



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457

PABLO LEDESMA MORENO, Colegado nº 0016538

VISADO

**PROYECTO ELÉCTRICO PARA LA SUSTITUCIÓN DEL ALUMBRADO
Y LÍNEAS PARA OTROS USOS DE LAS OFICINAS DE AVIACIÓN
CIVIL AESA EN LA TERMINAL T-2 DEL AEROPUERTO ADOLFO
SUÁREZ MADRID-BARAJAS
AVDA DE LA HISPANIDAD S/N
28042 MADRID**

**PROPIEDAD:
AENA S.M.E. S.A.
C/ PEONÍAS, 12
28042 MADRID**

**AUTOR DEL PROYECTO:
D. PABLO LEDESMA MORENO
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
COLEGIADO Nº 16.538**

INDICE

1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.....	5
2. EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN.	5
3. PETICIONARIO.	5
4. AUTOR DEL PROYECTO.	5
5. NORMATIVA DE APLICACIÓN.	5
6. CARACTERÍSTICAS DE LOS LOCALES.	6
7. OCUPACIÓN PREVISTA.....	6
8. SUMINISTRO DE ENERGÍA	7
9. ALCANCE DEL PROYECTO.	7
10. DESCRIPCIÓN RESUMIDA DE LA INSTALACIÓN.	8
10.1. Potencia de alimentación y factores de simultaneidad	8
10.2. Sistema de distribución.	8
10.3. Esquemas de distribución.....	8
10.4. Influencias externas	8
10.5. Utilización	9
10.6. Compatibilidad de materiales	9
10.7. Mantenibilidad.....	9
10.8. Clasificación de la instalación	10
11. DATOS DE SUMINISTRO.....	10
12. PREVISIÓN DE CARGAS	10
12.1. Potencia instalada.....	10
13. DISPOSITIVOS DE MANDO Y PROTECCIÓN.....	10
13.1. Protección contra contactos directos e indirectos.	10
13.2. Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.	11
13.3. Instalación de analizadores de red	12
14. CONDUCTORES.	13
14.1. Aislamiento y cubierta de los materiales conductores.	14
14.2. Características de los conductores a emplear.	15
14.3. Cálculo de la sección de conductores a instalar	18
15. CUADROS ELECTRICOS.	20
15.1. Dispositivos de Mando y Protección.....	20
16. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN.....	21
16.1. Alumbrado ambiente.	21
16.2. Alumbrado de Emergencia.	22
17. JUSTIFICACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN.....	23
17.1. Diseño de la instalación.....	23



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457

PABLO LEDESMA MORENO, Colegado nº 0016538
VISADO

17.2.	Plan de mantenimiento	23
18.	PUESTA A TIERRA.....	24
19.	CALCULOS ELÉCTRICOS.....	29
19.1.	Fórmulas e hipótesis de cálculo.....	29
19.2.	Cálculo de líneas y protecciones.....	33
20.	CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA	34
20.1.	Cálculo de la intensidad máxima de defecto de la instalación	34
21.	ANEXO I: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	36
21.1.	Objeto de este estudio	36
21.2.	Condiciones de trabajo.....	36
21.3.	Técnicas de seguridad aplicadas.....	37
21.4.	Riesgos generales y su prevención	38
21.5.	Riesgos específicos y su prevención	41
21.6.	Servicios higiénicos	43
22.	ANEXO II: PLIEGO DE CONDICIONES	45
22.1.	Objeto y normativa	45
22.2.	Condiciones generales.....	45
22.3.	Canalizaciones.....	46
22.4.	Conductores eléctricos	48
22.5.	Cajas de registro.....	55
22.6.	Mecanismos	55
22.7.	Cuadros.....	56
22.8.	Instalaciones de alumbrado	61
22.9.	Sistemas de puesta a tierra	63
22.10.	Pruebas de puesta en marcha	64
23.	PRESUPUESTO.....	66



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día 03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-70457

PABLO LPEZMA MORENO, Colegiado nº 0016538
VISADO



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO LUIS DESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

MEMORIA

1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.

Debido a la antigüedad de la instalación de alumbrado, se opta por la sustitución total de la misma. Para ello, se sustituirán los circuitos de alumbrado y emergencia, así como las luminarias existentes de 4x40W por otras de 34 W con tecnología led.

Así mismo, se aprovecha la actuación para sustituir el cableado de la instalación eléctrica de voz-datos y las cajas de los puestos de trabajo.

2. EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN.

La instalación en su conjunto se encuentra situada en los locales 10115 y 10022 del dique Sur del Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas, Avenida de la Hispanidad S/N, 28042 Madrid.

3. PETICIONARIO.

El peticionario es Aena S.M.E. S.A., con domicilio social en la Peonías nº12, 28042 Madrid, cuyo Cif es el A86212420, actuando como representante legal D^a María Dolores Cobas Cuenca con DNI 02908696R

4. AUTOR DEL PROYECTO.

El autor del presente proyecto es el Ingeniero Técnico Industrial D. Pablo Ledesma Moreno, con domicilio en la C/ Santa Teresa nº1 1ºA 28320 (Madrid), teléfono de contacto 638804054, y con nº de colegiado 16.538 del Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid.

5. NORMATIVA DE APLICACIÓN.

El presente documento recoge las características de los materiales y los cálculos que justifican su empleo, de acuerdo con las siguientes disposiciones vigentes:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. (Real Decreto 842/2002)
- Normas de la Cía. Suministradora.
- Normas UNE de aplicación.
- Ley de prevención de riesgos laborales.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.



Madrid
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día 03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-70457
 PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Código Técnico de la Edificación. (RD 314 de 2006) y modificaciones posteriores.
- Ordenanzas Municipales de Protección del Medio Ambiente.
- Ley de Protección Ambiental.
- Reglamento de Calificación Ambiental.
- Criterios de instalación de baja tensión en terminales y edificios (Parte 1: Terminales T123) de Aena Edición 02 de septiembre de 2018

6. CARACTERÍSTICAS DE LOS LOCALES.

El local afectado es el local de Aviación Civil AESA, compuesta por 1 única planta de 449 m². Dicho local se encuentran integrado en el interior de la Terminal T-2 del Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.

En ningún caso existen locales de riesgo especiales.

7. OCUPACIÓN PREVISTA.

El cálculo de la ocupación del local se ha realizado en base e a lo indicado en el apartado 1 y apartado 2.1.4 del acta de reunión VII del grupo de trabajo para el seguimiento de aplicación del REBT (RD 842/2002) y Orden 9344/2003 de la Comunidad de Madrid, celebrada el día 06/11/2012 en la DGIEM, la cual indica que "el cálculo de la ocupación se efectuará, con carácter general, considerando los valores de densidad de ocupación establecidos en el DB SI 3, del Código Técnico de la Edificación o los previstos en la normativa de protección de incendios aplicables en el momento de la legalización del local si resultasen más desfavorables".

Debido a que el local es de uso administrativo y atendiendo a lo anteriormente descrito, la ocupación total prevista es la siguiente:



Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO I. DE SENA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

LOCAL AVIACIÓN CIVIL			
Estancia	Superficie	m2/persona	Ocupación
Despacho 1	18,01	10	2
Despacho 2	12,32	10	2
Despacho 3	12,32	10	2
Despacho 4	12,66	10	2
Despacho 5	15,46	10	2
Despacho 6	24,1	10	3
Despacho 7	19,21	10	2
Despacho 8	19,14	10	2
Despacho 9	19,14	10	2
Dirección	35,43	10	4
Administración	36,52	10	4
Archivo	32,74	40	1
Sala de Reuniones	31,26	2	16
Aseos (Uso alternativo)	22,57	0	0
Pasillos (uso alternativo)	71,14	0	0
OCUPACIÓN TOTAL			44

La ocupación prevista es de 44 personas sin presencia de público.

8. SUMINISTRO DE ENERGÍA

Para dar servicio a la instalación eléctrica objeto del presente proyecto, se partirá de la línea de alimentación existente, que parte desde un cuadro existente en la Terminal T-2 y que no son objeto de este proyecto, no modificándose la misma.

El esquema de puesta a tierra empleado es el denominado TN-S.

La tensión de suministro será de 230/400 V a la frecuencia industrial de 50 Hz.

9. ALCANCE DEL PROYECTO.

El alcance de este proyecto se resume en los siguientes puntos:

- Sustitución de los dos cuadros existentes, uno de climatización y otro para el resto de usos. Se sustituirán ambos cuadros por uno único.
- Desmonaje de la instalación de alumbrado existente.
- Instalación de nuevos circuitos de alumbrado y emergencia, según esquema unifilar.
- Sustitución de las luminarias existentes de 4x36 W con tubos fluorescentes por otras de 1x34 W de 60x60 cm para techo de empotrar.
- Sustitución de mecanismos de alumbrado y de usos varios.
- Sustitución de los circuitos y puestos de trabajo



Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

- El resto de los circuitos de otros usos se mantienen y se conectarán al nuevo cuadro.
- Las emergencias se mantienen las existentes, solo se instalará una nueva en la parte superior del cuadro general.

10. DESCRIPCIÓN RESUMIDA DE LA INSTALACIÓN.

Se proyecta un nuevo Cuadro de baja tensión, desde el que partirán los nuevos circuitos de alumbrado y emergencia. Así mismo, se conectarán al mismo los circuitos existentes de otros usos y de climatización.

Estos nuevos circuitos se instalarán por los falsos techos existentes, aprovechando las canalizaciones existentes, con las secciones indicadas en el esquema unifilar.

En base a la norma UNE 20.460-3, haremos una breve descripción de la instalación en los siguientes puntos y que desarrollaremos a lo largo de la presente memoria, describiendo el tipo de instalación y los materiales empleados.

10.1. Potencia de alimentación y factores de simultaneidad

- Potencia modificada 27.712 W
- Factor de simultaneidad en fuerza según el caso
- Factor de simultaneidad en alumbrado 1,0

10.2. Sistema de distribución.

- Esquema TN-S

10.3. Esquemas de distribución.

- Corriente alterna monofásica con dos conductores
- Corriente alterna trifásica con tres conductores
- Corriente alterna trifásica con cuatro conductores

10.4. Influencias externas

- | | |
|--------------------------|-----------------------------------|
| | Código |
| • Temperatura ambiente | AA5 (+5°C +40°C) |
| • Condiciones climáticas | AB5 (Loc. prot. temp. controlada) |



Madrid
Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

- Altitud AC1 (< 2000 m)
- Presencia de agua AD1 (Despreciable)
- Presencia de cuerpos sólidos extraños AE1 (Despreciable)
- Presencia de sustancias corrosivas o
- contaminantes AF1 (Despreciable)
- Vibraciones AH1 (Débiles)
- Presencia de flora y/o moho AK1 (No peligrosa)
- Presencia de fauna AL1 (No peligrosa)
- Influencias electromagnéticas,
- electrostáticas o ionizantes AM1 (Despreciable)
- Radiaciones solares AN1 (Baja)
- Efectos sísmicos AP1 (Despreciable)
- Rayo, nivel cerámico AQ1 (Despreciable)
- Movimiento del aire AR1 (Bajo)
- Viento AS1 (Bajo)

10.5. Utilización

- Capacidad de las personas BA1 (Ordinarias) BA5 (Calificadas)
- Contactos de personas con el potencial de tierra BC3 (Frecuentes)
- Condiciones de evacuación en una emergencia BD1 (Normal)
- Naturaleza de materiales procesados o almacenados BE1 (Sin riesgo de incendio)
- Materiales de construcción CA1 (No combustible)
- Diseño de edificios CB1 (Riesgo despreciable)

10.6. Compatibilidad de materiales

Se dispondrán de todas las medidas necesarias para evitar que cualquier equipo eléctrico pueda tener efectos nocivos sobre otros materiales eléctricos y/o servicios, así como evitar que pueda alterarse el funcionamiento y características de la fuente de alimentación.

10.7. Mantenibilidad

La instalación dispondrá de un equipo de mantenimiento con personal cualificado, que deberá realizar revisiones periódicas, que aseguren la correcta eficacia de las medidas de seguridad y funcionales de la instalación.



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
 Documento registrado con el número: 2308447/01 el día 03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-70457
 PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

10.8. Clasificación de la instalación

La instalación objeto de este Proyecto, es una instalación singular dentro del aeropuerto y se clasifica en su totalidad como “ZONA SEGURA, EN LOCALES DE REUNIÓN, TRABAJO Y USOS SANITARIOS < 50 PEROSNAS (NO LOCAL DE PÚBLICA CONCURRENCIA)”

11. DATOS DE SUMINISTRO.

Para la realización de esta memoria, se han requerido de los siguientes datos:

- Coeficiente de simultaneidad de la instalación = 1.
- Tensión de suministro: **230/400 V**
- Factor de descarga = **1,8**.
- Cos Phí = **0,85**
- Caída de tensión máxima para la derivación individual: 1%

Debido a que la instalación existente se encuentra alimentada con un centro de transformación propio, las caídas de tensión máximas permitidas desde el origen de la instalación hasta los diferentes puntos de consumo son:

- Caída de tensión máxima alumbrado desde el origen: **4.5%**
- Caída de tensión máxima otros usos desde el origen: **6.5%**.

12. PREVISIÓN DE CARGAS

12.1. Potencia instalada.

Debido a que se sustituye el cuadro general, la potencia instalada corresponde a la potencia máxima que soporta el automático general, siendo este de 4x40A, por lo que, la potencia instalada es de 27.712 W.

13. DISPOSITIVOS DE MANDO Y PROTECCIÓN.

Se cumplirá con las prescripciones de la ITC-BT-17 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

13.1. Protección contra contactos directos e indirectos.

Se cumplirá con las prescripciones de la ITC-BT-24 de Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

Este sistema de protección, consiste en la puesta a tierra de las masas, que esté asociado a un dispositivo de corte automático, sensible a la intensidad de defecto, que origine la desconexión de la instalación defectuosa. Se montará una instalación de puesta a tierra común a todo el local y se acometerá en el cuadro general del local, desde aquí partirá a los distintos cuadros o receptores, con sección nominal del conductor de protección igual al conductor neutro de la línea de alimentación y de acuerdo con la ITC-BT-19 tabla 2 y con aislamiento similar al de estos.

La red de tierras debe tener una resistencia tal que la tensión de defecto en cualquier punto de la instalación sea inferior a 24V.

Se unirán a tierra todas las masas de los receptores de la instalación.

El esquema empleado para la protección es el TN-S

13.2. Protección contra sobreintensidades y cortocircuitos.

Se cumplirá con las prescripciones de la ITC-BT-22 de Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos (interruptores automáticos magnetotérmicos) de los circuitos interiores, tendrán los polos protegidos que corresponda a número de fases del circuito que protegen y sus características de interrupción estarán de acuerdo con las corrientes admisibles en los conductores del circuito que protegen y serán de corte omnipolar.

Todos los circuitos estarán protegidos contra sobreintensidades y cortocircuitos, el amperaje de fusible o automático de protección estará en función de límite de corriente admisible térmicamente por el conductor, se admiten como sistemas de protección contra cortocircuitos los fusibles con características adecuadas y los automáticos magnetotérmicos.

En todos los cuadros de mando y protección de colocará un interruptor automático de corte general.

Las protecciones magnetotérmicas de un cuadro eléctrico deben seleccionarse de acuerdo a las características requeridas en cuanto a calibre, sensibilidad, curva de disparo y selectividad con las protecciones aguas arriba y aguas abajo.

Todas las protecciones deberán tener un poder de corte mínimo de 6KA, y superior en los casos en que se calcule que sea necesario.

En caso de no poder garantizarse dicha selectividad deberá acordarse con la Sección de Baja Tensión la solución a adoptar que puede pasar por:

- Sustitución de protecciones aguas arriba.
- Sustitución de protecciones aguas abajo.



Madrid
Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº. 0016538

VISADO

- Instalación de interruptores no automáticos de corte en carga.

Se utilizarán preferentemente interruptores automáticos calibrados según el esquema unifilar.

13.3. Instalación de analizadores de red

Todas las acometidas nuevas que se instalen deberán ir acompañados de la instalación de un analizador de redes (gammas Diris/Digiware de SOCOMEC, PM55560 para carril DIN de Schneider o similar.

Protección del equipo: Para la instalación de dicho equipo se seguirán las siguientes indicaciones:

Las alimentaciones a los equipos de medida deberán protegerse adecuadamente mediante alguno de los siguientes dispositivos:

- Interruptor magnetotérmico de 6A. Deberá de alimentarse aguas arriba del interruptor a monitorizar. Dicha alimentación, en función del espacio disponible, podría compartirse entre varios equipos de medida, previa autorización de la Sección de Baja Tensión. En ningún caso se permitirá que una misma protección alimente equipos de protección frente a corriente diferencial-residual y analizadores de red.
- Fusibles 1A. Cada analizador de red deberá colgar de una protección exclusiva.
- Estos equipos deberán dimensionarse para un poder de corte adecuado, al igual que el de resto de los equipos del cuadro.

Las tomas de medida de los analizadores se realizarán de la siguiente forma:

- Referencias de tensión. Se instalarán aguas abajo del interruptor que se está monitorizando. En todos los casos, y salvo que no se indique nada más restrictivo, la sección mínima de todos los conductores será de 2,5mm². Deberán instalarse protecciones adecuadas para esta conexión.
- Trafos de intensidad. Se instalarán aguas abajo del interruptor que se está monitorizando. La sección mínima de los conductores será en este caso de 4mm². La relación de transformación deberá ser la adecuada para el calibre del interruptor. Deberán instalarse regletas o bornes de verificación para esta conexión.

Todos los equipos auxiliares se instalarán siguiendo la normativa específica al respecto y las recomendaciones del fabricante.



Madrid
Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº. 0016538

VISADO

14. CONDUCTORES.

No se permite el empleo de cables multiconductores con secciones superiores a 35 mm².

Únicamente se permite el uso de conductores de cobre, en ningún caso de Aluminio, salvo aprobación expresa de la Sección de Baja Tensión.

Todo el cableado instalado en el Aeropuerto deberá ser, al menos, de la siguiente clasificación según CPR: Cca-s1b,d1,a1, y dicho marcado deberá aparecer indicado a lo largo de la cubierta del cable.

Si procede, las secciones mínimas especificadas a continuación deben aumentarse a fin de cumplir los criterios expuestos en las sucesivas secciones de este documento.

Las secciones mínimas a emplear para los conductores de fase y neutro serán las siguientes:

- 6 mm² para redes subterráneas para distribución en baja tensión (epígrafe 1 de la ITC-BT-07 del R.D.842/2002);
- 6 mm² para instalaciones de alumbrado exterior (epígrafe 5.2.1 de ITC-BT-09 del R.D. 842/2002);
- 2,5 mm² para instalaciones interiores, incluidas las de alumbrado interior o de fachadas exteriores.

Todas las fases deben contar con la misma sección.

La sección del conductor neutro no debe ser inferior a la sección de las fases, independientemente de la naturaleza de la instalación.

La sección de los conductores se calculará según la carga intensidad del conductor neutro, como se apunta en la norma UNE-HD 60364-5-52. En este caso la sección de los conductores de fase no debe ser inferior a la del conductor neutro.

Los conductores de fase no deben presentar secciones superiores a 240 mm². En caso de necesitarse instalar más de una terna las secciones deberán ser las mismas.

Las líneas tendrán una sección adecuada a la intensidad a transportar y a la caída de tensión que pueda producirse, no debiendo exceder está del 4.5% para alumbrado y 6.5% para otros usos, debido a que el edificio cuenta con un centro de transformación propio.

Los conductores empleados serán con aislamiento XLPE, con una tensión nominal nunca inferior a 1.000 V, con bajo contenido en halógenos y opacidad reducida, marcas de primera categoría, de sección adecuada a los circuitos a alimentar e irán instalados bajo tubos protectores.

En el caso de líneas en montaje sobre bandeja por falso techo o por falso suelo, se emplearán conductores de cobre con un aislamiento de 1.000 V, no propagadores del incendio con a baja emisión de humos y opacidad reducida.

La sección se calculará según la norma UNE 20.460-5-523, aplicando en cada caso el correspondiente factor de corrección y sin sobrepasar la caída de tensión máxima admisible.



Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO LEDESMA MORENO, Colegado nº 0016538

VISADO

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de materia aislante, o si son metálicas, estarán protegidas contra la corrosión.

En ningún caso se unirán los conductores mediante empalmes o derivaciones realizados por simple arrollamiento o retorcimiento entre sí de los conductores, sino que se realizará utilizando bornes de conexión, y siempre se realizarán en cajas de conexión.

La identificación de los conductores se realizará mediante colores normalizados, siendo los colores empleados los siguientes:

- Para el caso de líneas monofásicas, el conductor activo será de color negro, el conductor neutro será de color azul y el conductor de tierra o protección será de color amarillo-verde.
- Para el caso de líneas trifásicas, los conductores activos serán de color negro, marrón y gris, el conductor neutro será de color azul y el conductor de tierra o protección será de color verde-amarillo.

Todas las líneas eléctricas deberán marcarse, al menos, en los siguientes casos:

- Cada 15 metros de recorrido
- En todos los cambios de dirección del recorrido.
- A la entrada y salida de cuartos eléctricos.
- En las entradas y salidas de patinillos.

La identificación de la línea se hará indicando el nombre del circuito que aparezca marcado en el cuadro eléctrico. En caso de ser líneas de alimentación a cuadros secundarios se deberán nombrar de la siguiente forma:

CODIGO CUADRO AGUAS ARRIBA -> CODIGO CUADRO AGUAS ABAJO.

Por ejemplo, en el caso de una línea que salga del cuadro 300203.02N003056 que alimente el cuadro secundario

300203.02N056078 lo que deberá marcarse en la acometida es:

300203.02N003056 -> 300203.02N056078

14.1. Aislamiento y cubierta de los materiales conductores.

Instalaciones interiores.

Las líneas eléctricas a base de cables con cubierta (multiconductores o unipolares) destinadas a alimentar cargas de tipo general deben ser de tipo RZ1-K (AS) 0,6/1 kV UNE 21123-4. Por su parte, las líneas eléctricas a base de cables con cubierta (multiconductores o unipolares) destinadas a alimentar servicios de seguridad deben ser de tipo RZ1-K (AS+) 0,6/1 kV PH 90 UNE 211025 (téngase en cuenta que este material debe ser conforme con la norma UNE-EN 50200).



Madrid
Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

Conexión interior de cuadros

El conexionado interior de cuadros debe realizarse mediante conductores aislados tipo H07Z1-K (AS) UNE 211002 para el caso de alimentaciones a cargas de tipo general. En el caso de servicios de seguridad deben emplearse conductores aislados de tipo RZ1-K (AS+) 0,6/1 k V PH 90 UNE.

14.2. Características de los conductores a emplear.

14.2.1. Características de los cables de tipo RZ1-K (AS) 0,6/1 kV conformes a la norma UNE 21123-4

Los cables tipo RZ1-K (AS) 0,6/1 kV UNE 21123-4 prescritos en este documento presentan las siguientes características:

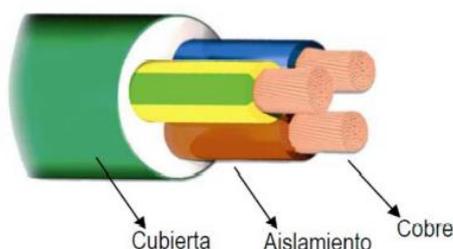
1. **Denominación:** RZ1-K (AS) 0,6/1 kV UNE 21123-4, Cca-s1b,d1,a1 CPR
2. **Tensión asignada (kV):** 0,6/1 kV
3. **Temperatura máxima en servicio permanente (°C):** 90
4. **Temperatura máxima en cortocircuito inferior a 5 s (°C):** 250
5. **Norma constructiva:** UNE 21123-4
6. **Componentes:**
 1. Conductor de cobre electrolítico recocido flexible clase 5 conforme a la norma UNE-EN 60228
 2. Aislamiento polietileno reticulado XLPE tipo DIX 3 UNE HD 603-1
 3. Cubierta de poliolefina color verde.
7. **Comportamiento al fuego:**
 1. No propagador de la llama (norma UNE-EN 60332-1-2)
 2. No propagador del incendio (normas UNE-EN 50266-2-4)
 3. Baja emisión de gases tóxicos: emisión de monóxido de carbono, dióxido de carbono y ácido clorhídrico inferior al 0,5 % (norma UNE-EN 60754)
 4. Baja opacidad de humos: transmitancia lumínica del humo emanado igual al 90 % a los 15 minutos (norma UNE EN 61034-2)
 5. Bajo índice de acidez de los gases de combustión (normas UNE-EN 60754). En caso de incendio, el índice de acidez y la conductividad los gases emanados cumplen con las normas UNE-EN 60754 e IEC 60754-2+A1. Ph no inferior 4,3 y conductividad máxima no superior a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$.



Madrid
Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO



14.2.2. Características de los cables tipo RZ1-K (AS+) 0,6/1 kV PH conformes a la norma UNE 211025

Los cables tipo RZ1-K (AS+) 0,6/1 kV PH 90 UNE 211025 prescritos en este documento presentan las siguientes características:

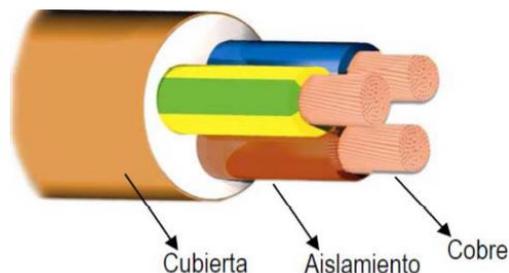
1. **Denominación:** RZ1-K (AS+) 0,6/1 kV UNE 211025, Cca-s1b,d1,a1 CPR
2. **Tensión asignada (kV):** 0,6/1 kV
3. **Temperatura máxima en servicio permanente (°C):** 90
4. **Temperatura máxima en cortocircuito inferior a 5 s (°C):** 250
5. **Norma constructiva:** UNE 211025
6. **Componentes:**
 1. Conductor de cobre electrolítico recocido flexible clase 5 conforme a la norma UNE-EN 60228
 2. Aislamiento reticulado
 3. Cubierta de poliolefina según norma UNE 21123-4 color anaranjado.
7. **Comportamiento al fuego:**
 1. No propagador de la llama (norma UNE-EN 60332-1-2)
 2. No propagador del incendio (norma UNE-EN 50266-2-4)
 3. Baja emisión de gases tóxicos: emisión de monóxido de carbono, dióxido de carbono y ácido clorhídrico inferior al 0,5 % (norma UNE-EN 60754)
 4. Baja opacidad de humos: transmitancia lumínica del humo emanado igual al 90 % a los 15 minutos (norma UNE EN 61034-2)
 5. Bajo índice de acidez de los gases de combustión (normas UNE-EN 60754). En caso de incendio, el índice de acidez y la conductividad los gases emanados cumplen con las normas UNE EN UNE-EN 60754 e IEC 60754-2+A1. Ph no inferior a 4,3 y conductividad máxima no superior a 100 μ S/cm.
 6. Resistencia al fuego: PH 90 (norma UNE-EN 50200).



Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO



14.2.3. Características de los cables tipo H07Z1-K (AS) conformes a la norma UNE 211002

Los cables tipo H07Z1-K (AS) UNE 211002 prescritos en este documento presentan las siguientes características:

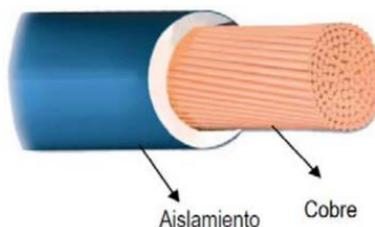
1. **Denominación:** H07Z1-K (AS) UNE 211002, Cca-s1b,d1,a1 CPR
2. **Tensión asignada (V):** 450/750 V
3. **Temperatura máxima en servicio permanente (°C):** 90
4. **Temperatura máxima en cortocircuito inferior a 5 s (°C):** 160
5. **Norma constructiva:** UNE 211002
6. **Componentes:**
 1. Conductor de cobre electrolítico recocido flexible clase 5 conforme a la norma UNE-EN 60228
 2. Aislamiento a base de poliolefina termoplástica.
7. **Comportamiento al fuego:**
 1. No propagador de la llama (norma UNE-EN 60332-1-2)
 2. No propagador del incendio (norma UNE-EN 50266-2-4)
 3. Baja emisión de gases tóxicos: emisión de monóxido de carbono, dióxido de carbono y ácido clorhídrico inferior al 0,5 % (norma UNE-EN 50267-2-1)
 4. Baja opacidad de humos: transmitancia lumínica del humo emanado igual al 90 % a los 15 minutos (norma UNE EN 61034-2)
 5. Bajo índice de acidez de los gases de combustión (normas UNE-EN 60754). En caso de incendio, el índice de acidez y la conductividad los gases emanados cumplen con las normas UNE-EN 60754 e IEC 60754-2+A1. Ph no inferior a 4,3 y conductividad máxima no superior a 100 μ S/cm.



Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO



14.3. Cálculo de la sección de conductores a instalar

La mínima sección de conductores a instalar debe ser la más mayor de las siguientes:

- Sección mínima por cortocircuito;
- Sección mínima por caída de tensión;
- Sección mínima por intensidad admisible en régimen permanente.

En los siguientes apartados, se presenta una colección de hipótesis a fin de homogeneizar el cálculo.

Es condición indispensable para la aprobación de los cálculos de las secciones que se atiendan a las temperaturas de cálculo, para dichas temperaturas las conductividades del Cobre se podrán tomar como:

- Conductividad Cobre en frío (20°C) 56 m/Ω mm².
- Conductividad Cobre en caliente para cableado PVC (70°C) = 48 m/Ω mm².
- Conductividad Cobre en caliente para cableado XLPE (90°C) = 43,75 m/Ω mm².

14.3.1. Hipótesis de cálculo de la sección mínima por cortocircuito.

Para calcular la sección mínima por cortocircuito se debe atender a las siguientes condiciones:

- El defecto lo despeja el interruptor de protección de la propia línea, esto es, no se considera el fallo del interruptor de protección.
- Conductor frío (20°C) para el cálculo de la intensidad de cortocircuito máxima
- Conductor caliente (70°C en PVC y 90°C en XLPE) para el cálculo de la intensidad de cortocircuito mínima
- Se desprecian las impedancias de conexiones
- La red de alta tensión se considera de potencia infinita



Madrid
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día 03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-70457
 PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

14.3.2. Hipótesis de cálculo de la sección mínima por caída de tensión.

A continuación, se enumeran una serie de requisitos, complementarios a los prescritos por el R.D. 842/2002 en cada caso, que deben considerarse dada la complejidad del entramado aeroportuario.

Para realizar el cálculo de la sección mínima por caída de tensión se debe suponer que el conductor se encuentra en caliente (70°C en PVC y 90°C en XLPE).

Además, para el caso de secciones no inferiores a 120 mm², se debe considerar el efecto de la reactancia dado que su influencia es especialmente significativa en secciones elevadas. Se deben considerar los siguientes valores mínimos (norma UTE C 15-105):

- 0,08 Ω/km para el caso de cables multiconductores o cables unipolares instalados en trébol
- 0,09 Ω/km para el caso de cables unipolares instalados en plano (peinados)
- 0,13 Ω/km para el caso de cables unipolares instalados separados con una distancia igual a su diámetro.

La caída de tensión máxima admisible desde el embarrado del cuadro general de baja tensión hasta el consumidor (carga o cuadro secundario) deberá consultarse a la Sección de Baja Tensión. Debido a la disparidad de instalaciones y características existentes las instalaciones del Aeropuerto es probable que se requiera de un replanteo para la definición de dicho valor.

Para la realización de dicho replanteo se deberá entregar una previsión de cargas, cumpliendo los requisitos de este documento, para que el personal de Baja Tensión pueda tomar la decisión más adecuada en cada caso, ateniéndose a los criterios de:

- Proximidad al punto de alimentación.
- Limitación de potencia disponible.
- Seguridad de instalación.
- Simplicidad de recorridos en las acometidas.

14.3.3. Hipótesis de cálculo de la sección mínima por intensidad admisible.

Como se indica en el R.D. 842/2002, se debe atender a lo prescrito en la norma UNE HD 60364-5-52, existiendo coordinación entre la protección de cabecera de la línea y su intensidad admisible.

Los coeficientes de corrección a emplear dependen de la naturaleza de la instalación. No obstante, se deben considerar unos umbrales mínimos atendiendo a la escalabilidad de la



Madrid
Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

instalación y a lo existente. En ocasiones estos coeficientes mínimos podrán ser modificados según las indicaciones de la Sección de Baja Tensión.

15. CUADROS ELECTRICOS.

Estarán formados por un armario de doble envolvente, con puerta opaca abisagrada y provista de llave de seguridad.

El Cuadro General contendrá los elementos indicados en el esquema unifilar correspondiente, barras de cobre para la conexión de las Líneas, bornes de conexión marcados con elementos apropiados y contendrá en su interior un esquema unifilar con todos los elementos instalados, así como las instrucciones de manejo del mismo.

La carcasa de estos armarios estará conectada a tierra, así como la puerta de los mismos.

Las características generales del cuadro serán:

- Tendrán un espacio libre del 25% para ampliaciones.
- Las envolventes serán de las dimensiones y módulos necesarios de Schneider Electric, estará formada por paneles de chapa metálica y dispondrán de puerta/s transparente/s con llave con todos los accesorios. Los paneles de cierre superior dispondrán con abertura o marco espaciador que facilite la salida del cableado hacia techo mediante bandeja de rejilla.
- El cableado interior será cero halógenos. Las líneas se tenderán perfectamente ordenadas y grapadas con collarines. Las agrupadas irán, además, alojadas en el interior de canaletas ranuradas.
- La marca de toda la aparamenta será SCHNEIDER ELECTRIC.
- Las protecciones vendrán con fase protegida y neutro protegido (2P, 4P), calibre y número de polos según unifilar. Todos los serán con fase protegida y neutro protegido.
- Todo el alumbrado que parta del cuadro se repartirá entre tres grupos monofásicos formados por magnetotérmico y diferencial y aguas abajo las protecciones magnetotérmicas para los circuitos que sean necesarias. El alumbrado de las áreas generales y públicas se repartirá entre estos tres grupos.

15.1. Dispositivos de Mando y Protección.

Se cumplirá con las prescripciones de la ITC-BT-17 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos (interruptores automáticos magnetotérmicos) de los circuitos interiores, tendrán los polos protegidos que corresponda a



Madrid
Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO IÑEZMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

número de fases del circuito que protegen y sus características de interrupción estarán de acuerdo con las corrientes admisibles en los conductores del circuito que protegen y serán de corte omnipolar.

16. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN.

16.1. Alumbrado ambiente.

La iluminación del local se realizará fundamentalmente con luminarias tipo led.

Se han establecido, en general, varios encendidos por zonas en orden de poder obtener ahorro de energía.

Se garantizan los niveles de iluminación en las zonas de circulación establecidos en el Documento Básico de Seguridad SUA-4:

- El factor de iluminación media será mínimo del 40 %.
- El valor de la eficiencia energética de la instalación (VEEI) no excederá de un valor límite en zonas comunes considerándose éstas de no representación.
- Las luminarias empleadas tienen un rendimiento energético elevado, al ser de tipo fluorescente en su totalidad y un rendimiento cromático adecuado a los fines que se persiguen.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra.

Para lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1.8 veces la potencia en vatios de las lámparas.

Los circuitos mínimos a instalar en los lugares donde se reúna público serán igual a superior a tres, de tal modo que, en caso de corte de cualquiera de los circuitos, no afecte a más de 1/3 del total de las lámparas instaladas.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra.

Para los lavabos y aseos, se instalarán igualmente luminarias con lámpara de tipo led.

En el interior de los cuartos técnicos y zonas húmedas, se instalarán aparatos de iluminación estancos capaces de soportar proyecciones de agua, con un grado de protección mínimo IPX4.

El tipo de luminaria a instalar, se indica en los planos de la planta correspondiente.

Se acompaña a esta memoria el estudio luminotécnico correspondiente.



Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

16.2. Alumbrado de Emergencia.

Cumpliendo lo previsto por la Sección SU4 del CTE, el edificio quedará dotado de un sistema de alumbrado de emergencia para que en caso de fallo del alumbrado normal proporcione la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, evite situaciones de pánico y permita la visión de señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y los medios de protección existentes.

El alumbrado de emergencia quedará constituido por luminarias de emergencia autónomas con baterías de capacidad mínima de una hora, para indicar los caminos de evacuación del edificio, proporcionando una iluminancia mínima de 1 lux a nivel del suelo a lo largo del eje central y 0,5 lux en la banda central que comprende al menos la mitad de la anchura de la vía. Además, en los puntos en los que están situados los equipos de seguridad, las instalaciones de protección contra incendios de utilización manual y los cuadros de distribución de alumbrado, la iluminancia horizontal será de 5 lux como mínimo.

En los planos correspondientes se indica la ubicación de los mismos, de tal manera que quedarán situados en las puertas de los recorridos de evacuación, en las escaleras y otros posibles cambios de nivel, y en los cambios de dirección e intersecciones de pasillos. La altura mínima de colocación será de 2 m sobre el nivel del suelo.

El alumbrado de emergencia estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente con corte breve cuando se produce el fallo del alumbrado general, o cuando la tensión de este baje a menos del 70% de su valor nominal. Los equipos instalados serán capaces de proporcionar al menos el 50% del nivel de iluminación requerido al cabo de 5 segundos, y el 100% a los 60 segundos.

La instalación de este alumbrado será fija y su alimentación está prevista que se realice a través del cuadro de Emergencia, utilizando el suministro exterior para proceder a su carga.

Las líneas que alimentan estos aparatos se realizarán con conductores aislados tipo RZ1 0.6/1 KV (AS), instalados sobre bandeja metálica por el falso techo.

Los cables eléctricos a utilizar serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, es decir, de características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 (partes 4 o 5), o la norma UNE211002.

Las líneas que alimenten directamente los circuitos individuales de las lámparas de los aparatos de los alumbrados de emergencia estarán protegidas por automáticos con una intensidad nominal de 10 amperios como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz y con un mínimo de 3 circuitos para todo el local, aunque el número de puntos sea inferior a 12.

Las luminarias de emergencia serán del mismo tipo de las indicadas para el alumbrado normal.



Madrid
**Colegio Oficial de
 Ingenieros Técnicos
 Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
 03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
 70457
 PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

17. JUSTIFICACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN.

17.1. Diseño de la instalación.

En el diseño de la instalación de iluminación del edificio se han seguido las indicaciones que le son de aplicación según lo estipulado por el Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico HE Sección 3.

Entre otras características, la instalación cuenta con sistemas de encendido y apagado manual en todas las zonas, disponiéndose de sistemas de detección de presencia o temporización para aquellas zonas de uso esporádico. Además, los equipos a instalar deberán cumplir con sus normativas correspondientes; en particular las lámparas de fluorescencia, que se atenderán a lo dispuesto por el Real Decreto 838/2002, de 2 de agosto por el que se establecen los requisitos de eficiencia energética de los balastos de lámparas fluorescentes.

Para garantizar que los parámetros luminotécnicos de las luminarias se conservan a lo largo de tiempo, se deberá cumplir el siguiente Plan de Mantenimiento, que garantizará el cumplimiento de valor de eficiencia energética durante toda la vida útil de la instalación:

17.2. Plan de mantenimiento

Para que el alumbrado funcione satisfactoriamente, éste tiene que ser mantenido regularmente, ya que sólo así se mantendrá la merma de luz por envejecimiento de la instalación dentro de unos límites aceptables.

Los valores mínimos que establece la norma EN 12464 para intensidades lumínicas son valores de mantenimiento, es decir, se basan en un valor nuevo (de montaje) y un mantenimiento a definir.

Evidentemente lo mismo se aplica también a los valores calculados, que sólo podrán lograrse si en la práctica se aplica consecuentemente el plan de mantenimiento en que se basan.

Informaciones generales sobre los locales	
Condiciones ambientales del local:	Normal
Intervalo de mantenimiento del local:	Anual
Downlight empotrables 1x18W/830	
Influencia de las superficies del local por reflexión:	pequeño ($k \leq 1.6$)
Tipo de iluminación:	Directo
Intervalo de mantenimiento de las luminarias:	Anual
Tipo de luminarias:	Cerrado IP2X (según CIE)
Período de operación por año (x 1000 horas):	2.58
Intervalo de cambio de lámparas:	Anual



Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO LEDESMA MORENO, Colegado nº 0016538.

VISADO

Tipo de lámpara:	Lámpara fluorescente de tres bandas (según CIE)
Cambio inmediato de lámparas fundidas:	Sí
Factor de mantenimiento de las superficies del local:	0.94
Factor de mantenimiento de las luminarias:	0.82
Factor de mantenimiento del flujo luminoso:	0.93
Factor de durabilidad de las lámparas:	1.00
Factor de degradación:	0.72

Pantalla estanca fluorescente 1xTL-D36W/830	
Influencia de las superficies del local por reflexión:	pequeño (k <= 1.6)
Tipo de iluminación:	Directo
Intervalo de mantenimiento de las luminarias:	Anual
Tipo de luminarias:	Cerrado IP2X (según CIE)
Período de operación por año (x 1000 horas):	2.58
Intervalo de cambio de lámparas:	Anual
Tipo de lámpara:	Lámpara fluorescente de tres bandas (según CIE)
Cambio inmediato de lámparas fundidas:	Sí
Factor de mantenimiento de las superficies del local:	0.94
Factor de mantenimiento de las luminarias:	0.82
Factor de mantenimiento del flujo luminoso:	0.93
Factor de durabilidad de las lámparas:	1.00
Factor de degradación:	0.72

En el mantenimiento de luminarias y lámparas, se deberán seguir en cualquier caso las instrucciones dadas al respecto por los respectivos fabricantes.

18. PUESTA A TIERRA.

Para evitar la formación de cargas estáticas, se dispondrá de un circuito de tierra, de resistencia inferior a 20 Ohmios, conectado a todas las partes metálicas no sometidas a tensión de los distintos cuadros, canalizaciones metálicas, aparellaje y carcasas metálicas de los receptores.

La toma de tierra se realizará con uno o varios electrodos de las características siguientes:

- Placa de acero galvanizado de 0,5 m². de superficie mínima y espesor no inferior a 2,5 mm.
- Pica de acero cobrizado de longitud no inferior a 1.5 metros y 14 mm. de diámetro.

Dichos electrodos irán enterrados en pozos de profundidad no inferior a 1,5 metros, que se rellenarán de carbón, sales y tierra vegetal para mejorar la resistividad natural del terreno. Estos pozos, se proveerán de una arqueta registrable y de un orificio para riego, por el que se añadirá agua periódicamente.


Madrid
Colégio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
 Documento registrado con el número: 2308447/01 el día 03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-70457
 PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538
VISADO

Las secciones empleadas en el circuito de tierra, serán en todo caso iguales o superiores a los siguientes valores:

- 35 mm². para las líneas de enlace con tierra.
- 16 mm². para las líneas principales de tierra.

Las líneas que enlazan las masas al conductor de tierra con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos, es decir los conductores que enlazan las diferentes masas con los bornes principales de tierra, son conductores de protección.

Los conductores de protección serán de cobre con el mismo aislamiento que los conductores activos y se instalarán por la misma canalización de éstos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla siguiente en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

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

La sección de los conductores de protección no será en ningún caso inferior a 2,5 mm².

Los circuitos de tierra han de ser continuos eléctricamente, evitándose su seccionamiento mediante interruptores o fusibles, etc.

Todos los conductores de protección serán de cobre aislado para 750V e identificadas por el color amarillo-verde. Las correspondientes a las derivaciones individuales irán alojados junto a los conductores activos en el mismo tubo de protección y su dimensión será la indicada en los esquemas unifilares de proyecto.



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día 03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-70457
PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

Los conductores de protección continúan por los circuitos interiores conectando las masas metálicas con las barras de los cuadros secundarios, esta red ramificada discurrirá por el interior de los tubos que alojan los conductores de fase desde la toma de corriente y puntos de luz hasta el correspondiente cuadro de mando y protección. Sus secciones serán las indicadas en planos de proyecto y vienen definidas en función de la del conductor activo al que protegen según la tabla 2 de la Instrucción ITC-BT 18 y siempre será de menor sección que la línea con la que enlazan con el fin de conseguir una línea eléctricamente continua y de sección creciente hasta el borne de pat.

Teniendo en cuenta que las luminarias disponen de masas metálicas accesibles, éstas se conectarán inexcusablemente a los conductores de protección bien sea a las clemas de las luminarias o de forma manual, conductores que serán de cobre con un aislamiento igual a los de fase, siempre definidos por el color verde-amarillo y de sección mínima de 1,5 mm².

En el caso de que las derivaciones procedan de masas a las que no afecten canalizaciones de alimentación de energía, las secciones mínimas serán de 2,5 mm² y siempre discurrirán en el interior de tubos flexibles empotrados en la pared (protección mecánica).

En la ejecución de la Red de tierras, se seguirán las Instrucciones dadas por la ITC BT 018.

El electrodo está dimensionado de modo que la resistencia tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella. Dicho valor de resistencia será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

*24 V en local o emplazamiento conductor.

*50 V en los demás casos.

Para el cálculo de la resistencia estimada de puesta a tierra se tendrán en cuenta el número de picas de cobre enterradas, la longitud de conductor de cobre desnudo enterrado, y la conductividad del terreno en el que se encuentra la edificación.

$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{R_a} + \frac{1}{R_p}}$$

Donde:

R_t es la resistencia total de p.a.t., en Ω.

R_a es la resistencia del anillo enterrado, en Ω.



Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

R_p es la resistencia de las picas de cobre enterradas, en Ω .

$$R_a = \frac{2 \cdot \rho}{L}$$

Donde:

ρ es la resistividad del terreno en Ω m.

L es la longitud de conductor enterrado en metros.

$$R_p = \frac{\rho}{L \cdot N}$$

Donde:

ρ es la resistividad del terreno en Ω m.

L es la longitud de la pica (2m).

N es el número de picas instaladas.

El valor de la resistencia de tierra será comprobado en el momento de dar de alta la instalación y, al menos anualmente, en la época en que el terreno esté más seco.



Madrid
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día 03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-70457
PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

19. CALCULOS ELÉCTRICOS.

Los cálculos eléctricos se han realizado con la ayuda del programa de cálculo Dmelect versión 23.1.0

19.1. Fórmulas e hipótesis de cálculo.

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \cos\varphi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times P_c \times X_u \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times U \times n \times R \times \cos\varphi) = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = P_c / U \times \cos\varphi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times P_c \times X_u \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times U \times n \times R \times \cos\varphi) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

P_c = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm².

$\cos\varphi$ = Coseno de fi. Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = N° de conductores por fase.

X_u = Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

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

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

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T .

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T .

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.018$$

$$Al = 0.029$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.00392$$

$$Al = 0.00403$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T_0 = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

T_{\max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{\max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$



Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

Donde:

Ib: intensidad utilizada en el circuito.

Iz: intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

In: intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, In es la intensidad de regulación escogida.

I2: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 In como máximo).
- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 In).

Fórmulas compensación energía reactiva

$$\cos\phi = P/\sqrt{(P^2 + Q^2)}$$

$$\operatorname{tg}\phi = Q/P$$

$$Q_c = P_x(\operatorname{tg}\phi_1 - \operatorname{tg}\phi_2)$$

$$C = Q_c \times 1000 / U^2 \times \omega; \text{ (Monofásico - Trifásico conexión estrella)}$$

$$C = Q_c \times 1000 / 3 \times U^2 \times \omega; \text{ (Trifásico conexión triángulo)}$$

Siendo:

P = Potencia activa instalación (kW).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

Qc = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

ϕ_1 = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

ϕ_2 = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

$\omega = 2\pi \times f$; f = 50 Hz.

C = Capacidad condensadores (F); $\times 1000000(\mu F)$.

Fórmulas Cortocircuito

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

Siendo,

I_{pccI}: intensidad permanente de c.c. en inicio de línea en kA.

C_t: Coeficiente de tensión.

U: Tensión trifásica en V.

Z_t: Impedancia total en mohm, aguas arriba del punto de c.c. (sin incluir la línea o circuito en estudio).

$$* I_{pccF} = C_t U_F / 2 Z_t$$

Siendo,

I_{pccF}: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en kA.

C_t: Coeficiente de tensión.

U_F: Tensión monofásica en V.

Z_t: Impedancia total en mohm, incluyendo la propia de la línea o circuito (por tanto es igual a la impedancia en origen mas la propia del conductor o línea).

* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

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

Siendo,

R_t: R₁ + R₂ + + R_n (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

X_t: X₁ + X₂ + + X_n (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

$$R = L \cdot 1000 \cdot C_R / K \cdot S \cdot n \quad (\text{mohm})$$

$$X = X_u \cdot L / n \quad (\text{mohm})$$

R: Resistencia de la línea en mohm.



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día 03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-70457
 PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

X: Reactancia de la línea en mohm.
 L: Longitud de la línea en m.
 C_R : Coeficiente de resistividad.
 K: Conductividad del metal.
 S: Sección de la línea en mm².
 Xu: Reactancia de la línea, en mohm por metro.
 n: n° de conductores por fase.

$$* t_{mcc} = C_c \cdot S^2 / I_{pcc} F^2$$

Siendo,
 t_{mcc} : Tiempo máximo en sg que un conductor soporta una I_{pcc} .
 C_c : Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento.
 S: Sección de la línea en mm².
 I_{pcc} : Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

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

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

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

Siendo,
 L_{max} : Longitud máxima de conductor protegido a c.c. (m) (para protección por fusibles)
 U_F : Tensión de fase (V)
 K: Conductividad
 S: Sección del conductor (mm²)
 Xu: Reactancia por unidad de longitud (mohm/m). En conductores aislados suele ser 0,1.
 n: n° de conductores por fase
 $C_t = 0,8$: Es el coeficiente de tensión.
 $C_R = 1,5$: Es el coeficiente de resistencia.
 I_{F5} = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5 sg.

* Curvas válidas. (Para protección de Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B	IMAG = 5 In
CURVA C	IMAG = 10 In
CURVA D Y MA	IMAG = 20 In

Fórmulas Embarrados

Cálculo electrodinámico

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

Siendo,
 σ_{max} : Tensión máxima en las pletinas (kg/cm²)
 I_{pcc} : Intensidad permanente de c.c. (kA)
 L: Separación entre apoyos (cm)
 d: Separación entre pletinas (cm)
 n: n° de pletinas por fase
 W_y : Módulo resistente por pletina eje y-y (cm³)
 σ_{adm} : Tensión admisible material (kg/cm²)



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día 03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-70457
 PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

Comprobación por solicitación térmica en cortocircuito

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}})$$

Siendo,

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

I_{cccs} : Intensidad de c.c. soportada por el conductor durante el tiempo de duración del c.c. (kA)

S: Sección total de las pletinas (mm²)

t_{cc} : Tiempo de duración del cortocircuito (s)

K_c : Constante del conductor: Cu = 164, Al = 107

Fórmulas Resistencia Tierra

Placa enterrada

$$R_t = 0,8 \cdot \rho / P$$

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

P: Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$R_t = \rho / L$$

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud de la pica (m)

Conductor enterrado horizontalmente

$$R_t = 2 \cdot \rho / L$$

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = 1 / (L_c/2\rho + L_p/\rho + P/0,8\rho)$$

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L_c : Longitud total del conductor (m)

L_p : Longitud total de las picas (m)

P: Perímetro de las placas (m)



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

19.2. Cálculo de líneas y protecciones.

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
DERIVACION IND.	27712	50	4x16+TTx16Cu	40	72	1.19	1.19	
Alumbrado 1	442	13	2x2.5+TTx2.5Cu	1.92	24	0.19	1.38	
Emergencias 2	100	13	2x2.5+TTx2.5Cu	0.43	24	0.04	1.23	
Alumbrado 3	510	27	2x2.5+TTx2.5Cu	2.22	24	0.46	1.65	
Emergencias 4	100	27	2x2.5+TTx2.5Cu	0.43	24	0.09	1.28	
Alumbrado 5	476	29	2x2.5+TTx2.5Cu	2.07	24	0.46	1.65	
Emergencias 6	100	29	2x2.5+TTx2.5Cu	0.43	24	0.1	1.29	
Alumbrado 7	306	35	2x2.5+TTx2.5Cu	1.33	24	0.36	1.55	
Emergencias 8	100	35	2x2.5+TTx2.5Cu	0.43	24	0.12	1.31	
Alumbrado 9	408	30	2x2.5+TTx2.5Cu	1.77	24	0.41	1.6	
Emergencias 10	100	30	2x2.5+TTx2.5Cu	0.43	24	0.1	1.29	
Alumbrado 11	544	15	2x2.5+TTx2.5Cu	2.37	24	0.27	1.46	
Emergencias 12	100	15	2x2.5+TTx2.5Cu	0.43	24	0.05	1.24	
Alumbrado 13	476	28	2x2.5+TTx2.5Cu	2.07	24	0.44	1.63	
Emergencias 14	100	26	2x2.5+TTx2.5Cu	0.43	24	0.09	1.28	
Alumbrado 15	280	25	2x2.5+TTx2.5Cu	1.22	24	0.23	1.42	
Emergencias 16	100	25	2x2.5+TTx2.5Cu	0.43	24	0.08	1.27	
Aldo Marquesina	100	16	2x2.5+TTx2.5Cu	0.43	24	0.05	1.24	
Aldo entrada	100	16	2x2.5+TTx2.5Cu	0.43	24	0.05	1.24	
Enchufes despachos	1200	26	2x2.5+TTx2.5Cu	5.22	24	1.04	2.23	
Enchufes pasillo	1200	26	2x2.5+TTx2.5Cu	5.22	24	1.04	2.23	
Enchufes despachos	1200	26	2x2.5+TTx2.5Cu	5.22	24	1.04	2.23	
Enchufes aseo	1200	26	2x2.5+TTx2.5Cu	5.22	24	1.04	2.23	
Red y Servidor	1200	28	2x2.5+TTx2.5Cu	5.22	24	1.12	2.31	
Termo	1600	28	2x2.5+TTx2.5Cu	6.96	24	1.49	2.68	
Portero automatico	100	10	2x2.5+TTx2.5Cu	0.43	24	0.03	1.22	
Climatizador 1	4000	26	4x2.5+TTx2.5Cu	5.77	22	0.57	1.76	
Climatizador 2	4000	26	4x2.5+TTx2.5Cu	5.77	22	0.57	1.76	
Climatizador 3	4000	26	4x2.5+TTx2.5Cu	5.77	22	0.57	1.76	
Climatizador 4	4000	26	4x2.5+TTx2.5Cu	5.77	22	0.57	1.76	

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm²)	IpscI (kA)	P de C (kA)	IpscF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curva válida
DERIVACION IND.	50	4x16+TTx16Cu	12	15	993.61	5.3			10:C
Alumbrado 1	13	2x2.5+TTx2.5Cu	2.21	10	418.33	0.73			10:C
Emergencias 2	13	2x2.5+TTx2.5Cu	2.21	10	418.33	0.73			10:C
Alumbrado 3	27	2x2.5+TTx2.5Cu	2.21	10	257.59	1.93			10:C
Emergencias 4	27	2x2.5+TTx2.5Cu	2.21	10	257.59	1.93			10:C
Alumbrado 5	29	2x2.5+TTx2.5Cu	2.21	10	244.19	2.14			10:C
Emergencias 6	29	2x2.5+TTx2.5Cu	2.21	10	244.19	2.14			10:C
Alumbrado 7	35	2x2.5+TTx2.5Cu	2.21	10	211.21	2.86			10:C
Emergencias 8	35	2x2.5+TTx2.5Cu	2.21	10	211.21	2.86			10:C
Alumbrado 9	30	2x2.5+TTx2.5Cu	2.21	10	238	2.26			10:C
Emergencias 10	30	2x2.5+TTx2.5Cu	2.21	10	238	2.26			10:C
Alumbrado 11	15	2x2.5+TTx2.5Cu	2.21	10	384.09	0.87			10:C
Emergencias 12	15	2x2.5+TTx2.5Cu	2.21	10	384.09	0.87			10:C
Alumbrado 13	28	2x2.5+TTx2.5Cu	2.21	10	250.71	2.03			10:C
Emergencias 14	26	2x2.5+TTx2.5Cu	2.21	10	264.86	1.82			10:C
Alumbrado 15	25	2x2.5+TTx2.5Cu	2.21	10	272.56	1.72			10:C
Emergencias 16	25	2x2.5+TTx2.5Cu	2.21	10	272.56	1.72			10:C
Aldo Marquesina	16	2x2.5+TTx2.5Cu	2.21	10	369	0.94			10:C
Aldo entrada	16	2x2.5+TTx2.5Cu	2.21	10	369	0.94			10:C
Enchufes despachos	26	2x2.5+TTx2.5Cu	2.21	4.5	264.86	1.82			16:C
Enchufes pasillo	26	2x2.5+TTx2.5Cu	2.21	4.5	264.86	1.82			16:C
Enchufes despachos	26	2x2.5+TTx2.5Cu	2.21	4.5	264.86	1.82			16:C
Enchufes aseo	26	2x2.5+TTx2.5Cu	2.21	4.5	264.86	1.82			16:C
Red y Servidor	28	2x2.5+TTx2.5Cu	2.21	4.5	250.71	2.03			16:C
Termo	28	2x2.5+TTx2.5Cu	2.21	4.5	250.71	2.03			16:C
Portero automatico	10	2x2.5+TTx2.5Cu	2.21	4.5	482.88	0.55			16:C



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día 03/10/2022. Puede validar el documento FV12998170-

VISADO

Climatizador 1	26	4x2.5+TTx2.5Cu	2.21	4.5	264.86	1.82			16;C
Climatizador 2	26	4x2.5+TTx2.5Cu	2.21	4.5	264.86	1.82			16;C
Climatizador 3	26	4x2.5+TTx2.5Cu	2.21	4.5	264.86	1.82			16;C
Climatizador 4	26	4x2.5+TTx2.5Cu	2.21	4.5	264.86	1.82			16;C

20. CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA

Debido a que se trata de una instalación existente, se medirá la resistencia de la red de tierras y se calculará la intensidad máxima de defecto de la instalación. A priori, se estima una resistencia de tierras de 0.4 ohms.

20.1. Cálculo de la intensidad máxima de defecto de la instalación

Según la ITC 024, para un esquema de tierras tipo TN-S, que es el caso de nuestra instalación, la tensión máxima de contacto se calcula aplicando la siguiente expresión:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

Donde:

Zs es la impedancia del bucle de defecto, incluyendo la de la fuente, la del conductor activo hasta el punto de defecto y la del conductor de protección, desde el punto de defecto hasta la fuente. Ia es la corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de corte automático en un tiempo como máximo igual al definido en la tabla 1 para tensión nominal igual a U0. En caso de utilización de un dispositivo de corriente diferencial-residual, Ia es la corriente diferencial asignada.

U0 es la tensión nominal entre fase y tierra, valor eficaz en corriente alterna., que será como máximo de 24 voltios para locales húmedos o mojados y 50 V para locales que no sean húmedos ni mojados.

Tabla 1

U ₀ (V)	Tiempos de interrupción (s)
230	0,4
400	0,2
> 400	0,1

Debido a que las tomas de corriente que alimentan a los receptores están protegidas con interruptores automáticos de 16 A, la tensión de defecto máxima será:

U = 16 x 0.4 = 6.4 V, Tensión muy inferior a los valores máximos permitidos.



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día 03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-70457
PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO **DEESMA MONTENO**, Colegiado nº 0016538

VISADO

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

21. ANEXO I: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

21.1. Objeto de este estudio

Según el Real Decreto 1.627/1997, el promotor está obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud. Este estudio se elabora por técnico competente designado por el promotor y contempla la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello, así como los que no puedan eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia.

Se incluyen también en este estudio las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

21.2. Condiciones de trabajo

Es conveniente, antes de entrar en el desarrollo de la identificación y delimitación de los riesgos inherentes a las actividades a desarrollar en esta obra definir el concepto de condiciones de trabajo, entendiendo por tal el conjunto de elementos que confluyen e inciden en el trabajador durante su actividad laboral, diferenciándose entre condiciones técnicas, físicas, higiénicas y psicosociales.

Respecto a las condiciones técnicas, se puede señalar la influencia de las características de los locales de trabajo, de sus instalaciones, de las máquinas, herramientas y útiles empleados; las condiciones físicas se refieren a factores tales como la iluminación, ventilación, temperatura, ruido, vibraciones y humedad; las condiciones higiénicas quedan establecidas en función de los posibles contaminantes químicos, tales como polvos, humos o gases; las condiciones psicosociales vienen definidas por cuestiones tales como la insatisfacción laboral, la monotonía, la inestabilidad laboral, los ritmos y jornadas de trabajo, la carga física, las relaciones con los compañeros, con los mandos o con los clientes.



Madrid
**Colegio Oficial de
 Ingenieros Técnicos
 Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
 03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
 70457
 PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº. 0016538

VISADO

21.3. Técnicas de seguridad aplicadas

Se pretende con estas técnicas alcanzar los siguientes objetivos:

- Detectar e identificar los riesgos.
- Establecer las causas de los accidentes.
- Eliminar dichas causas mediante la prevención.
- Evitar las consecuencias de los accidentes por medio de la protección.

Se aplicarán unas técnicas de seguridad generales aplicables a cualquier tipo de riesgo, diferenciando entre operativas, analíticas y organizativas, así como también unas técnicas de seguridad específicas, atendiendo al tipo de riesgo previsto.

Las técnicas operativas se aplicarán sobre el factor humano, mediante la formación, la información, la selección de los trabajadores, la orientación profesional y la actuación disciplinaria, y también sobre el factor técnico, intentando suprimir las causas técnicas de los accidentes al actuar sobre la señalización, normas de seguridad, resguardos de máquinas, protecciones personales, dispositivos de seguridad y mantenimiento preventivo. Se pretende con su aplicación eliminar los riesgos mediante la anulación de las causas.

Las técnicas analíticas están orientadas al análisis de los riesgos y a los daños que puedan causar o hayan causado, según se consideren anteriores o posteriores a los accidentes. Estas técnicas permiten detectar e identificar los riesgos y sus causas y, con ello, eliminar el riesgo antes de que se produzca.

Las técnicas organizativas constituyen las medidas concretas aplicadas por la empresa, que permiten considerar la seguridad como un todo armónico y planificado, señalando objetivos, aplicando las medidas y controlando los resultados.

Por su parte, las técnicas específicas se aplicarán a tres ámbitos distintos:

- Riesgos presentes en la actividad desarrollada.
- Riesgos concretos de las diferentes profesiones u oficios que intervienen.
- Riesgos definidos en función del ambiente de trabajo, como pueden ser los de incendio, los eléctricos o los derivados del transporte y manipulación de aparatos y equipos.



Madrid
Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO IZUESMA MORENO, Colegado nº 0016538

VISADO

21.4. Riesgos generales y su prevención

Para evitar los daños derivados de este tipo de trabajos, tanto en su forma de accidentes de trabajo como de enfermedades profesionales, se tendrán en cuenta tanto los riesgos relativos a las condiciones de seguridad como los relativos al ambiente de trabajo.

21.4.1. Condiciones de los locales

Los locales en los que se realizarán estos trabajos pertenecerán a un edificio de nueva construcción.

21.4.2. Iluminación

Se procederá, cuando sea necesario, a reforzar la iluminación artificial para, en primera instancia, evitar trabajar en condiciones deficientes que puedan dar lugar tanto a irritación y cansancio ocular como a fatiga o dolor de cabeza, incluso a deslumbramiento, al pasar bruscamente de un ambiente muy iluminado a otro de oscuridad, o viceversa. Un nivel de iluminación adecuado permitirá realizar con comodidad las tareas propias de la sustitución, el montaje y la puesta en marcha, como del posterior mantenimiento de la instalación. Se aconseja que el nivel de iluminación no sea inferior a 200 lux. Esta iluminación será además uniforme, sin contrastes ni deslumbramientos.

21.4.3. Ventilación

Debido a las emanaciones de polvo o de gases procedentes de combustión o de soldadura, debe renovarse el aire de estos ambientes de trabajo para evitar peligros para la salud. Esta ventilación podrá ser natural, practicando los huecos necesarios, o forzada, mediante la utilización de ventiladores o extractores. La renovación mínima que deberá asegurarse será de 30 m³/h de aire limpio por trabajador, evitándose en todo caso la exposición a corrientes de aire excesivas.

21.4.4. Temperatura y humedad

Los efectos generales debidos a unas condiciones térmicas deficientes sufridas por los trabajadores pueden ser fisiológicos, conductuales o psicológicos. Los primeros se pueden dar en forma de resfriados o de golpes de calor, como más característicos; los conductuales se



Madrid
**Colegio Oficial de
 Ingenieros Técnicos
 Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
 03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
 70457
 PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

refieren al aumento de la fatiga y al riesgo de cometer errores; los psicológicos se definen por la insatisfacción que implica ansiedad y desinterés.

Se consideran como efectos más peligrosos los siguientes:

- *Golpe de calor: Aumento súbito de la temperatura corporal por exposición a una alta temperatura.*
- *Deshidratación: Pérdida abundante de agua, con los consiguientes efectos cardíacos y deterioro de la capacidad física y mental.*
- *Hipertermia: Aumento anormal de la temperatura intracorporal, acompañada de ausencia de sudoración.*
- *Hipotermia: Descenso de la temperatura corporal por debajo de lo normal, por congelación o exposición prolongada a temperaturas bajas.*
- *Síncope térmico: Pérdida momentánea del movimiento y la sensibilidad debida a una exposición al calor, por detención pasajera del corazón e insuficiencia circulatoria.*

Se actuará bien sobre la fuente, aislando o apantallando con material aislante, bien sobre el medio transmisor, ventilando convenientemente, bien sobre el individuo, dotándolo de ropa adecuada y procurando su aclimatación, reposición de agua e información de los síntomas. La temperatura ambiente deberá estar comprendida entre 12 y 25°C.

Por su parte, la humedad excesiva dificulta la evaporación del sudor y, por lo tanto, impide la autorregulación del cuerpo para mantener su temperatura. La humedad relativa del ambiente de trabajo deberá estar comprendida entre el 30 y el 70%.

21.4.5. Ruido y vibraciones

Este contaminante físico puede causar en la persona daños físicos y psíquicos, llegando incluso a producir rotura del tímpano, pérdida de la capacidad auditiva de carácter reversible o no, dolores de cabeza, trastornos de memoria y molestias generales. Psíquicamente produce alteraciones de tipo nervioso que afectan a la conducta.

Se actuará bien sobre la fuente, sustituyendo el elemento perturbador o aislándolo, bien sobre el medio transmisor, recubriendo convenientemente techos y paredes con material absorbente o interponiendo pantallas y eliminando así las reverberaciones, bien sobre el trabajador,



Madrid
Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

dotándolo de protecciones auditivas individuales o reduciendo los 120 dB, produciéndose trastornos en el oído por la exposición frecuente y prolongada a un ruido de más de 80 dB.

21.4.6. Limpieza

Es inconcebible el ejercicio de la salud laboral y la prevención allí donde no existe limpieza. La retirada de los escombros, desechos y desperdicios, así como la limpieza del suelo y paredes, de las máquinas y de las instalaciones, se hace necesaria para evitar:

Riesgos de accidente (deslizamientos, golpes o caídas).

Posibles enfermedades por falta de higiene y salubridad.

21.4.7. Máquinas y equipos de trabajo

En todo accidente interviene tanto el factor técnico como el factor humano. La prevención eficaz y perdurable ha de orientarse a los factores técnicos, ya que las máquinas no sólo son origen de un gran número de accidentes, sino que las lesiones causadas por ellas suelen ser graves. Un gran número de incapacidades, permanentes o temporales, están originadas en lesiones producidas por las máquinas.

Se consideran dos tipos de riesgos:

21.4.7.1. Riesgos mecánicos

Son aquellos que acontecen mediante una acción violenta y agresiva, debida al contacto del trabajador con elementos móviles de la máquina y que causan lesiones de carácter traumático. Los riesgos a considerar serán, por tanto, aquellos que puedan provocar aplastamiento, atrapamiento, corte, punzonamiento, abrasión, proyección de partes de la máquina, golpes o choques.

21.4.7.2. Riesgos no mecánicos

Son aquellos derivados del uso o aplicación de la energía. Se producen por descarga de la energía no mecánica que precisa la máquina, pudiendo distinguir entre contactos eléctricos; explosión debida a sobrepresión originada por cambios rápidos de presión o de temperatura; contactos con superficies calientes o frías; exposición a agentes físicos o químicos.



Madrid
Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

Existen dos tipos fundamentales de prevención para estos riesgos:

- Resguardos, defensas, guardas o protectores.
- Dispositivos de seguridad.

Los primeros tienen por finalidad evitar el contacto entre el cuerpo o miembros del operario y las partes peligrosas de las máquinas, aislando el punto de riesgo de forma positiva. Encierran los elementos peligrosos, de forma que el trabajador no pueda acceder a ellos, utilizándose con este fin pantallas, cubiertas o barandillas. Entre estos resguardos cabe mencionar los recubrimientos de poleas y transmisiones, las pantallas de diversos materiales, las barandillas, que no cubren la zona de peligro, pero la pone fuera del alcance del trabajador.

Los dispositivos de seguridad aportan una protección indirecta, al no aislar positivamente los puntos o partes peligrosas. Entre ellos pueden citarse los dispositivos automáticos.

21.5. Riesgos específicos y su prevención

Este tipo de riesgos hace referencia a los riesgos profesionales característicos de la actividad industrial a desarrollar, como es en este caso la reforma de una central térmica objeto de este proyecto. En esta instalación los riesgos serán de diversos tipos, debido a la variedad de oficios y profesiones que intervendrán. Entre los más destacables se encuentran los siguientes:

- Trabajos en altura: Caída de andamios o escaleras, provocando por lo general accidentes muy graves. Se incluye aquí la caída de materiales, objetos y herramientas.
- Maquinaria y herramientas: Además de los riesgos inherentes, atropellos, vuelcos, colisiones y contactos eléctricos.
- Ruidos y vibraciones: La exposición prolongada a un elevado ruido puede producir sordera. Las articulaciones y los músculos pueden verse afectados por las vibraciones producidas con herramientas neumáticas.
- Soldadura: Radiaciones internas de tipo visible e infrarroja, inhalación de gases tóxicos y humos, electrocución, quemaduras por contacto directo con las piezas metálicas.
- Incendios: Acción directa e indirecta del calor y toxicidad de los humos y de los gases desprendidos.



Madrid
Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

- **Manutención:** Levantamiento, transporte y descarga de los materiales y equipos empleados, realizado manual o mecánicamente. Riesgos relativos al levantamiento y la descarga son la fatiga, lumbalgias, lesiones en la columna, hernias discales, golpes en extremidades inferiores, lesiones en las manos; riesgos por transporte o desplazamiento son las caídas, tanto del operario como del material transportado, con lesiones en extremidades inferiores.
- **Electrocución:** Acción de la corriente eléctrica sobre el cuerpo humano cuando éste recibe una descarga eléctrica, que puede llegar a producir la muerte aparente o real. Su efecto puede producir la muerte por fibrilación ventricular si la descarga es de bajo voltaje o por carbonización o paro respiratorio si se trata de alto voltaje.

Las medidas preventivas aplicables a algunos de estos riesgos ya se han mencionado anteriormente. Para las que no, podemos enumerar las siguientes:

- Los andamios deben ser fáciles de montar y desmontar, sin entrañar riesgos. No deben entorpecer el trabajo y tienen que cubrir toda la zona que deba ser protegida.
- Las escaleras deben situarse de forma estable, lejos de puertas y elementos móviles y estarán apoyadas en superficies sólidas y planas.
- Ante la posibilidad de una caída deben usarse protecciones individuales, tales como cinturones de seguridad, cascos y porta-herramientas. Para la manipulación de tuberías y elementos mecánicos usar monos, guantes y botas apropiadas.
- Respecto a las soldaduras, se revisará periódicamente el estado de los cables y el aislamiento de la pinza, asegurando la existencia de toma de tierra y se utilizarán mascarillas homologadas, así como ropa, guantes y calzado de protección.
- El levantamiento y la descarga de materiales y equipos debe hacerse con el adecuado entrenamiento y conocimiento de las técnicas de levantamiento y utilizando medios de protección personales, tales como cascos resistentes a impactos mecánicos con visera en el frente para la cabeza, guantes de cuero curtido al cromo o similar, zapatos o botas con refuerzo metálico en la puntera y ropa de trabajo ligera, flexible y ajustada al cuerpo. Si se utilizan medios mecánicos, no se cargará con pesos superiores a los autorizados y se evitarán las maniobras bruscas.
- El transporte o desplazamiento de materiales, cuando sea manual, debe hacerse con las cargas próximas al cuerpo; los recorridos largos deben realizarse con descansos, en función del peso; no debe girarse nunca la cintura solamente, sino todo el cuerpo a la vez y cambiando los pies de orientación. Si se realiza con medios



Madrid
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día 03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-70457
 PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

mecánicos, tomar las cargas correctamente y sin sacudidas, con apilamientos estables y resistentes en su caso, conservando la máxima visibilidad.

- Se empleará material aislante para trabajos con riesgo eléctrico (guantes y herramientas aislantes).

21.6. Servicios higiénicos

Los trabajadores dispondrán de un espacio adecuado para colocar su ropa y sus objetos personales, así como de al menos un servicio higiénico dotado de lavabo con agua corriente y retrete con cisterna de descarga automática.



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457

VISADO

PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

PLIEGO DE CONDICIONES

22. ANEXO II: PLIEGO DE CONDICIONES

22.1. Objeto y normativa

El objeto del presente Pliego de Condiciones Técnicas es fijar las características exigibles a los materiales especificados en el Proyecto, así como su forma de montaje.

Las normas y reglamentaciones que se han tenido en cuenta para la confección del presente proyecto han sido las siguientes:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, según decreto del Ministerio de Ciencia y Tecnología según el Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002, y publicado en el BOE nº 224 de fecha 18 de septiembre de 2002.
- Instrucciones Técnicas Complementarias denominadas ITC-BT, con arreglo a lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico de B.T., según decreto del Ministerio de Ciencia y Tecnología, orden del 18 de septiembre del 2002.
- Guía Técnica de Aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión de Ministerio de Ciencia y Tecnología, Real Decreto 842/2002, edición septiembre 2003, 1ª revisión, y septiembre 2004, 2ª revisión.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- Normas particulares de la Compañía Suministradora de electricidad
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales B.O.E. nº 269 de 10 de noviembre.

22.2. Condiciones generales

- Las características técnicas de los materiales y equipos constitutivos de la instalación, serán los especificados en los documentos del Proyecto.



Madrid
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día 03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-70457
 PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº. 0016538

VISADO

- Los materiales y equipos a instalar serán todos nuevos, no pudiéndose utilizar elementos recuperados de otra instalación salvo que dicha reutilización haya sido prevista en el Proyecto. El Instalador presentará a requerimiento de la Dirección Técnica si así se le exigiese, albaranes de entrega de los elementos que aquella estime oportuno.
- Todos los materiales y equipos que se instalen llevarán impreso en lugar visible la marca y modelo del fabricante.
- Si en los documentos del proyecto se especifica marca y modelo de un elemento determinado, el Instalador estará obligado al suministro y montaje de aquel, no admitiéndose un producto similar de otro fabricante sin la aceptación previa de la Dirección Técnica.
- Cualquier accesorio o complemento que no se haya indicado en estos documentos a especificar materiales o equipos, pero que sea necesario a juicio de la Dirección Técnica para el funcionamiento correcto de la instalación, será suministrado y montado por el instalador sin coste adicional alguno para la Propiedad, interpretándose que su importe se encuentra comprendido proporcionalmente en los precios unitarios de los demás elementos.

22.3. Canalizaciones

22.3.1. Generalidades

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limiten el local donde se efectúa la instalación.

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección.

Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios.

El número de curvas en ángulo recto situadas entre dos registros consecutivos no será superior a tres.



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

La unión de tubos rígidos a tubos flexibles se hará mediante racores especiales a tal fin. Los tubos que no vayan empotrados o enterrados se sujetarán a paredes o techos alineados y sujetos por abrazaderas a una distancia máxima entre dos consecutivas de 0,80 metros. Asimismo, se dispondrá fijaciones de una y otra parte de los cambios de dirección y en la proximidad inmediata de equipos o cajas. En ningún caso existirán menos de dos soportes entre dos cajas o equipos.

No se establecerán entre forjados y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores. Para la instalación correspondiente a la propia planta únicamente podrán instalarse en estas condiciones cuando sean tubos blindados y queden recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 cm. de espesor como mínimo además del revestimiento.

Cuando los tubos vayan empotrados en rozas, la profundidad de éstas será la equivalente al diámetro exterior del tubo más un centímetro que será el recubrimiento.

22.3.2. Tubos rígidos de PVC

La fórmula de composición de la materia base de los tubos serán resinas termoplásticas de policloruro de vinilo con la adición de las cantidades requeridas de estabilizantes, pigmentos y lubricantes.

No deberán ser afectados por las lejías, sales, álcalis, disolventes, alcoholes, grasas, petróleo ni gasolina, resultando igualmente inatacados caso de hallarse instalados en ambientes corrosivos sean cuales fueren los medios que los produzcan y el grado de poder corrosivo que alcancen.

No deberán ser inflamables ni propagadores de la llama.

Su rigidez dieléctrica deberá ser de 270 kV/cm.

Irán provistos de rosca.

La unión de tubos entre sí se hará con manguitos del mismo material y acabado, debiendo quedar los tubos a tope sin que se vea ningún hilo de rosca.



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

En los cruces con juntas de dilatación de edificios, deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos separados entre sí cinco centímetros y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes o tubos flexibles de PVC de similar resistencia mecánica acoplados con racores.

22.4. Conductores eléctricos

22.4.1. Cables ES07Z1-K (AS) de 750 V

Serán para instalación bajo tubo o canales protectoras y cumplirán con las Normas UNE 211.002, UNE-EN 50.265-2-1, IEC 60.332-1, NFC 32.070-C2, UNE-EN 50.266-2-4, UNE 20.427, IEC 60.332-3, IEEE 383, NFC 32.070-C1, UNE-EN 50.267-2-1, IEC 60.754-1, BS 6.425-1, NES 713, NFC 20.454, $It \leq 1,5$, UNE-EN 50.267-2-3, IEC 60.754-2, NFC 20.453, BS 6.425-2, $pH \geq 4,3$, $C \leq 10 \mu S/mm$, referentes a sus características constructivas, flexible, no propagadores de la llama e incendio, libre de halógenos, reducida emisión de gases tóxicos, nula emisión de gases corrosivos, resistentes a la absorción de agua y al frío.

Su utilización será para circuitos de distribución a puntos de luz, tomas de enchufe y tomas eléctricas hasta de 63 A. Todos ellos serán en cobre. Uso según ITC 15 y 28.

En los cuadros y cajas de registro metálicas, los conductores se introducirán a través de boquillas protectoras.

El número de cables a instalar por tubo en función de las secciones de los cables y el diámetro del tubo, serán las indicadas en la instrucción ITC-BT-21 del R.B.T, GUÍA-BT-21 y en el apartado "Generalidades" del capítulo *Canalizaciones*, de este mismo pliego. Referente a las canales, se tendrán en cuenta los cálculos que para este caso tienen las especificaciones técnicas del fabricante y la GUÍA-BT-21.

Las conexiones entre conductores se realizarán siempre con regletas o bornas aisladas externamente, de tal forma que una vez conexionadas, no queden partes conductoras accesibles. Estas conexiones siempre se realizarán en cajas de registro o derivación; nunca en el interior de las canalizaciones (tubos o canales).

Los cables serán flexibles (ES07Z1-K (AS)). Todas sus conexiones se realizarán con terminales a presión apropiados a la sección y tipo de conexión.



COLEGIO OFICIAL DE
INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES DE MADRID

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

22.4.2. Cables RZ1-K (AS) 0,6/1 kV (XLPE)

Serán para instalación en tubos, canales protectoras y bandejas, cumplirán con las Normas UNE 21.123-4, UNE-EN 50.265-2-1, IEC 60.332-1, NFC 32.070-C2, UNE-EN 50.266-2-4, UNE 20.427, IEC 60.332-3, IEEE 383, NFC 32.070-C1, UNE-EN 50.267-2-1, IEC 60.754-1, BS 6.425-1, NES 713, NFC 20.454, $I_t \leq 1,5$, UNE-EN 50.268, IEC 61.034 - 1,2, UNE-EN 50.267-2-3, IEC 60.754-2, NFC 20.453, BS 6.425-2, $pH \geq 4,3$, $C \leq 10 \mu S/mm$, referentes a sus características constructivas, no propagadores de la llama e incendio, libre de halógenos, reducida emisión de gases tóxicos, baja emisión de humos opacos, nula emisión de gases corrosivos, resistentes a la absorción de agua, rayos ultravioletas y al frío.

Los cables se instalarán de una sola tirada entre cuadros de interconexión, no admitiéndose empalmes ni derivaciones intermedias.

Cuando en un circuito se necesite utilizar más de un cable por polo, todos ellos serán de las mismas características, sección, naturaleza del conductor, trazado y longitud.

En sus extremos, y con el fin de que las conexiones queden sin tensiones mecánicas, los cables se fijarán a los bastidores de los cuadros mediante bridas de cremallera en Poliamida 6.6 estabilizada para intemperie, color negro, tensadas y cortadas con herramienta apropiada.

Las conexiones de los conductores se realizarán mediante terminales a presión apropiados a la sección, debiendo ser bimetálicos en los de aluminio. En casos justificados podrán utilizarse palas de "deribornes" en sustitución de los terminales.

Los terminales se acoplarán a los extremos de los cables de tal manera que no queden partes del conductor fuera del manguito de conexión, fijándose por prensado mediante compactado hexaédrico con máquina hidráulica. Todos los terminales se encintarán con el color correspondiente a su fase o neutro, cubriéndose todo el manguito de conexión más 30 mm del cable.

Las ranuras en cuadros, para acceso de cables, se protegerán con burletes de neopreno que impidan el contacto directo de los cables con los bordes.



Madrid
**Colegio Oficial de
 Ingenieros Técnicos
 Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
 03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
 70457
 PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

22.4.3. Cables RV 0,6/1 kV (XLPE)

Los conductores de los cables utilizados en las líneas subterráneas de potencia, en instalaciones de conductores sobre el terreno sin ningún tipo de canalización, serán de cobre o de aluminio y estarán aislados con mezclas apropiadas de compuestos poliméricos. Estarán además debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen y tendrán la resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que puedan estar sometidos.

Los cables podrán ser de uno o más conductores y de tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV, en aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3, y deberán cumplir los requisitos especificados en la parte correspondiente de la Norma UNE-HD 603-1. La sección de estos conductores será la adecuada a las intensidades y caídas de tensión previstas y, en todo caso, esta sección no será inferior a 6 mm² para conductores de cobre y a 16 mm² para los de aluminio.

Serán para instalaciones subterráneas directamente enterrada, en atarjeas o canales revisables. Cumplirán con las Normas UNE 21.123-2, UNE-EN 50.265-2-1, IEC 60.332-1, NFC 32.070-C2, UNE-EN 50.266-2-4, IEC 60.332-3, IEEE 383, UNE-EN 50.267-2-1 e IEC 60.754-1, emisión CIH < 14%, referentes a sus características constructivas, comportamiento ante la llama e incendio y reducida emisión de halógenos.

Los cables directamente enterrados, tendrán una profundidad hasta la parte inferior del cable que no será menor de 0,60 m en aceras, ni de 0,80 m en calzadas.

Cuando existan impedimentos que no permitan lograr las mencionadas profundidades, éstas podrán reducirse, disponiendo protecciones mecánicas suficientes, tales como canalizaciones entubadas. Por el contrario, deberán aumentarse cuando exista la posibilidad de cruzamientos, proximidades y paralelismo.

Cuando por una misma zanja se instalen más de un cable tetrapolar o terna de unipolares la distancia entre ellos debe ser de 8 cm.

En los cruces de calles y badenes se procederá a entubar los cables como medida de protección, no debiendo ser la longitud entubada más de 20 m. Si esta longitud fuera superior, deben aplicarse los factores de corrección correspondientes para cables entubados y calcular la carga



Madrid
Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

máxima en amperios que los cables pueden admitir sin sobrecalentamiento en estas condiciones.

Para conseguir que el cable quede correctamente instalado sin haber recibido daño alguno, y que ofrezca seguridad frente a excavaciones hechas por terceros, en la instalación de los cables se seguirán las instrucciones descritas a continuación:

El lecho de la zanja que va a recibir el cable será liso y estará libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo se dispondrá una capa de arena de mina o de río lavada, de espesor mínimo 0,05 m sobre la que se colocará el cable. Por encima del cable irá otra capa de arena o tierra cribada de unos 0,10 m de espesor. Ambas capas cubrirán la anchura total de la zanja, la cual será suficiente para mantener 0,05 m entre los cables y las paredes laterales.

Por encima de la arena todos los cables deberán tener una protección mecánica, como por ejemplo, losetas de hormigón, placas protectoras de plástico, ladrillos o rasillas colocadas transversalmente. Podrá admitirse el empleo de otras protecciones mecánicas equivalentes. Se colocará también una cinta de señalización que advierta de la existencia del cable eléctrico de baja tensión, según la norma UNE 48103. Su distancia mínima al suelo será de 0,10 m, y a la parte superior del cable de 0,25 m.

Se admitirá también la colocación de placas con la doble misión de protección mecánica y de señalización.

En canalizaciones entubadas, serán conformes con las especificaciones del apartado 1.2.4. de la ITC-BT-21. No se instalará más de un circuito por tubo.

Se evitarán, en lo posible, los cambios de dirección de los tubos. En los puntos donde se produzcan y para facilitar la manipulación de los cables, se dispondrán arquetas con tapa de 150x150 cm, registrables o no. Para facilitar el tendido de los cables, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro, como máximo cada 40 m. Esta distancia podrá variarse de forma razonable, en función de derivaciones, cruces u otros condicionantes viarios. A la entrada en las arquetas, los tubos deberán quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores y de agua. Los sistemas de señalización serán idénticos a los descritos anteriormente.



Madrid
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día 03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-70457
 PABLO LEDERMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

Cuando la intensidad a transportar sea superior a la admisible por un solo conductor se podrá instalar más de un conductor por fase, según los siguientes criterios:

Emplear conductores del mismo material, sección y longitud

Los cables se agruparán al tresbolillo, en ternas dispuestas en uno o varios niveles.

22.4.4. Cables eléctricos de pequeñas dimensiones sin protección resistentes al fuego Z1 (AS+) 300/500 V

Serán para instalación bajo tubos y cumplirán con las Normas UNE 21.123-4, UNE-HD 603-4, UNE-EN 50.200, IEC 60.331, BS 6.387 Cat. C, W y Z, UNE-EN 50.265-2-1, IEC 60.332-1, UNE-EN 50.266, IEC 60.332-3, , UNE-EN 50.267-2-1, IEC 60.754-1, UNE-EN 50.268, IEC 61.034, UNE-EN 50.267-2-2, IEC 60.754-2, NES 713, referentes a sus características constructivas, resistente al fuego, no propagadoras de la llama e incendio, libre de halógenos, baja emisión de humos opacos, nula emisión de gases corrosivos e índice de toxicidad. Serán en cobre y rígido su clase podrá ser 1 o 2, según UNE 21022.

Su aislamiento estará compuesto de silicona tipo E12 s/ BS 7655, y su cubierta exterior será de Poliolefina FRLSHF. Cableado con conductores en capas concéntricas, con cinta de fibra de vidrio s/ BS 61067, y pantalla en cinta poliéster / aluminio + hilo de drenaje Cu-Sn (misma sección que los conductores). La tensión nominal será para 300 / 500 V, con temperaturas en servicio fijo de -40 °C a + 90 °C, y en servicio móvil de 0 °C a + 90 °C. El radio de curvatura será de 6 veces el diámetro del cable.

Serán cables eléctricos de pequeñas dimensiones sin protección, tipo manguera con 2, 3 o 4 conductores de 1, 1,5 o 2,5 mm², como máximo.

Su aplicación será para tener una resistencia intrínseca al fuego, y están destinados a ser utilizados en circuitos de emergencia para alarma, alumbrado y comunicación. Estos cables cumplen la normativa de Detección de Incendios y Sistemas de Alarma s/ UNE 23007, Servicios de Seguridad no autónomos y Alumbrado de Emergencia alimentados por fuente autónoma central, según ITC-BT-28 del REBT. Especialmente adecuado para instalación en locales de Pública Concurrencia, Hospitales, Clínicas, Sanatorios, Ambulatorios, Centros de Salud, Estadios y Pabellones Deportivos, Establecimientos Comerciales, Salas de Espectáculos, Aeropuertos, Estaciones de Viajeros, Túneles, Aparcamientos y todos los locales donde se



Madrid
Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

requieran un comportamiento seguro del cable ante el fuego, asegurando la integridad de los servicios esenciales, en caso de incendio.

22.4.5. Cables RV-K 0,6/1 kV

Salvo que en los documentos del proyecto se exprese lo contrario serán del tipo designado RV-K 0,6/1KV por la norma UNE 21.123 y se exigirá que sus características respondan a dicha norma.

Los conductores deberán estar constituidos según la norma UNE 21.022 y serán salvo que se exprese lo contrario de cobre recocido. Las características físicas, mecánicas y eléctricas del material deberán satisfacer lo previsto en las normas UNE 21.011 y 21.014.

Los aislamientos serán de polietileno reticulado (XLPE) tipo DIX 3 según HD 603-1.

Las cubiertas serán de policloruro de vinilo (PVC) HD 603-1 tipo DMV-18.

Siempre que los elementos de la instalación lo permitan se efectuarán las conexiones con terminales de presión. En cualquier caso, se retirará la envoltura imprescindible para realizar el acoplamiento o terminales o bornas de conexión. No se admitirán conexiones donde el conductor pelado sobresalga de la borna o terminal.

Las derivaciones se realizarán siempre mediante bornas o kits, No se permitirán empalmes realizados por torsión de un conductor sobre otro.

Los cables se fijarán a los soportes mediante bridas, abrazaderas o collares de forma que no se perjudique a las cubiertas de los mismos. La distancia entre dos puntos de fijación consecutivos no excederá de 0,40 metros para conductores sin armar, y 0,75 metros para conductores armados.

Cuando por las características del tendido sea preciso instalarlos en línea curva, el radio de curvatura será como mínimo 5 veces el diámetro del cable.

Cuando en una bandeja o patinillo se agrupen varios cables, cada uno irá identificado mediante un rótulo en que se exprese su código de identificación que necesariamente deberá coincidir con



Madrid
Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº. 0016538

VISADO

el que aparezca en los documentos del Proyecto. El rótulo será en letras y/o números indelebles e irá en un tarjetero firmemente sujeto al cable.

22.4.6. Cables H05V-K / H07V-K

Salvo que en los documentos del proyecto se exprese lo contrario serán del tipo designado H05V-K / H07V-K por la norma UNE 21.031 y se exigirá que sus características respondan a dicha norma.

Los conductores deberán estar constituidos conforme a la norma UNE 21.022 y serán salvo que se exprese lo contrario de cobre recocido.

Los aislamientos estarán compuestos por policloruro de vinilo (PVC) tipo TI1.

El cable no será propagador de la llama UNE-EN 50.265-2-1 / IEC 60332-1.

El conductor no propagará el incendio, UNE-EN 50.266-2-4 / IEC 60332-3.

Siempre que los elementos de la instalación lo permitan se efectuarán las conexiones con terminales de presión. En cualquier caso, se retirará la envoltura imprescindible para realizar el acoplamiento a terminales o bornas de conexión. No se admitirán conexiones donde el conductor pelado sobresalga de la borna o terminal.

Las derivaciones se realizarán siempre mediante bornas o kits. No se permitirán empalmes realizados por torsión de un conductor sobre otro.

Estos cables se instalarán solamente en el interior de tubos o canales prefabricados a tal fin. En estas condiciones se tendrá en cuenta que preferentemente cada envolvente deberá contener un solo circuito. Excepcionalmente la Dirección Técnica podrá admitir varios circuitos siempre y cuando todos ellos provengan de un mismo aparato general de mando y protección sin interposición de aparatos que transformen la corriente, cada circuito esté protegido por separado contra las sobreintensidades y todos ellos tengan el mismo grado de aislamiento.



Madrid
Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

22.5. Cajas de registro

Serán de plástico de primera calidad.

Tendrán taladros protegidos por conos de entrada de material plástico en las cuatro caras laterales.

Las tapas serán del mismo material y acabado que el cuerpo de las cajas e irán atornilladas al cuerpo de las mismas por los cuatro vértices.

La dimensión mínima de caja a utilizar será 100 x 100 x 55 mm.

El grado de protección exigible a estas cajas será IP 555 según UNE.

22.6. Mecanismos

Los mecanismos de accionamiento estarán contruidos de acuerdo con la norma UNE 20.378 y las bases de enchufe con la UNE 20.315 y responderán en su funcionamiento a los requerimientos de las mismas.

La fijación de los mecanismos a sus cajas será siempre mediante tornillos, quedando expresamente prohibido el uso de garras o sistemas similares.

Cuando los mecanismos vayan empotrados se cuidará que las placas protectoras queden perfectamente adosadas al paramento en todo su perímetro.

Las aristas exteriores de las placas protectoras de los mecanismos deberán quedar paralelas al suelo en su instalación final.

Los mecanismos de accionamiento tales como interruptores y pulsadores se instalarán de modo que la maniobra para cerrar el circuito se realice mediante movimiento de arriba hacia abajo en el plano vertical.

Cuando coincidan en un mismo punto varios mecanismos, se montarán bajo placa protectora común múltiple. Si los servicios de los mecanismos son de distinta tensión de servicio, las cajas de los mecanismos deberán tener pared de separación entre ellas.



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

En todos los casos y cualquiera sea el número de polos, las bases de enchufe dispondrán de terminal de puesta a tierra.

22.7. Cuadros

22.7.1. Cuadros metálicos

Estarán contruidos con chapa de acero de 2 mm. de espesor como mínimo.

El tratamiento a que se someterá la chapa será el siguiente: limpieza, preparación y acabado.

La limpieza incluirá una fase inicial de lijado con lija de hierro y estropajo de aluminio y una segunda fase de desecado de grasa mediante la aplicación de disolvente celulósico a las superficies externas e internas.

La preparación de la superficie incluirá una primera fase de fosfatado con finalidad anticorrosiva, una segunda fase de emplastecido para cubrir las irregularidades, arañazos o pequeñas magulladuras de la chapa, una tercera fase de lijado para igualar la superficie emplastecida y finalmente una cuarta fase de imprimación con tres manos de cromato de cinc.

El acabado incluirá las operaciones de pintado y limpieza final. El pintado constará de dos etapas, una de pintura intermedia y otra final, ambas con un esmalte de secado al horno del color que estipule la Dirección Técnica.

Salvo que se exprese lo contrario, el grado de protección será IP 54 de acuerdo con la norma UNE 20.324-78.

Estarán cerrados por todas sus cargas excepto cuando se trate de grandes armarios apoyados sobre bancada y los cables de entrada y salida acudan a través de la misma.

Serán registrables mediante puerta.



Madrid
Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO LEDESMA MORENO, Colegado nº 0016538

VISADO

22.7.2. Disposición de aparatos

La disposición de los aparatos en los cuadros permitirá un fácil acceso a cualquier elemento para su reposición o limpieza.

Los elementos de protección general se dispondrán de modo que se destaquen claramente de los que reciben su alimentación a través de ellos y este mismo criterio deberá prevalecer con los distintos niveles de protección que pudiesen existir.

En general, las bornas de conexión para los cables de entrada y salida se situarán en la parte inferior de los cuadros.

Los aparatos de maniobra y/o protección se colocarán sobre placas de montaje, bastidores o perfiles estandarizados según los casos, rígidamente unidos al armazón envolvente. En ningún caso se montarán sobre las puertas.

Cuando los cuadros deban disponer de aparatos de medida, estos se situarán siempre en la parte superior de aquellos y de forma que resulte cómoda su lectura.

22.7.3. Embarrados

En el caso de que existan embarrados, estos serán de cobre electrolítico y estarán constituidos por pletinas soportadas por mordazas aislantes.

Los embarrados se calcularán de un lado para que no sobrepasen las densidades de corriente establecidas por la norma DIN 40.500 y por otro lado para que soporten sin deformación irreparable los esfuerzos electrodinámicos provocados por la intensidad de cresta de cortocircuito previsible, de acuerdo con las normas VDE093, DIN 40.500/9 y DIN 40.501/9.

En el supuesto de que los embarrados se pinten para su distinción exterior, el código de colores que deberá emplearse será el siguiente:

- Fases en negro, marrón y gris.
- Neutro en azul.
- Puesta a tierra en amarillo-verde.



Madrid
**Colegio Oficial de
 Ingenieros Técnicos
 Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
 03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
 70457
 PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº. 0016538

VISADO

22.7.4. Cableados

Todos los cableados se efectuarán con conductores de cobre electrolítico aislados.

Se llevarán de forma ordenada, formando paquetes sólidos. Cuando el tipo de cuadro lo permita, estos paquetes de conductores se llevarán por el interior de bandejas ranuradas de material aislante y tapa fácilmente desmontable en toda su longitud.

Todos los conductores que constituyen el cableado interior de los cuadros se numerarán en los dos extremos antes de su montaje en los mismos con objeto de su fácil identificación posterior. La numeración de cada extremo constará en el plano de esquema desarrollado que debe acompañar al cuadro y debe haber sido aprobado previamente a su construcción.

Los colores de los aislamientos serán de acuerdo con el código siguiente:

- Fases en negro, marrón y gris.
- Neutro en azul.
- Puesta a tierra en amarillo-verde.

22.7.5. Esquemas sinópticos

Siempre que el tipo de cuadro lo permita y se especifique en los documentos del proyecto, en el frente de los cuadros deberá existir un esquema sinóptico.

Los esquemas sinópticos estarán contruidos con pletinas de plástico del color que estipule la Dirección Técnica y los mandos de todos los aparatos de maniobra y protección quedarán integrados de modo que no quepa duda en la ejecución de las maniobras.

Los esquemas sinópticos estarán diseñados de modo que a primera vista se obtenga una imagen del esquema del cuadro de que se trate.

22.7.6. Rótulos de identificación

Cada aparato de protección y/o maniobra de los cuadros deberá ser fácilmente identificable mediante un rótulo situado junto a él con la designación del servicio a que corresponde. Cuando por las características físicas del cuadro no sea posible la instalación de dichos rótulos junto a



Madrid
**Colegio Oficial de
 Ingenieros Técnicos
 Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
 03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
 70457
 PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

los aparatos, se procederá a adosar en la puerta del cuadro por su cara interna el esquema del mismo con la denominación de cada salida.

Cuando lo que se utilicen sean rótulos, estos serán realizados con plaquitas o con tarjeteros adhesivos, en cualquier caso, indeleble. Cuando se trate de plaquitas adhesivas el texto irá grabado sobre ellas con máquina y cuando se trate de tarjeteros irá mecanografiado.

Cuando lo que se incluya sea el esquema del cuadro, este será una reproducción del que aparezca en los planos con todos sus datos, por lo tanto, e irá protegido en una funda de plástico transparente o bien plastificado con objeto de asegurar su perdurabilidad a lo largo del tiempo.

22.7.7. Interruptores automáticos magnetotérmicos

En los cuadros prefabricados y en los destinados a ser instalados sobre carril DIN serán exclusivamente del tipo caja moldeada. En los restantes casos podrán ser además del tipo de bastidor si así se especifica en los documentos del proyecto.

Cualquiera sea el uso a que se destinen, los interruptores automáticos magnetotérmicos serán siempre con corte de neutro. Si la línea protegida es tetrapolar y la sección del neutro es inferior a la de las fases, el polo del interruptor automático destinado al neutro deberá tener una intensidad nominal acorde a dicha sección, es decir en todo caso inferior a la de los polos correspondientes a las fases.

Cuando los interruptores automáticos se destinen a la protección de circuitos correspondientes a puntos de luz equipados con lámparas de descarga, su intensidad será de al menos 1,8 veces la nominal del circuito.

El poder de corte definido en los documentos del proyecto para cada automático se entenderá que son KA eficaces a 400 V en clase P2 para los del tipo bastidor y en clase P1 para los del tipo caja moldeada.

El accionamiento será en general manual quedando garantizada una conexión y desconexión bruscas.

Los interruptores automáticos destinados a proteger transformadores de potencia en su lado de baja tensión, dispondrán de bobina de disparo. Dicha bobina deberá abrir el automático siempre



Madrid
Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº. 0016538

VISADO

que por cualquier circunstancia esté abierto el ruptofusible o interruptor del lado de alta tensión del transformador correspondiente.

22.7.8. Interruptores automáticos diferenciales

Podrán ser del tipo designado como diferencial puro o del tipo mixto (diferenciales más magnetotérmicos). En los interruptores automáticos diferenciales del tipo mixto deberá poder apreciarse con toda facilidad cuando la apertura del circuito se debe a la actuación del sistema diferencial y cuando a la del sistema magnetotérmico.

En cualquier caso, los tiempos máximos de disparo exigibles en función de la intensidad de defecto serán los siguientes:

- Para 1s 200 milisegundos.
- Para 2 Is 90 milisegundos.
- Para 9 Is 40 milisegundos.

La sensibilidad de los interruptores automáticos diferenciales será en cada caso la especificada en los documentos del proyecto para cada cuadro.

22.7.9. Contactores, guardamotores y arrancadores

Estarán contruidos de acuerdo con la norma UNE 20.99-73 y responderán en su funcionamiento a los requerimientos de dicha norma.

El sistema de corte será por doble contacto en cámara de extinción.

Salvo que se exprese lo contrario la tensión de las bobinas será de 230 V e irán protegidas individualmente mediante un cortacircuitos fusible.

No se admitirán contactores que en funcionamiento provoquen ruidos sensibles a consecuencia de vibraciones.

Cuando sea precisa la utilización de arrancadores, guardamotores, inversores, etc., todos los elementos constitutivos de una misma unidad irán montados sobre una placa de modo que su



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

sustitución exija tan solo la desconexión de los conductores de entrada y salida y los tornillos de fijación de la placa.

Cuando se precise la utilización de relés térmicos adicionales a los contactores para la protección de motores, aquellos formarán un bloque fácilmente enchufable y desenchufable sin modificación de los cableados de la placa de montaje correspondiente.

Los relés térmicos para protección de motores con arranque directo se regularán en obra para la intensidad de línea del motor. Si el motor es con arranque en estrella-triángulo, se regularán a un valor 1,73 veces menor que en el caso anterior.

22.8. Instalaciones de alumbrado

22.8.1. Generalidades

Su diseño será el adecuado para permitir la incorporación de los portalámparas, cableado y equipos de encendido si los hubiere.

La superficie de las carcadas será lisa y uniforme y en su acabado final no aparecerán rayas, abolladuras ni ninguna clase de desperfectos o irregularidades. La rigidez mecánica de las carcadas estará garantizada por un espesor adecuado del material y la inclusión de los nervios de refuerzo precisos para conseguir que especialmente durante su manipulación en obra no sufran deformación alguna y se comporten como un elemento absolutamente rígido.

El acceso a los componentes de las luminarias (portalámparas, balastos, cableado, bornas, etc.) será lo más sencillo posible y no requerirá el uso de herramientas especiales.

La ventilación del interior de las luminarias estará resuelta de modo que el calor provocado por lámparas y balastos si los hubiere no provoque sobreelevaciones de temperatura que deterioren físicamente el sistema o supongan una pérdida de rendimiento de las propias lámparas.

La fijación de las luminarias a los elementos estructurales será absolutamente rígida, de modo que accidentalmente no puedan ser separadas de sus lugares de emplazamiento por golpes, vibraciones u otros fenómenos.



Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

Los cierres difusores o las rejillas antideslizantes si las hubiere deberán estar diseñados de modo que ni durante las labores de conservación ni de forma accidental puedan desprenderse del cuerpo de las luminarias.

22.8.2. Cableados

Los cableados internos de las luminarias se realizarán con conductores unipolares con cuerda conductora de cobre de la sección adecuada y con aislamiento capaz para soportar sin deterioro alguno las temperaturas internas previsibles en las luminarias. En cualquier caso, su grado de aislamiento será al menos tipo zh 750 según UNE.

Para la conexión de las luminarias a las redes de alimentación, dispondrán de una regletero de bornas fácilmente accesible donde se incluyen las correspondientes a los conductores activos y asimismo la de puesta a tierra.

Todo el cableado irá de forma ordenada, sujeto a la carcasa de la luminaria mediante collarines u abrazaderas adecuadas, quedando garantizada su inamovilidad y separación de las superficies generadoras de calor.

22.8.3. Lámparas

Serán en todos los casos las especificadas en los documentos del proyecto y cumplirán estrictamente tanto en cuanto se refiere al tipo, como en cuanto se refiera a temperatura y rendimiento de color.

El flujo que se exigirá emita a las 100 horas de funcionamiento será el nominal que figure en el catálogo del fabricante y que habrá servido para realizar los cálculos correspondientes en el proyecto.

Las lámparas llegarán a la obra en embalajes marcados con el nombre del fabricante y precintados.



COLEGIO OFICIAL DE
INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES DE MADRID

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO IZEDSMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

22.9. Sistemas de puesta a tierra

22.9.1. Electrodo

Generalmente estarán constituidos por una pica de acero cobrizado de 2 m de longitud y diámetro 19 mm hincada directamente en el terreno.

Como alternativa a la solución anterior podrán utilizarse placas de cobre de espesor mínimo 2 mm. y superficie mínima 0,5 m² cuya instalación será en posición vertical.

En cualquier caso, los puntos para realizar las puestas a tierra deberán elegirse en zonas donde se prevea la existencia permanente de un alto grado de humedad siendo recomendables en este sentido las zonas ajardinadas, patios u otros donde el riesgo periódico o al menos la lluvia esporádica colaboren a dicho estado.

Es recomendable asimismo que los electrodos queden instalados en un entorno a tierra vegetal.

22.9.2. Distribución

En las centralizaciones de contadores se establecerán unos regleteros de bornas de puesta a tierra que quedarán conectados a la pica de puesta a tierra del edificio mediante cable de cobre desnudo de 35 mm² de sección.

Desde dichos regleteros y acompañando a los conductores polares de la derivación individual, partirá un conductor junto a aquellos de la misma sección que los polares hasta un máximo de 16 mm².

En el cuadro de protección general se establecerá también, un regletero de bornas con el mismo fin, del que asimismo partirán conductores para puesta a tierra acompañando a los polares de cada circuito de distribución a receptores.

Deberán quedar puestos a tierra los chasis de todos los aparatos de alumbrado y demás receptores eléctricos de la instalación, así como las patillas de puesta a tierra de todas las bases de enchufe.



COLEGIO OFICIAL DE
INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES DE MADRID

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

22.10. Pruebas de puesta en marcha

Independientemente de las pruebas de puesta en marcha especificadas que para algunas instalaciones especiales puedan haber quedado ya recogidas en apartados anteriores de este pliego, deberán realizarse las siguientes:

- Prueba con las potencias demandadas calculadas, de las instalaciones de alumbrado y fuerza.
- Prueba del correcto funcionamiento de todas las luminarias.
- Prueba de existencia de tensión en todas las bases de enchufe y tomas de corriente.
- Prueba del correcto funcionamiento de todos los receptores conectados a la instalación de fuerza.
- Medida de la resistencia de aislamiento de los tramos de instalación que se considere oportuno.
- Medida de la resistencia a tierra en los puntos que se considere oportuno.
- Comprobación del funcionamiento correcto de la centralita telefónica en todas sus prestaciones exigidas.

En todo caso, las pruebas reseñadas deberán realizarse en presencia de la Dirección Técnica y siguiendo sus instrucciones. Para ello el Instalador deberá disponer el personal, medios auxiliares y aparatos de medida precisos.

Será competencia exclusiva de la Dirección Técnica determinar si el funcionamiento de la instalación o las mediciones de resistencia son correctos y conformes a lo exigido en este Pliego y las reglamentaciones vigentes, entendiéndose que en caso de considerarlos incorrectos el Instalador queda obligado a subsanar las deficiencias sin cargo adicional alguno para la Propiedad.



Madrid
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día 03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-70457
 PABLO IZUESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día
03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-
70457
PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

PRESUPUESTO

23. PRESUPUESTO

MATERIAL	UNIDADES		
DESMONTAJE DE LA INSTALACIÓN EXISTENTE	1,00	UD	18.000,00 €
CUADRO GENERAL DE BT	1,00	UD	16.656,75 €
LÍNEA DE ALUMBRADO DE 3x2.5 mm ² rz1-K 0.6/1 KV (AS)	468,00	UD	1.562,27 €
Cable Cu RZ1 0,6/1KV	104,00	m	562,50 €
PUNTO DE LUZ SENCILLO	112,00	UD	2.581,54 €
BASE DE ENCHUFE SIMÓN 31 O SIMILAR	3,00	UD	132,59 €
MECANISMO ENCHUFE SIMÓN 31 O SIMILAR	12,00	UD	663,22 €
MECANISMO INTERRUPTOR SIMÓN 31 O SIMILAR	42,00	UD	1.152,43 €
MECANISMO CONMUTADOR SIMÓN 31 O SIMILAR	4,00	UD	623,84 €
TOMA ELÉCTRICIDAD EMERGENCIA	26,00	UD	562,50 €
LUMINARIA EMERGENCIA	26,00	UD	1.357,52 €
SENSOR CONTROL DALI OCCUSWITCH LRM2080	14,00	UD	3.455,46 €
MANDO PARA DETECTORES DALI	1,00	UD	611,01 €
BUS DALI 2x2.5 mm ² RZ1-K 0.6/1 KV	140,00	UD	843,12 €
DERIVACION INDIVIDUAL 5x16mm ² RZ1 (AS)	56,00	UD	1.668,85 €
LUMINIARIA PHILIPS RC065B LED34S/840 PSD W60L60 OC	59,00	UD	5.960,12 €
Ref. Tasa RAEE: RAEE-X(0.50)	59,00	UD	66,38 €
LUMINIARIA PHILIPS RC065B LED34S/840 PSU W60L60 OC	14,00	UD	1.252,55 €
Ref. Tasa RAEE: RAEE-X(0.50)	22,00	UD	24,75 €
LUMINIARIA PHILIPS RC065B LED34S/840 PSU W60L60 NOC	11,00	UD	1.148,83 €
Ref. Tasa RAEE: RAEE-X(0.50)	11,00	UD	12,38 €
DOWNLIGHT PHILIPS DN140B LED10S/840 PSU WR PI6	6,00	UD	1.111,28 €
Ref. Tasa RAEE: RAEE-X(0.08)	6,00	UD	1,08 €
DOWNLIGHT PHILIPS RS150B LED6-WB-/840 D78 PSR PI6 WH	8,00	UD	1.075,14 €
Ref. Tasa RAEE: RAEE-X(0.08)	8,00	UD	1,44 €
PLACA DE FALSO TECHO DE 60x60 cm	20,00	UD	669,31 €
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CONTADOR FACTURACIÓN CIRCUTOR 410-QD1A-90B10 Y MÓDULO PINAZO PNZ-BIR BUC-00 IB. INCLUYE INTEGRACIÓN HONEYWELL EN CGA.	1,00	UD	3.021,98 €
LEGALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO	1,00	UD	2.137,50 €
	TOTAL		66.916,30 €

El presupuesto asciende a la cantidad de **SESENTA Y SEIS MIL NOVECIENTOS DIECISEIS EUROS CON TRENITA CÉNTIMOS**

Madrid, 26 de septiembre de 2023

La propiedad:

El Ingeniero Técnico Industrial

Fdo:

Fdo: D. Pablo Ledesma Moreno

DNI:

Colegiado nº 16.538



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2308447/01 el día 03/10/2023. Puede validar el documento FV12998170-70457
PABLO LEDESMA MORENO, Colegiado nº 0016538

VISADO

AENA Barajas

Contacto:
N° de encargo:
Empresa:
N° de cliente:

Fecha: 08.05.2023
Proyecto elaborado por:

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Índice

AENA Barajas	
Portada del proyecto	1
Índice	2
PHILIPS RC065B LED34S W60L60 NOC 1xLED	
Hoja de datos de luminarias	3
PHILIPS RC065B LED34S_840 W60L60 OC 1xLED	
Hoja de datos de luminarias	4
PHILIPS RS150B LED6S/840 WB D78 PSR	
Hoja de datos de luminarias	5
PHILIPS DN140B PSU D162 1 xLED10S/840 WR	
Hoja de datos de luminarias	6
Dirección	
Resumen	7
Dcho 7, 8 y 9	
Resumen	8
Archivo	
Resumen	9
Sala reuniones	
Resumen	10
Administración	
Resumen	11
Dcho 6	
Resumen	12
Dcho 5	
Resumen	13
Dcho 4	
Resumen	14
Dcho 3	
Resumen	15
Dcho 2	
Resumen	16
Dcho 1	
Resumen	17
Pasillo	
Resumen	18
Pasillo	
Resumen	19
Aseo	
Resumen	20

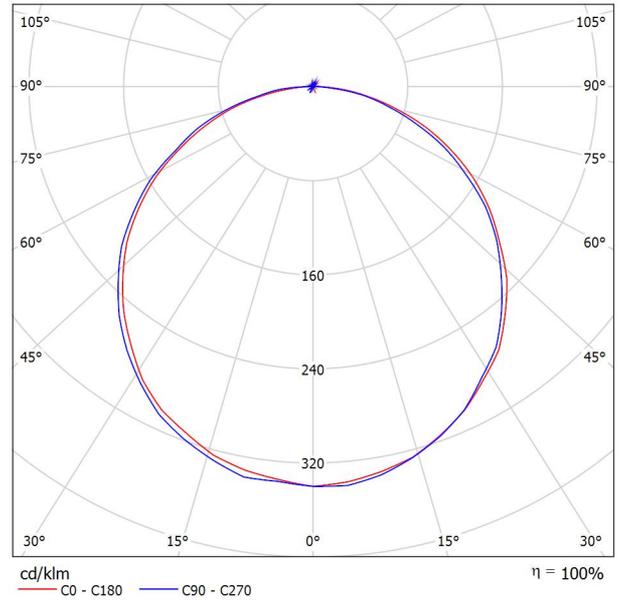


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS RC065B LED34S W60L60 NOC 1xLED / Hoja de datos de luminarias

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 99
Código CIE Flux: 46 78 95 99 100

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

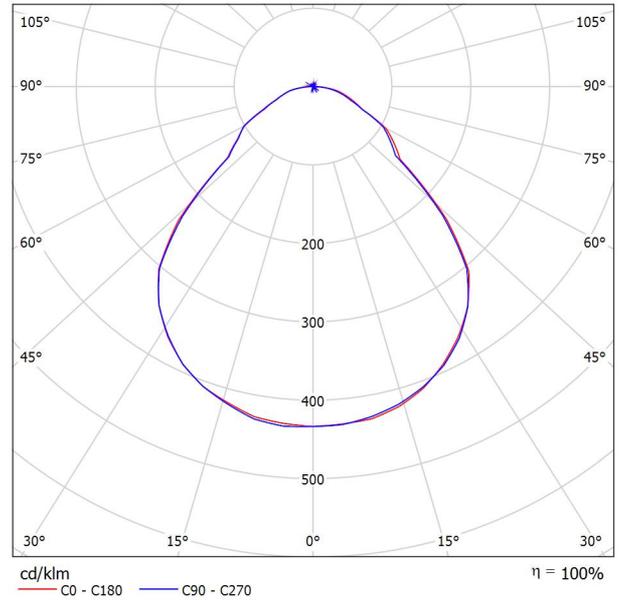


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS RC065B LED34S_840 W60L60 OC 1xLED / Hoja de datos de luminarias

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

Emisión de luz 1:



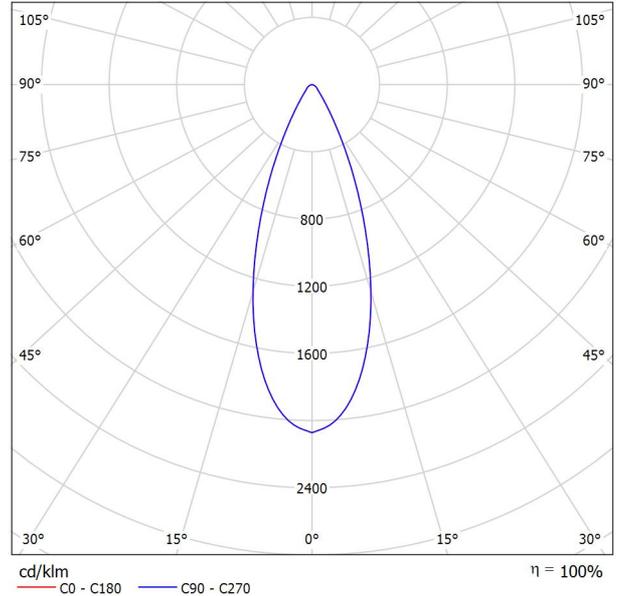
Clasificación luminarias según CIE: 99
Código CIE Flux: 58 87 97 99 100

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

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS RS150B LED6S/840 WB D78 PSR / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 91 97 100 100 100

CoreLine Recessed Spot gen2: para todo tipo de proyectos en los que la luz es protagonista CoreLine Recessed Spot gen2 cumple la promesa de CoreLine de ofrecer luminarias innovadoras, fáciles de usar y de alta calidad. Su diseño modular permite una opción de "configuración a medida" que responde mejor a tus necesidades específicas. La gama ofrece una amplia selección de colores de luz (CCT), flujo luminoso, acabado de color, tipos de marcos y opciones de conectividad. El diseño compacto y ligero de CoreLine Recessed Spot gen2, que incorpora siempre un conector a presión que permite el cableado pasante y admite una amplia gama de diámetros de cable/área de sección transversal, facilita la instalación. La alta calidad de la luz, las numerosas opciones de conectividad, la larga vida útil de la luminaria y la alta eficacia del sistema hacen de CoreLine Recessed Spot gen2 una solución de iluminación de acento ideal para tus aplicaciones de iluminación puntual en interiores.

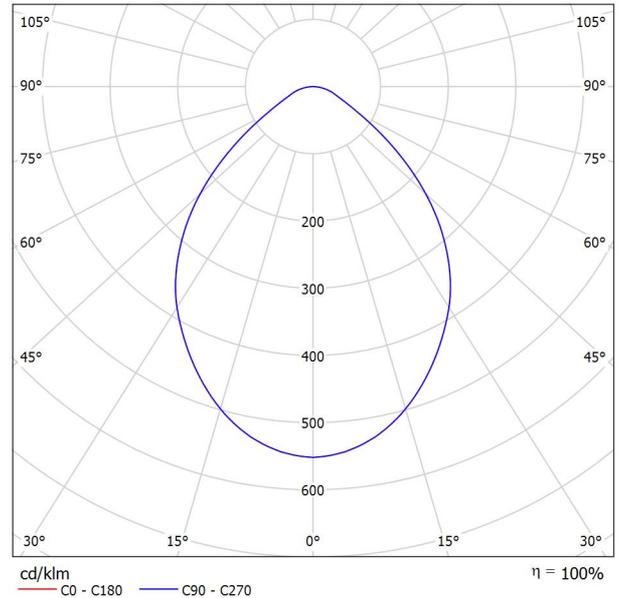
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Techo											
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
X	Y										
2H	2H	15.9	16.7	16.2	16.9	17.1	15.9	16.7	16.2	16.9	17.1
	3H	16.6	17.2	16.9	17.5	17.7	16.6	17.2	16.9	17.5	17.7
	4H	16.7	17.3	17.0	17.6	17.8	16.7	17.3	17.0	17.6	17.8
	6H	16.7	17.3	17.0	17.6	17.9	16.7	17.3	17.0	17.6	17.9
	8H	16.7	17.3	17.0	17.6	17.9	16.7	17.3	17.0	17.6	17.9
12H	16.7	17.2	17.0	17.5	17.8	16.7	17.2	17.0	17.5	17.8	
4H	2H	16.3	16.9	16.6	17.2	17.4	16.3	16.9	16.6	17.2	17.4
	3H	17.0	17.5	17.4	17.9	18.2	17.0	17.5	17.4	17.9	18.2
	4H	17.2	17.6	17.5	18.0	18.3	17.2	17.6	17.5	18.0	18.3
	6H	17.2	17.6	17.6	18.0	18.4	17.2	17.6	17.6	18.0	18.4
	8H	17.2	17.6	17.7	18.0	18.4	17.2	17.6	17.7	18.0	18.4
12H	17.3	17.6	17.7	18.0	18.4	17.3	17.6	17.7	18.0	18.4	
8H	4H	17.2	17.5	17.6	17.9	18.3	17.2	17.5	17.6	17.9	18.3
	6H	17.3	17.6	17.7	18.0	18.4	17.3	17.6	17.7	18.0	18.4
	8H	17.3	17.5	17.8	18.0	18.5	17.3	17.5	17.8	18.0	18.5
	12H	17.3	17.5	17.8	18.0	18.5	17.3	17.5	17.8	18.0	18.5
12H	4H	17.2	17.5	17.6	17.9	18.3	17.2	17.5	17.6	17.9	18.3
	6H	17.3	17.5	17.7	17.9	18.4	17.3	17.5	17.7	17.9	18.4
	8H	17.3	17.5	17.8	17.9	18.4	17.3	17.5	17.8	17.9	18.4
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+1.5 / -0.9					+1.5 / -0.9					
S = 1.5H	+3.0 / -1.3					+3.0 / -1.3					
S = 2.0H	+4.4 / -2.2					+4.4 / -2.2					
Tabla estándar	BK02					BK02					
Sumando de corrección	-0.7					-0.7					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 720lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS DN140B PSU D162 1 xLED10S/840 WR / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 64 91 98 100 100

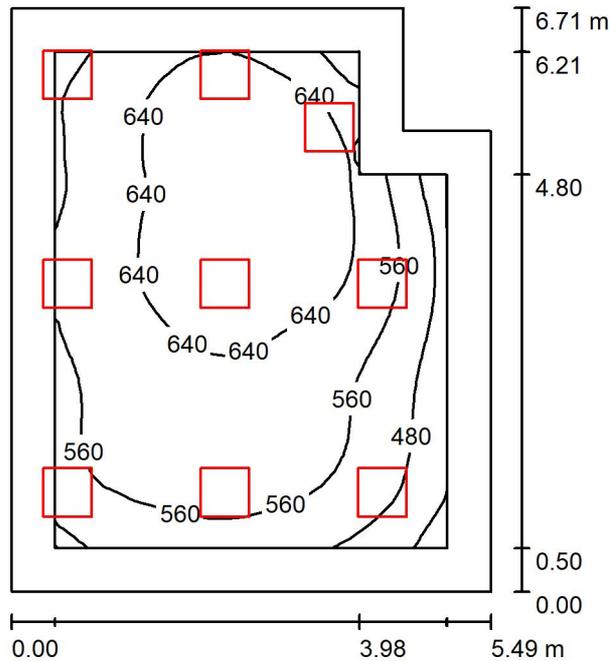
Para todo tipo de proyectos en los que la luz es protagonista, alta calidad y fácil de usar CoreLine Downlight cumple el compromiso de CoreLine de downlights empotrables innovadoras, fáciles de usar y de alta calidad. La gama CoreLine Downlight es adecuada para sustituciones uno a uno de luminarias convencionales con un atractivo TCO que anima a los clientes a realizar el cambio a LED. Estas downlights empotradas distribuyen la luz de manera uniforme para su uso en aplicaciones de iluminación general. Además, ofrecen ahorros energéticos instantáneos y tienen una vida útil mucho más prolongada, lo que crea una solución respetuosa con el medio ambiente y con una buena relación calidad-precio. Las downlights empotradas CoreLine DN140B son fáciles de instalar gracias a su diámetro de corte estándar y a los conectores push-in. La familia cuenta con una opción de Interact Ready con comunicaciones inalámbricas integradas, que se puede utilizar con puertas de enlace, sensores y software de Interact.

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR										
	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Techo										
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
X	Y									
2H	2H	22.1	23.2	22.4	23.4	23.7	22.1	23.2	22.4	23.4
	3H	22.5	23.5	22.8	23.8	24.0	22.5	23.5	22.8	23.8
	4H	22.7	23.7	23.1	23.9	24.2	22.7	23.7	23.1	23.9
	6H	22.9	23.8	23.3	24.1	24.4	22.9	23.8	23.3	24.1
	12H	23.0	23.8	23.4	24.1	24.4	23.0	23.8	23.4	24.1
4H	2H	22.3	23.2	22.6	23.5	23.8	22.3	23.2	22.6	23.5
	3H	22.9	23.6	23.2	23.9	24.3	22.9	23.6	23.2	23.9
	4H	23.2	23.9	23.6	24.2	24.6	23.2	23.9	23.6	24.2
	6H	23.5	24.1	23.9	24.4	24.8	23.5	24.1	23.9	24.4
	12H	23.7	24.1	24.1	24.6	25.0	23.7	24.1	24.1	24.6
8H	4H	23.3	23.8	23.7	24.2	24.6	23.3	23.8	23.7	24.2
	6H	23.7	24.1	24.2	24.6	25.0	23.7	24.1	24.2	24.6
	8H	23.9	24.3	24.4	24.7	25.2	23.9	24.3	24.4	24.7
	12H	24.0	24.3	24.5	24.8	25.3	24.0	24.3	24.5	24.8
	12H	24.0	24.3	24.5	24.8	25.3	24.0	24.3	24.5	24.8
12H	4H	23.3	23.8	23.7	24.2	24.6	23.3	23.8	23.7	24.2
	6H	23.7	24.1	24.2	24.6	25.0	23.7	24.1	24.2	24.6
	8H	23.9	24.2	24.4	24.7	25.2	23.9	24.2	24.4	24.7
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias										
S = 1.0H	+0.5 / -0.7					+0.5 / -0.7				
S = 1.5H	+1.0 / -1.6					+1.0 / -1.6				
S = 2.0H	+2.1 / -2.3					+2.1 / -2.3				
Tabla estándar	BK03					BK03				
Sumando de corrección	6.1					6.1				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1100lm Flujo luminoso total										

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Dirección / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:87

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	597	357	718	0.598
Suelo	20	470	259	606	0.551
Techo	70	127	82	39294	0.647
Paredes (6)	50	268	106	706	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.500 m

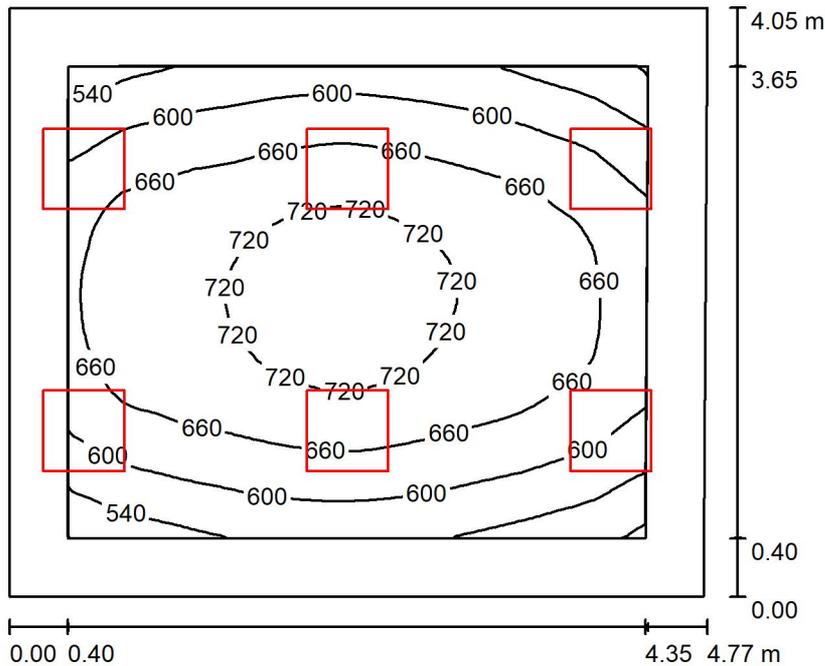
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	9	PHILIPS RC065B LED34S_840 W60L60 OC 1xLED (1.000)	3400	3400	34.0
			Total: 30600	Total: 30600	306.0

Valor de eficiencia energética: $8.65 \text{ W/m}^2 = 1.45 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 35.36 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Dcho 7, 8 y 9 / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:52

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	647	475	748	0.734
Suelo	20	484	318	592	0.658
Techo	70	156	106	41754	0.680
Paredes (4)	50	313	148	1039	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.400 m

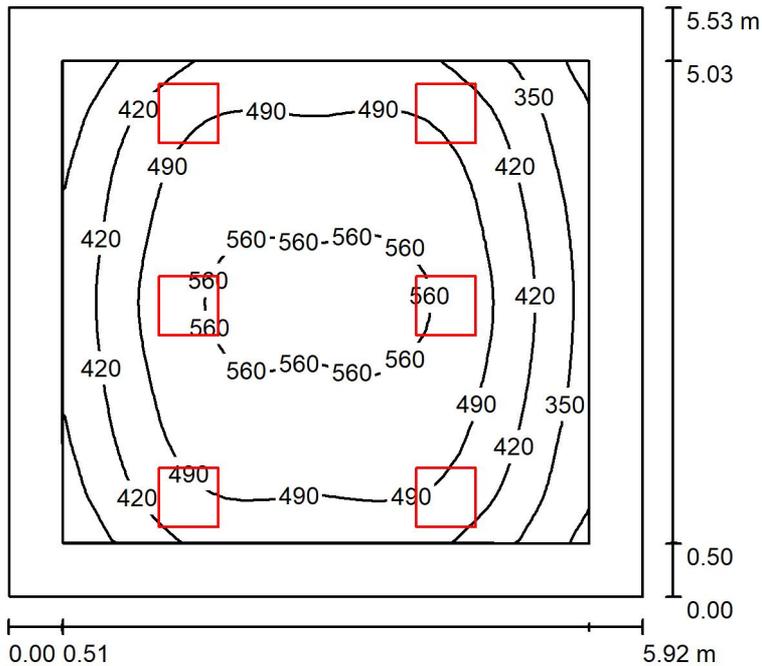
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS RC065B LED34S_840 W60L60 OC 1xLED (1.000)	3400	3400	34.0
			Total: 20400	Total: 20400	204.0

Valor de eficiencia energética: $10.61 \text{ W/m}^2 = 1.64 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 19.23 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Archivo / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:71

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	471	260	576	0.552
Suelo	20	354	194	485	0.549
Techo	70	89	58	26889	0.657
Paredes (4)	50	184	77	368	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.500 m

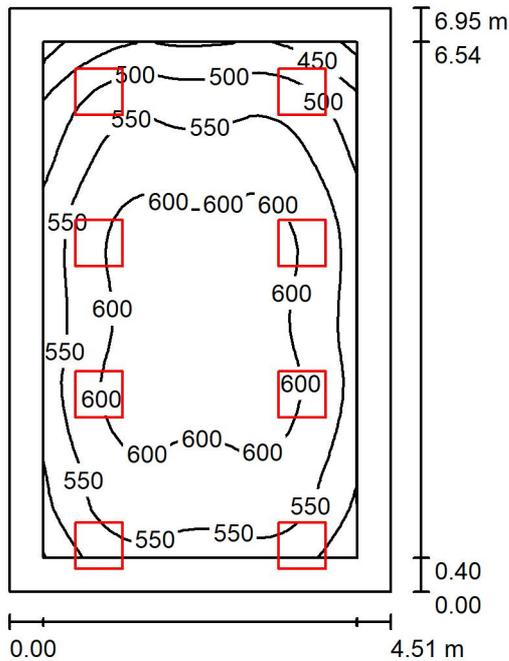
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS RC065B LED34S_840 W60L60 OC 1xLED (1.000)	3400	3400	34.0
			Total: 20400	Total: 20400	204.0

Valor de eficiencia energética: $6.24 \text{ W/m}^2 = 1.32 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 32.70 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala reuniones / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:90

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	563	383	627	0.682
Suelo	20	447	274	548	0.613
Techo	70	118	86	2917	0.731
Paredes (4)	50	267	89	876	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.400 m

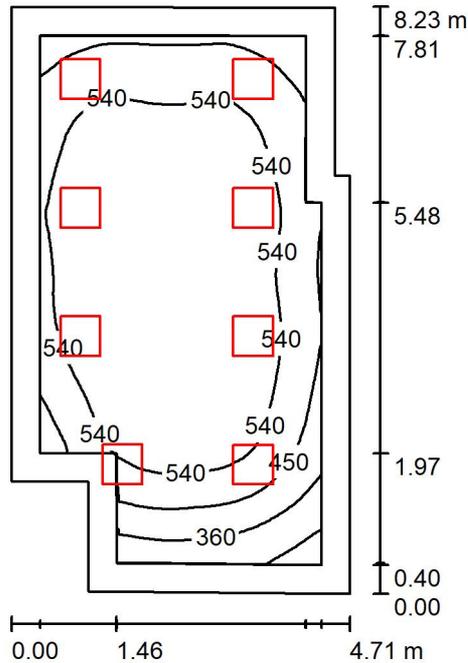
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	PHILIPS RC065B LED34S_840 W60L60 OC 1xLED (1.000)	3400	3400	34.0
			Total: 27200	Total: 27200	272.0

Valor de eficiencia energética: $8.69 \text{ W/m}^2 = 1.55 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 31.29 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Administración / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:106

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	527	222	623	0.422
Suelo	20	413	195	538	0.471
Techo	70	103	64	20945	0.627
Paredes (8)	50	219	87	777	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.400 m

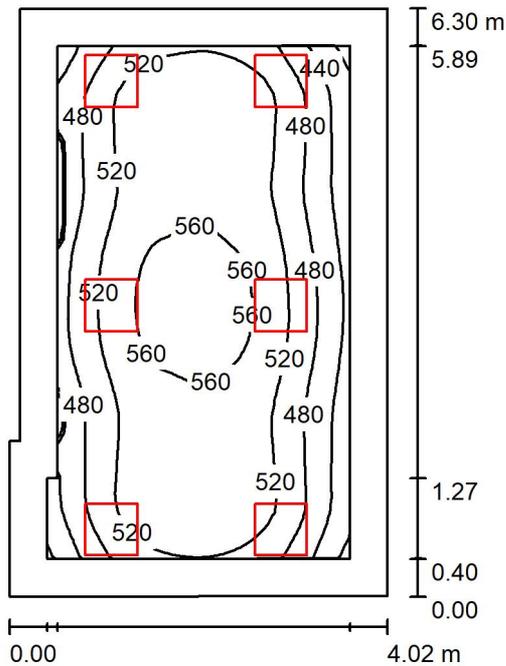
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	PHILIPS RC065B LED34S_840 W60L60 OC 1xLED (1.000)	3400	3400	34.0
			Total: 27200	Total: 27200	272.0

Valor de eficiencia energética: $7.45 \text{ W/m}^2 = 1.41 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 36.50 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Dcho 6 / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:81

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	514	388	579	0.755
Suelo	20	396	273	480	0.689
Techo	70	118	86	56202	0.729
Paredes (6)	50	248	112	556	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.400 m

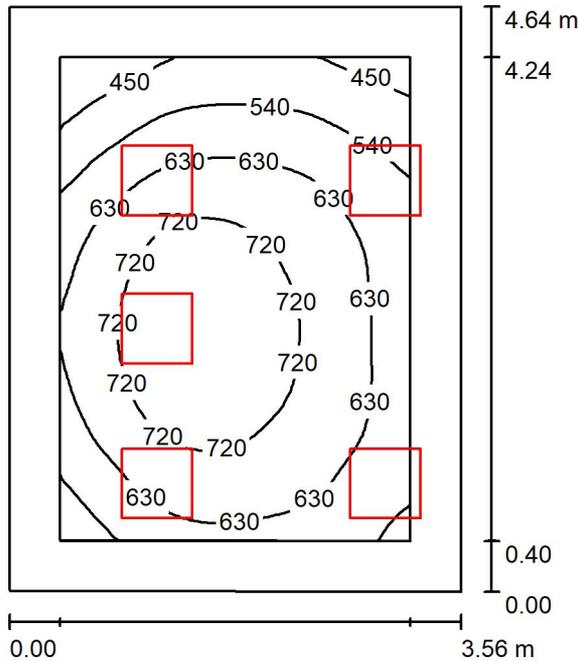
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS RC065B LED34S_840 W60L60 OC 1xLED (1.000)	3400	3400	34.0
			Total: 20400	Total: 20400	204.0

Valor de eficiencia energética: $8.24 \text{ W/m}^2 = 1.60 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 24.76 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Dcho 5 / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:60

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	634	367	792	0.579
Suelo	20	455	259	574	0.571
Techo	70	137	87	9846	0.634
Paredes (4)	50	286	117	797	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.400 m

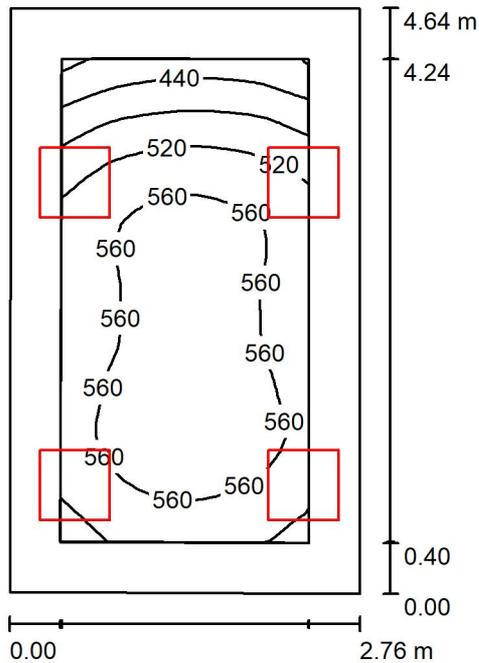
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	5	PHILIPS RC065B LED34S_840 W60L60 OC 1xLED (1.000)	3400	3400	34.0
			Total: 17000	Total: 17000	170.0

Valor de eficiencia energética: $10.30 \text{ W/m}^2 = 1.62 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 16.51 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Dcho 4 / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:60

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	537	393	585	0.731
Suelo	20	388	259	457	0.667
Techo	70	146	89	7095	0.608
Paredes (4)	50	289	122	1312	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 16 Puntos
Zona marginal: 0.400 m

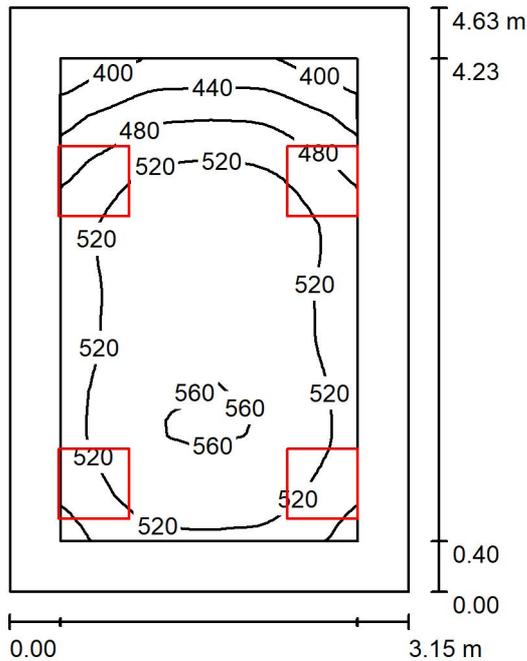
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS RC065B LED34S_840 W60L60 OC 1xLED (1.000)	3400	3400	34.0
			Total: 13600	Total: 13600	136.0

Valor de eficiencia energética: $10.66 \text{ W/m}^2 = 1.98 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 12.76 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Dcho 3 / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:60

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	513	366	566	0.713
Suelo	20	373	240	446	0.645
Techo	70	128	81	18542	0.638
Paredes (4)	50	258	111	653	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.400 m

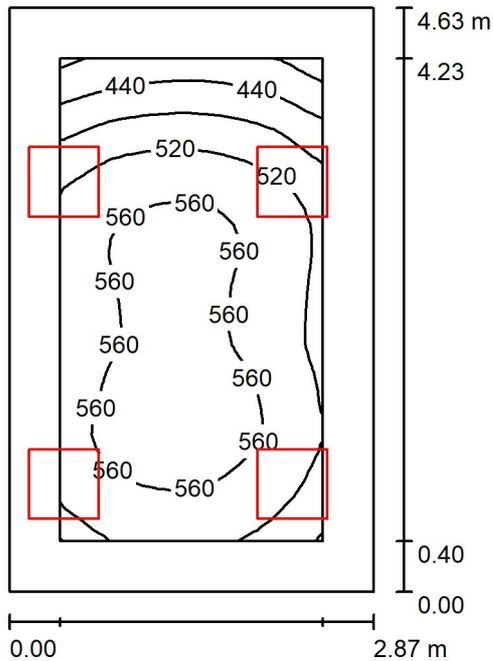
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS RC065B LED34S_840 W60L60 OC 1xLED (1.000)	3400	3400	34.0
			Total: 13600	Total: 13600	136.0

Valor de eficiencia energética: $9.35 \text{ W/m}^2 = 1.82 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 14.54 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Dcho 2 / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:60

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	531	383	580	0.721
Suelo	20	384	250	455	0.650
Techo	70	141	87	13450	0.618
Paredes (4)	50	282	117	1358	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 16 Puntos
Zona marginal: 0.400 m

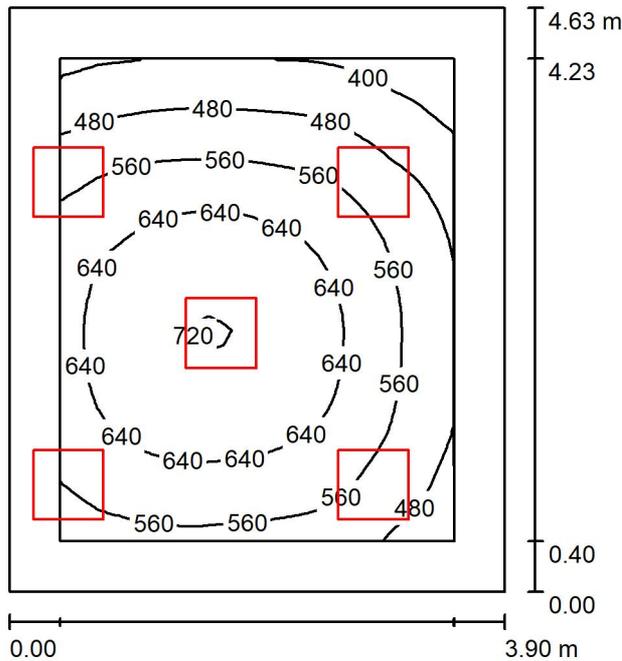
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS RC065B LED34S_840 W60L60 OC 1xLED (1.000)	3400	3400	34.0
			Total: 13600	Total: 13600	136.0

Valor de eficiencia energética: $10.24 \text{ W/m}^2 = 1.93 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 13.28 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Dcho 1 / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:60

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	576	334	723	0.580
Suelo	20	422	238	537	0.565
Techo	70	124	83	3539	0.671
Paredes (4)	50	268	111	1167	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.400 m

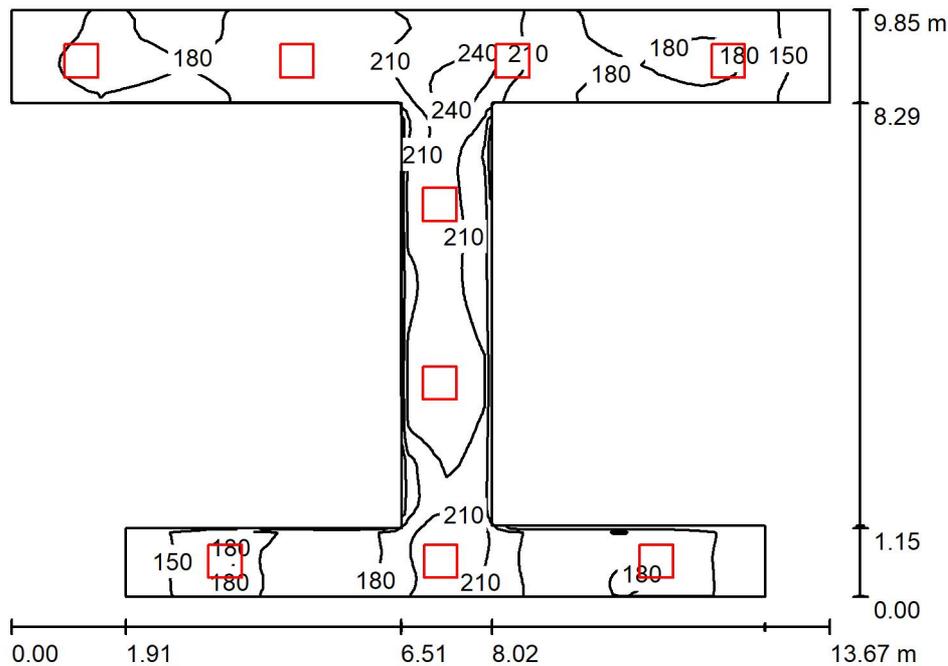
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	5	PHILIPS RC065B LED34S_840 W60L60 OC 1xLED (1.000)	3400	3400	34.0
			Total: 17000	Total: 17000	170.0

Valor de eficiencia energética: $9.41 \text{ W/m}^2 = 1.64 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 18.06 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:127

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	189	122	252	0.643
Suelo	20	190	120	253	0.636
Techo	70	89	54	1763	0.603
Paredes (12)	50	170	61	1061	/

Plano útil:

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

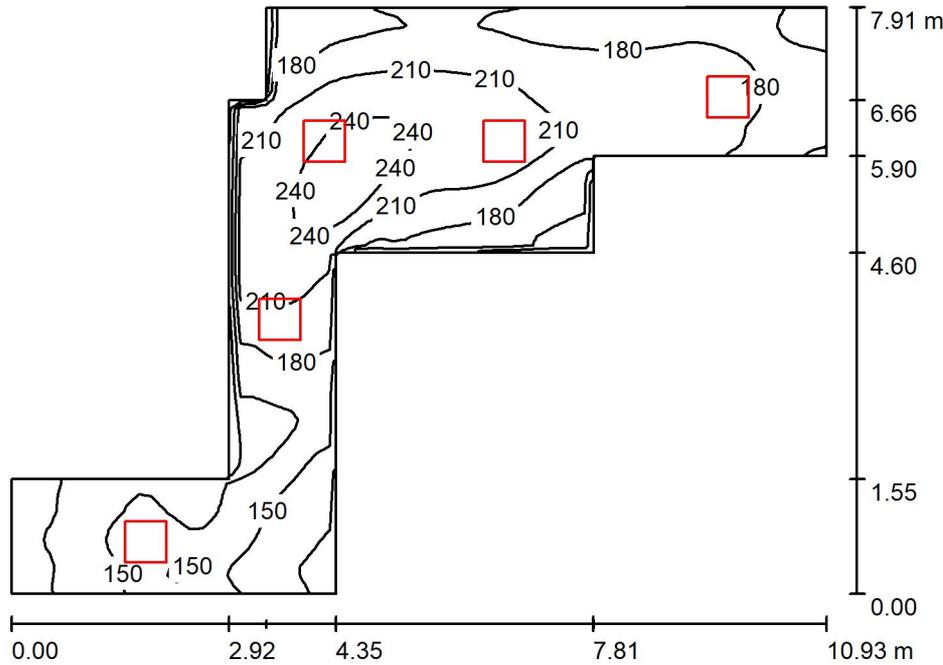
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	9	PHILIPS RC065B LED34S W60L60 NOC 1xLED (1.000)	3400	3400	34.0
			Total: 30600	Total: 30600	306.0

Valor de eficiencia energética: $6.89 \text{ W/m}^2 = 3.63 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 44.44 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:102

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	182	103	252	0.566
Suelo	20	182	105	252	0.578
Techo	70	72	38	24465	0.533
Paredes (12)	50	145	55	699	/

Plano útil:

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

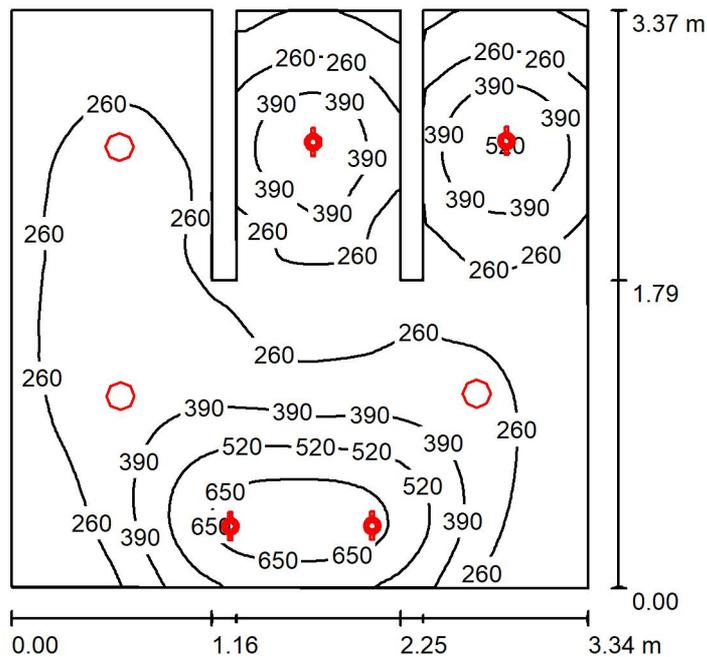
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	5	PHILIPS RC065B LED34S W60L60 NOC 1xLED (1.000)	3400	3400	34.0
			Total: 17000	Total: 17000	170.0

Valor de eficiencia energética: $5.17 \text{ W/m}^2 = 2.84 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 32.88 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseo / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:44

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	325	89	736	0.273
Suelo	20	247	119	477	0.481
Techo	70	53	30	76	0.567
Paredes (12)	50	108	32	328	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	PHILIPS DN140B PSU D162 1 xLED10S/840 WR (1.000)	1100	1100	9.5
2	4	PHILIPS RS150B LED6S/840 WB D78 PSR (1.000)	720	720	7.2
			Total: 6180	Total: 6180	57.3

Valor de eficiencia energética: $5.31 \text{ W/m}^2 = 1.64 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 10.78 m^2)