en periodos de corta duración.

La tasa de escape es la cantidad de gas o vapor inflamable que se emite por unidad de tiempo desde una fuente de escape. Se representa por (dG/dt) y se mide en kg/s.

10.4.1.1.3 Ventilación.

Mediante la ventilación se consigue diluir el gas en aire hasta alcanzar una concentración no peligrosa. Es por tanto la herramienta más apropiada para actuar, mediante un diseño adecuado, sobre el tipo y la extensión de las zonas.

Tipos de ventilación. Los dos tipos de ventilación principales reconocidos son:

- Ventilación natural. Puede darse en locales al aire libre o en el interior de edificios si este tiene aberturas en las paredes y/o tejado.

- Ventilación artificial, general o local. Se consigue mediante ventiladores o extractores.

Grados de ventilación. Es el factor más importante a la hora de evaluar el efecto de la ventilación. Cuánto mayor sea la ventilación menor será la extensión de las zonas. Está relacionado con la velocidad del viento o el número de renovaciones por unidad de tiempo. Se reconocen tres grados de ventilación:

- Ventilación alta (fuerte). Es capaz de reducir de forma prácticamente instantánea la concentración en la fuente de escape.
- Ventilación media. Es capaz de controlar la dispersión manteniendo la concentración peligrosa confinada en una zona mientras dura el escape y cuando éste cesa la atmósfera explosiva no persiste excesivamente.
- Ventilación baja (débil). Es la que no puede controlar la concentración mientras el escape es efectivo y cuando éste ha cesado es incapaz de evitar la permanencia de la atmósfera explosiva.

Disponibilidad de ventilación. Es el otro factor a tener en cuenta. Influye en la presencia o formación de una atmósfera explosiva y en el tipo de zona. Se clasifica como

- Muy buena. La ventilación existe de forma prácticamente permanente.
- Buena. La ventilación existe en funcionamiento normal, con interrupciones poco frecuentes y por cortos periodos.
- Mediocre. No cumple los requisitos anteriores, pero no se espera que haya interrupciones prolongadas.

Para alcanzar la categoría de muy buena es necesario que existan ventiladores de reserva que entren en funcionamiento automáticamente en caso de fallo de los ventiladores principales, o bien que el proceso se detenga automáticamente.

Cálculos

Para calcular el caudal mínimo teórico de ventilación necesario para diluir el escape hasta una concentración por debajo del Límite Inferior de Explosión (LIE) se emplea la fórmula

$$(dV/dt)_{\min} = \frac{(dG/dt)_{\max}}{k \times \text{LIE}} \times \frac{T}{293}$$

Donde

$(dV / dt)_{\min}$	es el caudal mínimo en volumen de aire fresco (m ³ /s)
$(dG / dt)_{\max}$	es la tasa máxima de escape de la fuente (kg/s).
LIE	es el límite inferior de explosión (kg/s)
k	Es un factor de seguridad aplicado al LIE, normalmente K=0,25 en grados de escape continuo y primario K=0,5 en grado de escape secundario
T	Es la temperatura ambiente en grados Kelvin.

Para convertir LIE en % de volumen a LIE en kg/s se emplea la siguiente fórmula

$$\text{LIE (kg/s)} = 0,46 \times 10^{-3} \times M \times \text{LIE (vol \%)},$$

donde M es la masa molecular (Kg/Kmol).

Para un número dado de renovaciones de aire por segundo, C, el volumen teórico, V_z , de atmósfera potencialmente explosiva alrededor de la fuente de escape será

$$V_z = \frac{f \times (dV / dt)_{\min}}{C}$$

Donde f expresa la eficacia de la ventilación en la dilución de la atmósfera explosiva con un valor que va de 1 (situación ideal) a 5 (circulación de aire con dificultades debido a los obstáculos)

También podríamos expresar, para un recinto cerrado, el número de renovaciones por unidad de tiempo necesarias para diluir un determinado escape de gas como

$$C = \frac{dV_{\text{tot}} / dt}{V_0}$$

Donde

dV_{tot} / dt es el caudal total de aire fresco

V_0 es el volumen total ventilado.

Tiempo de permanencia

Es el tiempo requerido para que la concentración media descienda desde un valor inicial X_0 a k veces el LIE después de que el escape ha terminado. Viene dado por la expresión

$$t = \frac{-f}{C} \ln \frac{LIE \times k}{X_0}$$

El valor inicial X_0 dependerá de cada caso particular, que a su vez es función del volumen afectado, la frecuencia y la duración del escape. En cualquier caso parece razonable que sea superior al LIE. El factor de corrección f hace referencia en este caso a la mezcla imperfecta del gas con el aire. Varía desde 5 (entradas y salidas de aire a través de una rendija) hasta 1 (entrada de aire a través de un techo perforado con múltiples salidas de aire). Por supuesto sólo tiene sentido el tiempo de permanencia para escapes no continuos.

En la siguiente tabla se expresa la influencia de la ventilación en el tipo de zona.

	Ventilación						
Grado De Escape	Grado						
	Alto			Medio			Bajo
	Disponibilidad						
	Muy buena	Buena	Mediocre	Muy buena	Buena	Mediocre	Cualquiera
Continuo	No peligrosa	Zona 2	Zona 1	Zona 0	Zona 0 +Zona 2	Zona 0 +Zona 1	Zona 0
Primario	No peligrosa	Zona 2	Zona 2	Zona 1	Zona 1 +Zona 2	Zona 1 +Zona 2	Zona 1/ Zona 0
Secundario	No peligrosa	No peligrosa	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 1/ Zona 0

10.4.1.1.4 Aplicación de la clasificación de emplazamientos al edificio proyectado.

Los procesos y actividades que se han considerado que generan algún tipo de riesgo de incendio o explosión son los que se detallan:

1. Tareas de preparación de chapa y pintura en los vehículos. Lijado, pulido y aplicación de base y preparativos.
2. Tareas de pintado y secado de vehículos.
3. Preparación y mezclas de pinturas.
4. Emisión de gases contaminantes y explosivos de los motores de vehículos.

5. Derrame de combustibles en el suelo por perforación de tanques y/o bridas.

Actividades 1, 2 y 3.

Estas tres actividades son las que conllevan un mayor riesgo por frecuencia y cantidad de material inflamable. La aplicación de bases, barnices, ceras, pinturas y disolventes generan gases inflamables durante el funcionamiento normal. Se consideran pues grados de escape continuos.

Ahora bien, estas tareas se llevan a cabo en recintos cerrados, fabricados para tales proceso cumpliendo toda normativa de seguridad, y en particular, las directivas ATEX 100 y ATEX 137 (R.D. 400/1999 y R.D. 681/2003). En particular, se detallan las renovaciones de aire de los distintos volúmenes según datos del fabricante.

Zona	L(m)	A(m)	H(m)	Volumen (m3)	Caudal Renov. (m3/h)	Renov/hora
Cabina de Pintura	7,2	3,92	2,7	76,2	25.500	334
Cabina de Secado	6,4	2,6	2,3	32,29	680	21
Planos aspirantes/ Área de preparación	5,9	3,4	4	81,66	18.000	220
Paint-Box	3,92	2,07	2,35	19,07	1.000	52

Estos elementos están dotados de mecanismos de seguridad que garantizan la detención del proceso en caso de mal funcionamiento del sistema de ventilación o de que haya puertas abiertas. Por tanto la disponibilidad es muy buena. Además podemos considerar el escape al exterior como nulo.

Según la tabla del apartado 10.4.1.1.3 se puede considerar, con ventilación muy buena y disponibilidad muy buena, se pueden considerar como volúmenes no peligrosos.

No obstante, la instalación interior viene realizada de fábrica y según datos técnicos de la maquinaria la iluminación se realiza con pantallas de seguridad aumentada.

Se considera pues justificada la clasificación de zona.

Actividad 4. Emisión de gases de combustión de vehículos.

Según se indica en la norma UNE 100166:2004. Ventilación de aparcamientos “durante su funcionamiento, un vehículo con motor a ciclo Otto emite las siguientes sustancias contaminantes:

- Monóxido de carbono (entre el 3% y el 10% en volumen)
- Gases (óxidos de nitrógeno y azufre) y vapores de hidrocarburos incombustos (alrededor de 1.000 ppm en volumen de los gases).
- Vapores de aceites.

Además de las sustancias contaminantes antes mencionadas, los motores a ciclo Diesel tienen emisiones elevadas de partículas.”

Según esta misma norma “el cálculo de ventilación necesaria para la dilución de monóxido de carbono hasta niveles aceptables para la salud de las personas es suficiente para controlar satisfactoriamente las otras sustancias contaminantes”.

Para el cálculo de caudal de ventilación se considera un valor medio-alto de la emisión de CO igual a 240 mg/s, que es equivalente a unos 0,2 l/s por cada vehículo en marcha y se concluye la necesidad de 6250 l/s de aire exterior por cada vehículo en marcha. Con las hipótesis de que cada vehículo ocupa una media de 30 m² contando parte proporcional de vías de circulación y que el número de vehículos en marcha será 2,4 % del número total de plazas se tiene que el caudal necesario de ventilación es 5 lts/(s*m²) o lo que es lo mismo 18 m³/(h*m²). Aplicando pues la norma UNE 100166 a nuestro edificio se tienen las siguientes necesidades de ventilación.

Planta semisótano: $3.280 \text{ m}^2 \times 18 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2) = 59.040 \text{ m}^3 / \text{h}.$

Planta Baja: $1.920 \text{ m}^2 \times 18 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2) = 34.560 \text{ m}^3 / \text{h}.$

Dice la misma norma que en caso de aparcamientos cubiertos por encima del nivel de terreno es posible recurrir a la ventilación natural mediante aberturas en, al menos, dos paredes exteriores y opuestas con una superficie libre igual o mayor del 2,5 % de la superficie a ventilar.

Los criterios de diseño adoptados y detallados en el apartado 3 de la presente memoria son más rigurosos que los descritos por la norma UNE 100166:2004. Por tanto podemos concluir que el sistema de ventilación proyectado es suficiente para asegurar un grado alto.

El escape de gases de combustión de los vehículos podemos considerarlo con un escape primario o continuo. El grado de ventilación que se ha establecido es alto. La disponibilidad es buena o muy buena, teniendo en cuenta que hay redundancia de ventilación (natural y

forzada), más de un elemento de extracción, sistema de detección de CO y alimentados eléctricamente por doble fuente (red y grupo). Esto da a lugar una zona 2 de clase I, tal como se indica en la tabla del apartado 10.4.1.1.3. Consideramos válido el volumen clasificado establecido en el reglamento anterior entre el suelo y un plano situado a 0,6 mts de éste.

Proceso 6. Derrame de combustible en el suelo por perforación de tanques y/o bridas .

Nos centramos en el caso de los vehículos de gasolina puesto que el gasóleo tiene una punto de inflamabilidad (55-65 °C) superior a la temperatura ambiente.

Datos de partida.

- LIE gasolina: 0,022 kg/m³.
- Temperatura ambiente: Tomamos como valor máximo 40 °C = 313 K.
- Según UNE 60079-10, punto 1.1 apartado d) se excluye la aplicación de la norma en:
"Situaciones catastróficas que superen el concepto de normalidad tratado en esta norma (véase nota 3) ... Nota-3: El término "situación catastrófica" aquí se aplica, por ejemplo, a la rotura de un recipiente o tubería y a aquellos sucesos imprevisibles"

Por tanto, la tasa de escape de los vehículos estacionados las clasificaremos como grado de escape secundario, $k = 0.5$.

- Para orientarnos en el gasto másico podemos basarnos en la directiva europea 96/27/CE según la cual todos los vehículos nuevos deben superar un "Crash test de homologación", Esta prueba consiste en valorar las consecuencias de un choque frontal a 56 km/h. A efectos de fugas de combustible la tasa máxima permitida es de 0.5 gr/seg.

Introducimos un coeficiente de seguridad y establecemos la tasa de escape por vehículo en 0,001 kg/s.

Supongamos también que cada vehículo ocupa 30 m² y que el 10% de vehículos existentes tienen problemas de fugas de gasolina.

P. Semisótano: $3280 \text{ m}^2 / 30 \text{ m}^2 = 109 * 10\% / 100 = 10,9 \approx 11$ vehiculos.

P.Baja: $1920 \text{ m}^2 / 30 \text{ m}^2 = 64 \times 10\% / 100 = 6,4 \approx 7$ vehiculos.

Cálculos.

Tasa máxima de escape, $(dG/dt)_{\max}$

P. Semisótano: $11 \text{ vehiculos} \times 0,001 \text{ kg/s} = 0,011 \text{ kg/s}$.

P.Baja: $7 \text{ vehiculos} \times 0,001 \text{ kg/s} = 0,007 \text{ kg/s}$.

El caudal volumétrico mínimo de aire fresco

$$\text{P. Semisótano: } (dV/dt)_{\min} = \frac{(dG/dt)_{\max}}{k \times LIE} \times \frac{T}{293} = \frac{0,011 \times 313}{0,5 \times 0,022 \times 293} = 1,07 \text{ m}^3 / \text{s} = 3.852 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$\text{P. Baja: } (dV/dt)_{\min} = \frac{(dG/dt)_{\max}}{k \times LIE} \times \frac{T}{293} = \frac{0,007 \times 313}{0,5 \times 0,022 \times 293} = 0,68 \text{ m}^3 / \text{s} = 2.448 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Si suponemos que el sistema de ventilación realiza 6 renovaciones/hora, o lo que es lo mismo 0,0016 renov/s, y tomamos un factor de calidad de difusión del aire intermedio, 2,5, se tendrá que el volumen teórico, V_z , de atmósfera potencialmente explosiva alrededor de la fuente de escape será

$$\text{P.Semisótano: } V_z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min}}{C} = \frac{2,5 \times 1,07}{0,0016} = 1672 \text{ m}^3$$

$$\text{P.Baja: } V_z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min}}{C} = \frac{2,5 \times 0,68}{0,0016} = 1063 \text{ m}^3$$

De donde se obtiene la altura que limitaría la zona clasificada o el volumen peligroso.

$$\text{P.Semisótano } h = \frac{V_z}{S} = \frac{1672}{3.280} = 0,51 \text{ mts.}$$

$$h = \frac{V_z}{S} = \frac{1063}{1.920} = 0,55 \text{ mts.}$$

P.Baja

Como se puede observar, se llega a una conclusión parecida a la que llegaba el REBT derogado. Que establecía el volumen peligroso hasta una altura de 0,6 mts.

También concuerda con el ejemplo nº 11 expuesto en la norma UNE 60079-10, en el que en un cargadero de gasolina, se considera el derrame de gasolina en el suelo y se llega a la conclusión de que es un grado de escape secundario y con una ventilación de grado medio y disponibilidad mediocre se forma una zona 2 hasta una altura de 1 mt.

Para el cálculo de la ventilación natural podemos estimar la velocidad del viento en 0,1 m/s. (en la norma UNE 60079-10 se considera 0,5 m/s en edificios al aire libre).

Las superficies necesarias de aberturas para obtener el caudal obtenido con esta velocidad del viento serán

P.Semisótano.
$$S_{abert} = \frac{dV / dt}{v} = \frac{1,07}{0,1} = 10,7 \text{ m}^2$$

P.Baja
$$S_{abert} = \frac{dV / dt}{v} = \frac{0,68}{0,1} = 6,8 \text{ m}^2$$

Que suponen unas aberturas en torno algo mayores que el 3% del total de la superficie del local a ventilar, en la misma línea también de los rangos dispuestos en normativa anterior de referencia.

10.4.2 Locales de Pública Concurrencia (LPC).

10.4.2.1 *Alumbrado de emergencia.*

En el REBT 2002 se especifica que todos los LPC deberán disponer de alumbrado de emergencia a diferencia del REBT 73 que lo prescribía en los locales de reunión que pudiesen albergar más de 300 personas.

El alumbrado de emergencia incluye el alumbrado de seguridad y el alumbrado de reemplazamiento. El alumbrado de seguridad esta formado a su vez por los alumbrados de evacuación, ambiente y de zonas de alto riesgo.

El alumbrado de emergencia deberá estar alimentado por fuentes de conmutación automática de corte breve, esto es, alimentación automática disponible en menos de 0,5 segundos. Dado que un grupo electrógeno no puede estar disponible en ese tiempo (el tiempo de arranque es de unos segundos) tendremos que proyectar el alumbrado de emergencia con aparatos autónomos. No obstante seguimos manteniendo el grupo para alimentar, entre otros circuitos, los de alumbrado puesto que se quiere que la actividad permanezca en las mismas condiciones que con el suministro normal. Así pues el alumbrado de emergencia cubrirá el espacio de tiempo entre el fallo del suministro normal y la entrada estabilizada del grupo electrógeno.

Alumbrado de evacuación.

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados.

Debe proporcionar, a nivel de suelo y en los ejes de los pasos principales una iluminancia mínima de 1 lux. En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones contraincendios de utilización manual y en los cuadro de distribución de alumbrado, la iluminancia mínima de 5 lux. La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en el eje de los pasos principales será menor de 40.

Alumbrado ambiente.

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos. Debe proporcionar en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 mt una iluminancia mínima de 0,5 lux. La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en el eje de los pasos principales será menor de 40.

Alumbrado de alto riesgo.

No existe en el proyecto ninguna zona con actividad de alto riesgo.

Alumbrado de reemplazamiento.

No existe en el proyecto ninguna zona a la que sea aplicable este tipo de alumbrado..

Aplicación. Las exigencias fotométricas para el diseño de este tipo de alumbrado en el nuevo REBT2002 hace indispensable realizar los cálculos con una aplicación o software adecuado. En este proyecto se emplea el software de la marca Zemper. Los resultados se adjuntan a continuación.

En particular, se situará alumbrado de seguridad en las siguientes ubicaciones:

1. Recintos cuya ocupación sea mayor de 100 personas.
2. Recorridos generales de evacuación previstos para más de 100 personas.
3. Aseos generales de plantas.
4. Locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
5. Salidas de emergencias.
6. Cambio de dirección en rutas de evacuación.
7. Intersección de pasillos.
8. Exterior de edificio, en la vecindad inmediata a la salida.
9. Cada tramo de escalera.
10. Cada cambio de nivel.
11. Puestos de primeros auxilios.
12. Equipo manual d extinción de incendios.
13. cuadros de distribución de alumbrado.

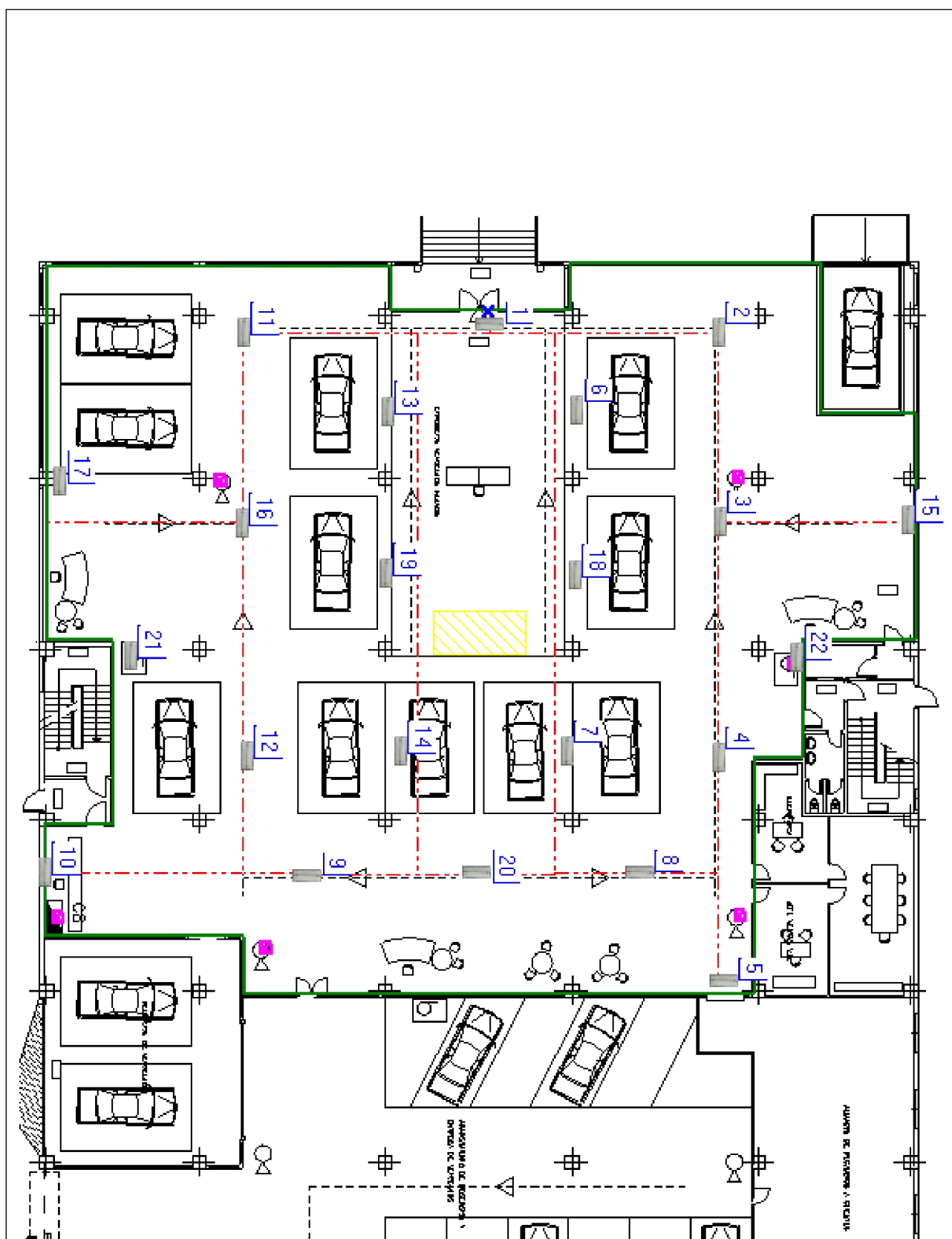
10.4.2.2 Prescripciones de carácter general.

La única diferencia notable respecto a la reglamentación anterior en este campo es la que corresponde a conductores y canalizaciones.

El REBT2002 indica en su instrucción ITC-BT-028, que “los cables eléctricos a utilizar en las instalaciones de tipo general y en el conexionado interior de cuadros eléctricos serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida”. Además “ los elementos de conducción de cables tendrán características equivalentes a los clasificados como “no propagadores de la llama” de acuerdo con las normas UNE-EN 50.085-1 y UNE-EN 50.086-1.

Los cables eléctricos destinados a *circuitos de seguridad no autónomos* (por ejemplo la ventilación) deben mantener el servicio durante y después del incendio, siendo conforme a las especificaciones de la norma UNE-EN 50.200 y tendrán emisión de humos y opacidad reducida.

En el resto de zonas tales como talleres y almacén de recambios, donde sólo se permite el acceso al personal de la empresa y además pertenecen a sectores de incendios diferentes, no es necesario emplear conductores diferentes del proyectado conforme al REBT-73.



Leyenda

— Recintos - - - - Rutas de evacuación X Puertas X Puntos de luz especiales

Coordenadas de las luminarias

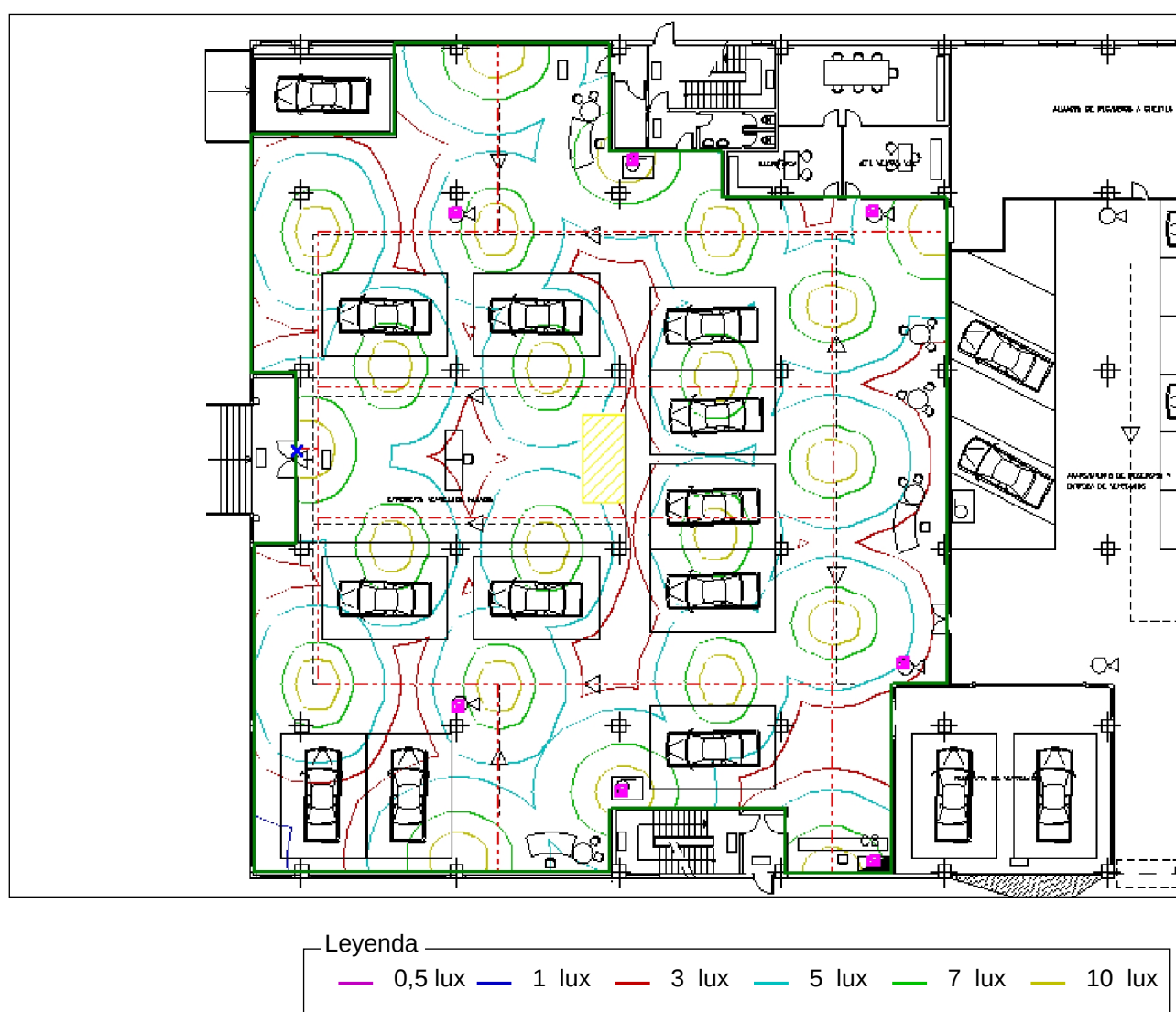
NOTA: Las coordenadas vienen expresadas en metros y relativas a cada uno de los recintos. El origen de coordenadas se encuentra situado en la parte inferior izquierda.

Nº luminaria	Coordenada X	Coordenada Y	Pared/techo	Modelo de luminaria	Potencia	Referencia
1	2,8	20,3	Pared	Diana	305	FDM-6311-C
2	3,2	30,8	Techo	Diana	305	FDM-6311-C
3	11,8	30,9	Techo	Diana	305	FDM-6311-C
4	22,6	30,8	Techo	Diana	305	FDM-6311-C
5	32,9	31,0	Pared	Diana	305	FDM-6311-C
6	6,7	24,3	Techo	Diana	305	FDM-6311-C
7	22,4	23,8	Techo	Diana	305	FDM-6311-C
8	27,9	27,2	Techo	Diana	305	FDM-6311-C
9	28,0	12,0	Techo	Diana	305	FDM-6311-C
10	27,9	0,0	Pared	Diana	305	FDM-6311-C
11	3,2	9,1	Techo	Diana	305	FDM-6311-C
12	22,6	9,2	Techo	Diana	305	FDM-6311-C
13	6,8	15,7	Techo	Diana	305	FDM-6311-C
14	22,3	16,3	Techo	Diana	305	FDM-6311-C
15	11,7	39,4	Pared	Diana	305	FDM-6311-C
16	11,9	9,0	Techo	Diana	305	FDM-6311-C
17	10,0	0,7	Pared	Diana	305	FDM-6311-C
18	14,3	24,2	Techo	Diana	305	FDM-6311-C
19	14,2	15,6	Techo	Diana	305	FDM-6311-C
20	27,9	19,8	Techo	Diana	305	FDM-6311-C
21	17,9	3,9	Pared	Diana	305	FDM-6311-C
22	18,0	34,4	Pared	Diana	305	FDM-6311-C

Curvas isolux

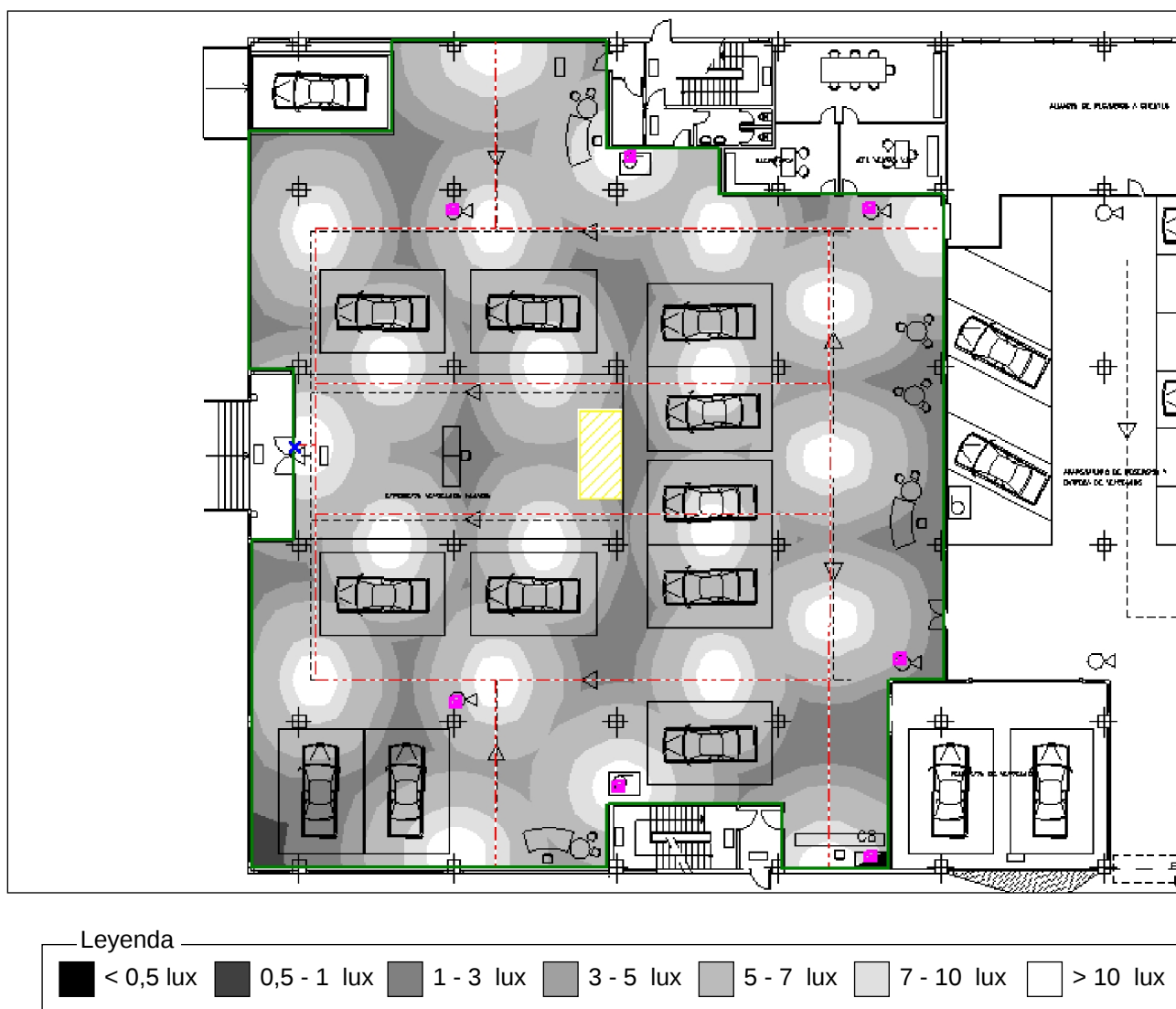
El gráfico representado en la imagen indica las curvas isolux para el plano. Dichas curvas muestran las zonas con igual medida de densidad de luz en suelo, expresadas en lúmenes por m² (lux).

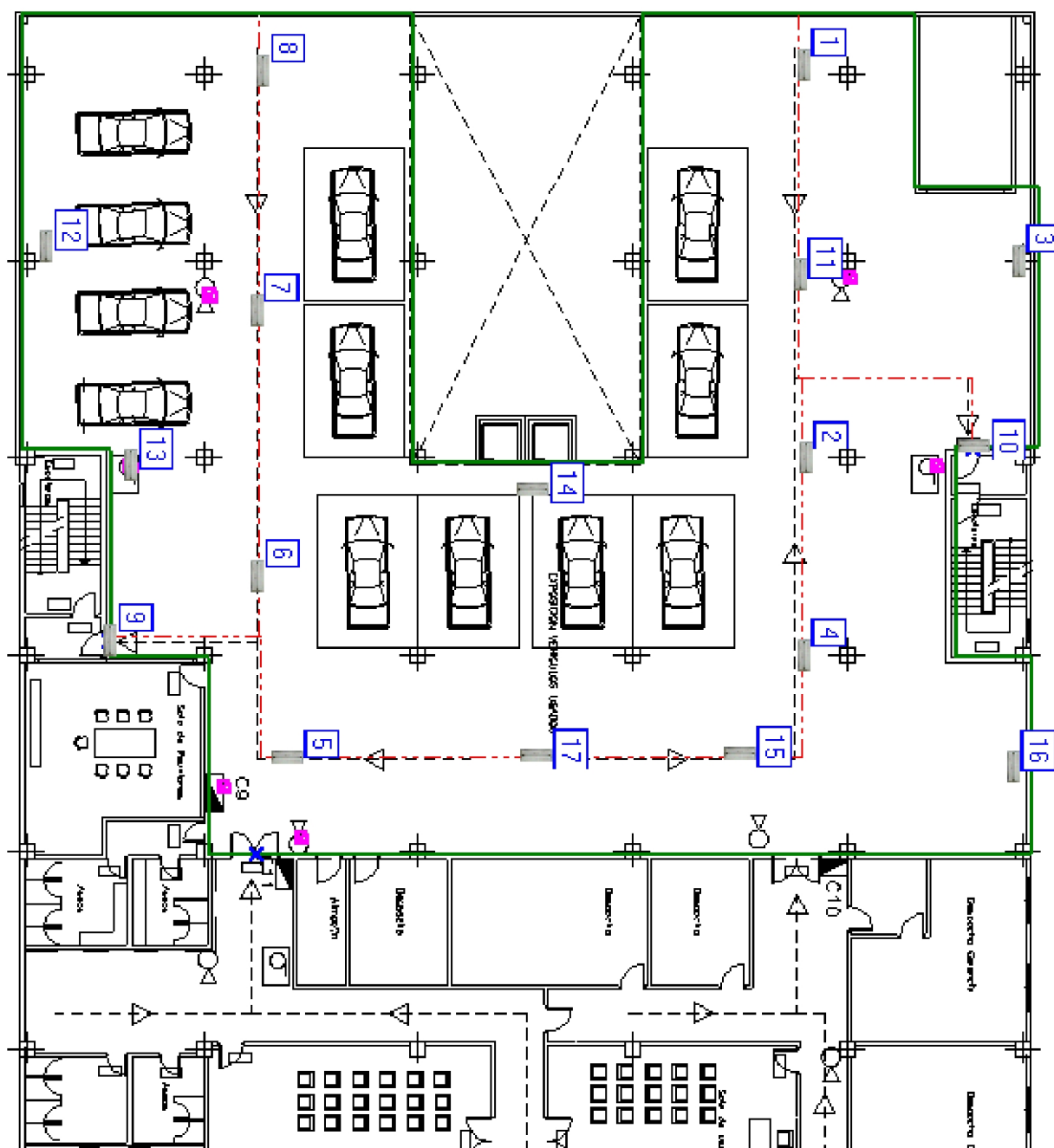
La superficie comprendida entre dos curvas isolux tendrá siempre un valor de densidad de luz mayor que el valor de la curva exterior y menor que el valor de la curva interior.



Tramas

El siguiente gráfico muestra los niveles de densidad de luz expresados en degradados de grises, donde la zona más clara corresponde con la zona más iluminada y la zona más oscura con la menos. Las zonas negras no alcanzan la luminosidad adecuada.





Leyenda

— Recintos - - - Rutas de evacuación X Puertas X Puntos de luz especiales

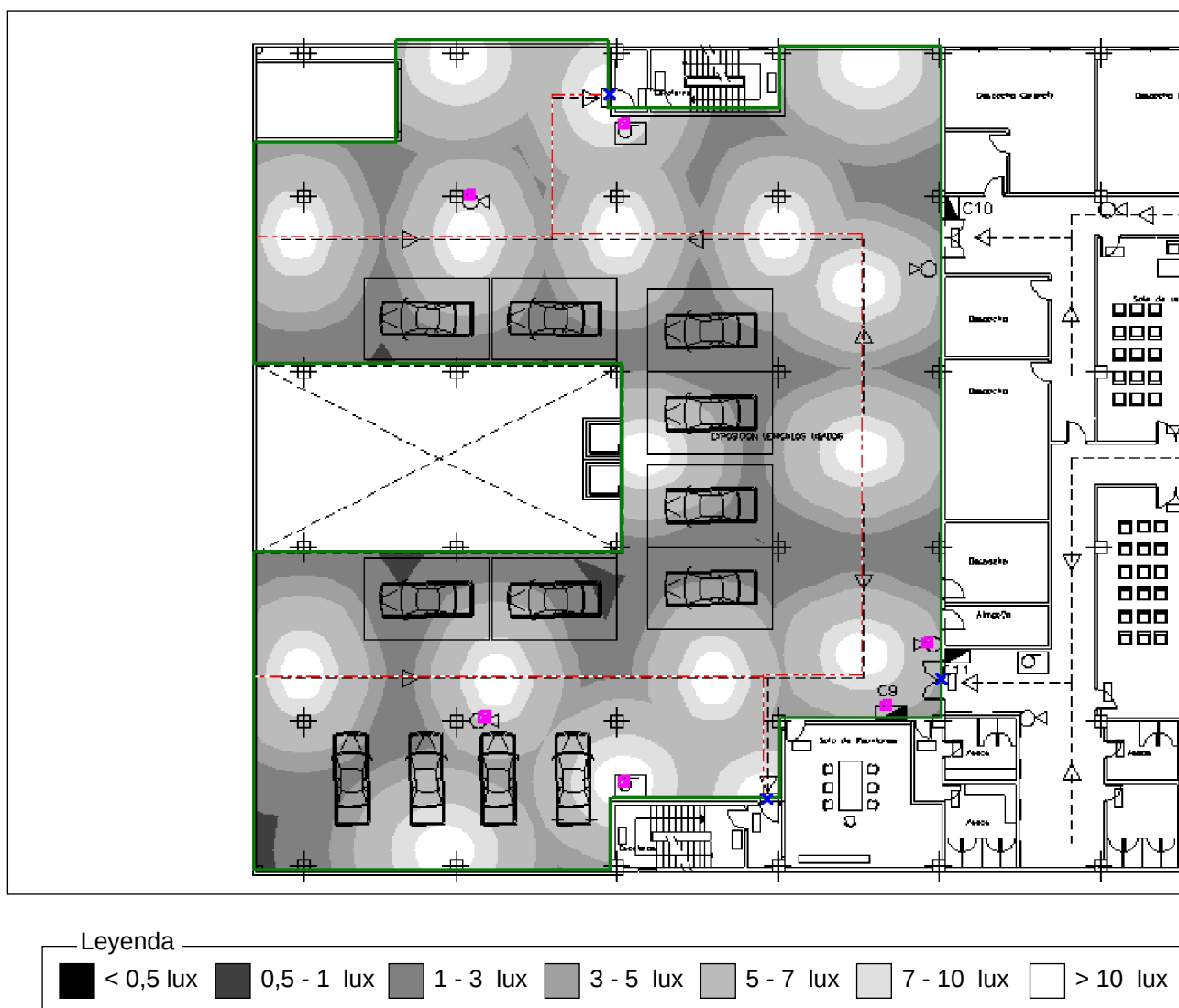
Coordenadas de las luminarias

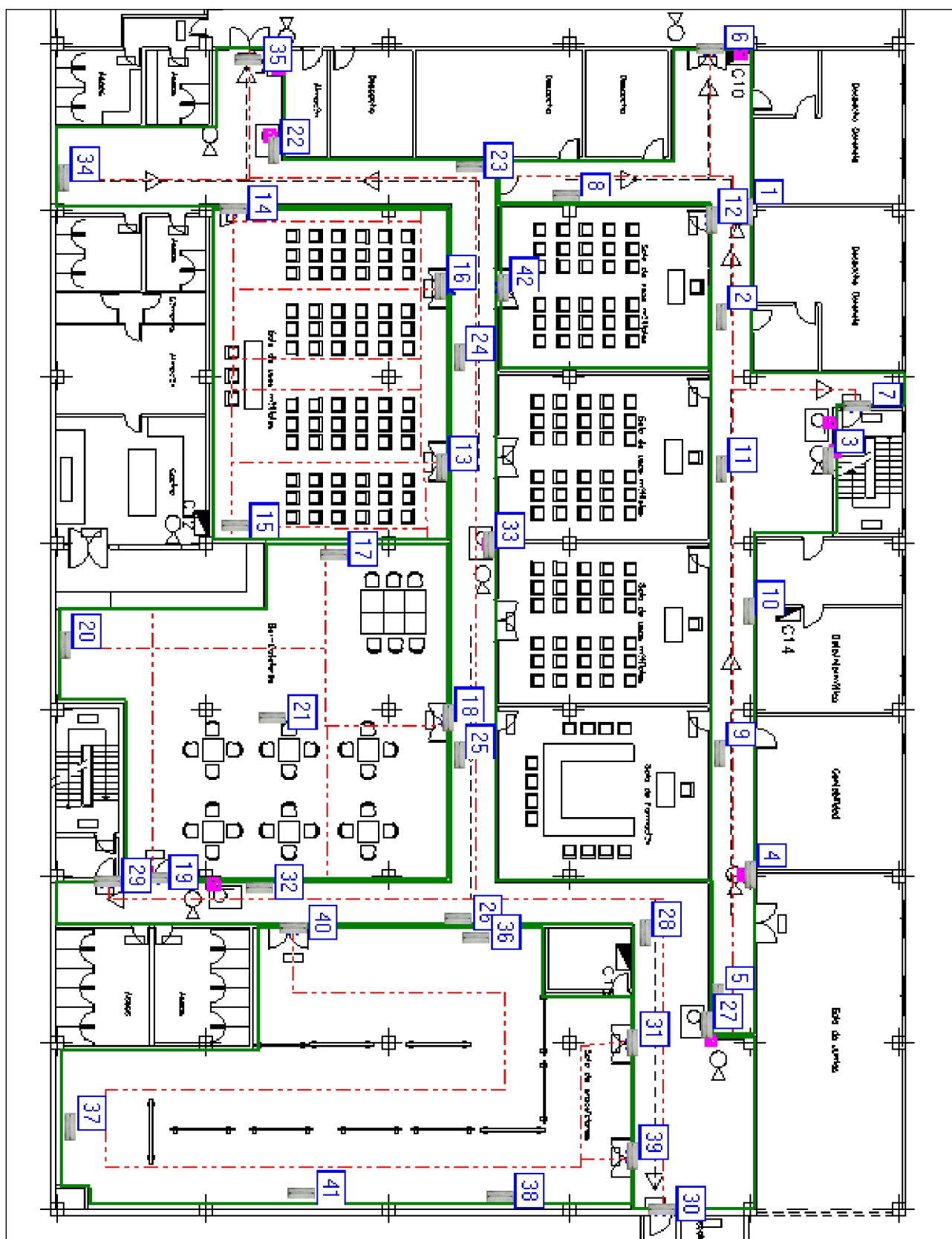
NOTA: Las coordenadas vienen expresadas en metros y relativas a cada uno de los recintos. El origen de coordenadas se encuentra situado en la parte inferior izquierda.

Nº luminaria	Coordenada X	Coordenada Y	Pared/techo	Modelo de luminaria	Potencia	Referencia
1	2,1	31,0	Techo	Diana	305	FDM-6311-C
2	17,7	31,0	Techo	Diana	305	FDM-6311-C
3	9,9	39,5	Pared	Diana	305	FDM-6311-C
4	25,5	31,0	Techo	Diana	305	FDM-6311-C
5	29,6	10,5	Techo	Diana	305	FDM-6311-C
6	22,4	9,3	Techo	Diana	305	FDM-6311-C
7	11,8	9,3	Techo	Diana	305	FDM-6311-C
8	2,3	9,5	Techo	Diana	305	FDM-6311-C
9	24,9	3,5	Pared	Diana	305	FDM-6311-C
10	17,3	37,7	Pared	Diana	305	FDM-6311-C
11	10,4	30,8	Techo	Diana	305	FDM-6311-C
12	9,2	0,9	Pared	Diana	305	FDM-6311-C
13	18,0	4,3	Pared	Diana	305	FDM-6311-C
14	19,0	20,2	Techo	Diana	305	FDM-6311-C
15	29,4	28,4	Techo	Diana	305	FDM-6311-C
16	29,9	39,3	Pared	Diana	305	FDM-6311-C
17	29,5	20,4	Techo	Diana	305	FDM-6311-C

Tramas

El siguiente gráfico muestra los niveles de densidad de luz expresados en degradados de grises, donde la zona más clara corresponde con la zona más iluminada y la zona más oscura con la menos. Las zonas negras no alcanzan la luminosidad adecuada.





Leyenda

- Recintos
 - - - Rutas de evacuación
 X Puertas
 X Puntos de luz especiales

Coordenadas de las luminarias

NOTA: Las coordenadas vienen expresadas en metros y relativas a cada uno de los recintos. El origen de coordenadas se encuentra situado en la parte inferior izquierda.

Nº luminaria	Coordenada X	Coordenada Y	Pared/techo	Modelo de luminaria	Potencia	Referencia
1	7,6	11,6	Pared	Diana	110	FDM-6111-C2
2	12,6	10,4	Pared	Diana	110	FDM-6111-C2
3	19,3	15,3	Pared	Diana	110	FDM-6111-C2
4	38,7	11,7	Pared	Diana	110	FDM-6111-C2
5	44,5	10,2	Pared	Diana	110	FDM-6111-C2
6	0,0	9,9	Pared	Diana	110	FDM-6111-C2
7	16,7	16,7	Pared	Diana	110	FDM-6111-C2
8	6,9	3,1	Pared	Diana	110	FDM-6111-C2
9	33,0	10,3	Pared	Diana	110	FDM-6111-C2
10	26,4	11,6	Pared	Diana	110	FDM-6111-C2
11	19,7	10,3	Pared	Diana	110	FDM-6111-C2
12	0,7	9,9	Pared	Diana	305	FDM-6311-C
13	12,1	10,7	Pared	Diana	305	FDM-6311-C
14	0,0	0,9	Pared	Diana	305	FDM-6311-C
15	14,9	1,0	Pared	Diana	305	FDM-6311-C
16	3,6	10,6	Pared	Diana	305	FDM-6311-C
17	0,6	12,8	Pared	Diana	305	FDM-6311-C
18	8,3	18,2	Pared	Diana	305	FDM-6311-C
19	15,7	4,4	Pared	Diana	305	FDM-6311-C
20	4,8	0,2	Pared	Diana	305	FDM-6311-C
21	8,2	10,0	Techo	Diana	305	FDM-6311-C
22	4,8	10,1	Pared	Diana	110	FDM-6111-C2
23	5,5	19,3	Pared	Diana	110	FDM-6111-C2
24	14,5	18,8	Pared	Diana	110	FDM-6111-C2
25	33,2	18,8	Pared	Diana	110	FDM-6111-C2
26	40,8	18,8	Pared	Diana	110	FDM-6111-C2
27	45,8	30,4	Pared	Diana	110	FDM-6111-C2
28	41,5	27,5	Pared	Diana	110	FDM-6111-C2
29	39,1	2,3	Pared	Diana	110	FDM-6111-C2
30	54,4	28,3	Pared	Diana	110	FDM-6111-C2
31	46,6	27,0	Pared	Diana	110	FDM-6111-C2
32	39,4	9,5	Pared	Diana	110	FDM-6111-C2
33	23,3	20,2	Pared	Diana	110	FDM-6111-C2
34	6,1	0,3	Pared	Diana	110	FDM-6111-C2
35	0,6	8,9	Pared	Diana	110	FDM-6111-C2
36	0,5	19,4	Pared	Diana	305	FDM-6311-C
37	9,3	0,4	Pared	Diana	305	FDM-6311-C
38	12,6	20,5	Pared	Diana	305	FDM-6311-C
39	10,7	26,7	Pared	Diana	305	FDM-6311-C

40	0,0	10,9	Pared	Diana	305	FDM-6311-C
41	12,5	11,2	Pared	Diana	305	FDM-6311-C
42	4,0	0,1	Pared	Diana	305	FDM-6311-C

Tramas

El siguiente gráfico muestra los niveles de densidad de luz expresados en degradados de grises, donde la zona más clara corresponde con la zona más iluminada y la zona más oscura con la menos. Las zonas negras no alcanzan la luminosidad adecuada.

