

Resumen

El objetivo principal de este proyecto es la confección del material necesario para la elaboración de un manual básico de instalaciones de iluminación. Tratándose de un nivel básico tiene que servir como primera toma de contacto en el mundo de la luminotecnia, ya sea para personas que no tengan conocimientos de ingeniería, como para personas que trabajan habitualmente en el diseño de instalaciones.

El material se estructura en unos bloques, empezando por unos temas de introducción donde se explica la teoría de la luz y se definen sus fuentes, bajando al detalle de los diferentes tipos de luminarias; entrando a continuación en analizar en profundidad las diferentes necesidades de alumbrado, para acabar con una explicación tanto de sistemas de gestión, ahorro de energía y calidad general de la iluminación, como del concepto de contaminación lumínica.

Este material pretende ser una herramienta útil, facilitando la incursión en el mundo de la luminotecnia de personas que no tengan conocimientos previos y a la vez pueda servir de ayuda para poder realizar algún proyecto del tema de instalaciones de iluminación.





Sumario

RESUMEN	1
SUMARIO	3
1. INTRODUCCIÓN	5
1.1 Origen del proyecto	5
1.2 Objetivo y alcance del proyecto	5
1.3 Descripción del proyecto	5
2. MEMORIA	7
2.1 Justificación y Antecedentes	7
2.2 Análisis de usuarios	8
2.3 Diseño de especificaciones	9
2.4 Desarrollo de contenidos	9
2.5 Programación	20
3. PROYECTO	25
3.1 Programación del proyecto	25
3.2 Presupuesto	27
CONCLUSIONES	28
BIBLIOGRAFÍA	29
Publicaciones consultadas	29
Sitios Web consultados	29
Normativa consultada	30
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA	31
ANEXOS	
A. Texto del manual de iluminación Parte 1	
B. Texto del manual de iluminación Parte 2	
C. Glosario de palabras clave y Ejercicios teóricos y prácticos	



1. Introducción

1.1 Origen del proyecto

El objeto de este proyecto es la redacción de un manual básico de instalaciones de iluminación, planteando la teoría básica necesaria, las figuras correspondientes, ejercicios teóricos y prácticos, un glosario con las palabras clave, acabando con ejemplos de instalaciones de iluminación de interior y de exterior, en los que se aplica la mayor parte de la teoría expuesta.

1.2 Objetivo y alcance del proyecto

El objetivo de este proyecto es la elaboración del material didáctico para un manual de instalaciones de iluminación. Este manual pretende ser una herramienta útil, ya sea para ingenieros de instalaciones o para cualquier persona que quiera empezar en el mundo de las instalaciones de iluminación.

Los objetivos que pretende alcanzar son:

- Elaborar un documento técnico de carácter práctico, definiendo el temario adaptando-lo a los usuarios finales.
- Garantizar la inclusión de los contenidos necesarios.
- Establecer una metodología de trabajo para los ejercicios prácticos.
- Incorporar recomendaciones, comentarios y ejemplos que aporten valor añadido.

1.3 Descripción del proyecto

Este proyecto se compone de una parte inicial formada por el Resumen y Sumario, seguido del Cuerpo del documento. Finalmente acompañando esta memoria se encuentran los Anejos.

En el núcleo del proyecto se encuentran los apartados de justificación y antecedentes, análisis de usuarios, explicación de los contenidos del manual, de cómo se estructura, consta de un presupuesto del proyecto, así como un pequeño estudio del coste del manual.



Cierran esta memoria las Conclusiones, los Agradecimientos y la Bibliografía.

Como ya se ha comentado este documento va acompañado de unos Anejos, en los que se ha insertado íntegramente el material del manual, en forma de temario necesario para la realización de dicho manual.



2. Memoria

2.1 Justificación y Antecedentes

La primera acción que se debe realizar es la búsqueda del material existente en materia de instalaciones de iluminación, ya sean cursos on-line, libros, manuales, etc.

Si se realiza una investigación en el mercado, ya sea en Internet o bibliotecas, el resultado demuestra que existen libros con información y temario relacionado con las instalaciones de iluminación pero que distan mucho de llegar a ser propiamente un manual, ya que no aparecen ejemplos numéricos ni la posibilidad de auto evaluaciones mediante preguntas tipo test. Además en lo que se refiere a cursos de iluminación que se pueden encontrar por Internet, la mayoría están destinados a conceptos concretos y particulares dentro del mundo de la iluminación, como por ejemplo iluminación aplicada al campo de la fotografía, el cine, el espectáculo y el diseño en general.

De esta realidad surge la idea de redactar este manual básico, que pueda llegar a explicar la teoría de la luz, presentar los diferentes tipos de fuentes (luminarias) y exponer los principios de diseño de iluminación en todos los campos posibles.

Haciendo una búsqueda en Internet de cursos o manuales de iluminación se pueden obtener los siguientes resultados:

- Curso de iluminación en el Centro *Nou Prodigí* (Barcelona), de modalidad presencial. Duración 48 horas divididas en clases teóricas de dos horas y prácticas de cuatro, a realizarse en estudio, exterior y laboratorio. Al tratarse de una escuela de cine, el temario va destinado sobretodo al tratado de la imagen, dejando de un lado otras aplicaciones.
- Curso de iluminación de espacios (exposiciones e interiores), de modalidad presencial de 60 horas, en el *Instituto Europeo di Design* (Madrid). El curso va dirigido a estudiantes y profesionales del diseño, y a interesados en general en la iluminación, no sólo en su aspecto técnico, funcional o estético, sino también como elemento creativo, en el diseño de cualquier proyecto. Este curso va más dirigido al concepto del diseño y decoración, es decir, no tan técnico, y sólo trata de espacios interiores.
- Curso de iluminación 3D Studio, de modalidad presencial en *Ciberaula* de Madrid, El curso tiene por objetivo que los alumnos conozcan las propiedades físicas de la luz,



para recrearlas en sus proyectos, y conseguir así unas imágenes más realistas y de mayor calidad. El curso sólo se centra en herramientas para software de animación en 3D.

- Curso de especialización en Rendering (Representación de materiales e iluminación), de modalidad presencial en *Fundación UPC* (Barcelona). El curso va dirigido a arquitectos y diseñadores para que puedan reproducir modelos virtuales y presentaciones de alta calidad. Se trata de un curso que únicamente tendrá en cuenta conceptos para aplicaciones de software en 3D.
- Curso online en <http://edison.upc.edu/curs/llum/> del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UPC. Se trata de un curso bastante completo, separando la iluminación exterior e interior, en lugar de especificar concretamente las aplicaciones de instalaciones de iluminación. El curso no tiene un glosario con definiciones de conceptos básicos y se encuentran en falta más fotos de ejemplos reales. Además en un curso del 2004, como fecha de última actualización, por lo tanto no incluirá la aplicación del nuevo Código Técnico de Edificación.

Si se realiza la búsqueda de manuales de instalaciones de iluminación se pueden encontrar:

- Manual de instalaciones de iluminación <http://manualdeusoymantenimiento.generadordeprecios.info/III.html>. Es un manual de uso y mantenimiento del Libro de Edificio, con consignas de uso y mantenimiento de instalaciones de iluminación.

2.2 Análisis de usuarios

Se trata de un Manual de instalaciones de iluminación básico, en el cual la primera y la última parte están formadas por conceptos generales y básicos, necesarios para cualquier persona que quiera tener una primera toma de contacto en el mundo de la luminotecnia. Por este motivo irá destinado a personas que no tengan conocimientos previos de luminotecnia siendo el objetivo de esta primera parte del manual asentar conceptos que se utilizarán a posteriori.

La segunda parte del manual consta de aplicaciones en el campo de la iluminación, donde se aplican los conceptos adquiridos en la primera parte del manual. Por este motivo esta parte podrá ser utilizada ya sea por personas que, como en la primera parte, no han tenido contacto con instalaciones de iluminación, o también podrá ser utilizado por personas con conocimientos previos en el mundo de las instalaciones, ya sean ingenieros, arquitectos o



técnicos, que este manual les podrá servir de recordatorio para sus proyectos de edificación o urbanización. Además, como este manual consta de varios temas de aplicaciones de las instalaciones de iluminación, es posible que lo puedan utilizar personas que estén especializadas en ciertas aplicaciones pero que no lo estén en otras.

En resumen este manual irá destinado a un público muy amplio, ya que los usuarios finales podrán ser personas con o sin conocimientos previos, por este motivo el vocabulario tendrá que ser bastante general y aclaratorio. También por este motivo se ha creado un glosario de palabras clave en el que se definen los conceptos que se utilizan en este manual.

2.3 Diseño de especificaciones

El manual de instalaciones de iluminación está dividido en bloques, cada bloque se divide en temas, y cada tema contiene toda la teoría relacionada, fotos para hacer más fácil la comprensión de la materia y ejercicios de carácter teórico y práctico (en los temas que lo requieran) para aclarar los conceptos más fundamentales. Al final se incluyen dos ejercicios prácticos generales, de instalaciones de iluminación, una de exterior y otra de interior, donde se pondrán en práctica la mayoría de los conceptos adquiridos en la parte teórica; y también se incluirá un glosario general con los conceptos y su correspondiente definición.

2.4 Desarrollo de contenidos

Temario

El temario del manual de iluminación con sus correspondientes objetivos es el siguiente:

BLOQUE 1 INTRODUCCIÓN Y FUNDAMENTOS

Objetivos:

- Establecer una base de los contenidos teóricos relativos a la física de la luz.
- Aprender las definiciones básicas de la interacción entre luz y materia, así como las magnitudes y unidades.
- Presentar las leyes básicas de la fotometría.

Contenidos:

1 INTRODUCCIÓN Y FUNDAMENTOS



1.1 LUZ Y VISIÓN

1.1.1 Física de la luz

1.1.1.2 Naturaleza de la luz

1.1.1.2 La luz como fenómeno ondulatorio

1.1.1.3 El espectro electromagnético

1.1.2 Interacción entre la luz y la materia

1.1.2.1 Reflexión

1.1.2.2 Refracción

1.1.2.3 Absorción

1.1.3 El sistema visual

1.2 FOTOMETRÍA Y COLORIMETRÍA

1.2.1 Conceptos

1.2.1.1 Magnitudes y Unidades

1.2.2 Leyes Básicas

1.2.2.1 Ley de la inversa del cuadrado de la distancia

1.2.2.2 Ley del coseno del ángulo de incidencia

1.2.2.3 Ley de Lambert

BLOQUE 2 FUENTES DE LUZ Y EQUIPOS AUXILIARES

Objetivos:

- Conocer los distintos componentes de las fuentes de luz y su utilidad
- Conocer las características fundamentales de las fuentes de luz, que después son las que harán diferenciar unos tipos de otros.
- Aprender cómo se genera la luz de las diferentes maneras posibles.
- Aprender a diferenciar los diferentes tipos de lámparas y poder distinguir para que usos se destinan unas u otras.

Contenidos:

2 FUENTES DE LUZ Y EQUIPOS AUXILIARES

2.1 Características fundamentales

2.1.1 Características fundamentales

2.2 Generación de la Luz

2.2.1 Generación de la Luz

2.3 Tipología y Fuentes de Luz

2.3.1 Lámpara de incandescencia

2.3.2 Lámpara de incandescencia con halógenos



- 2.3.3 Lámpara fluorescente –vapor mercurio baja presión -
- 2.3.4 Lámpara fluorescente compacta
- 2.3.5 Lámpara de vapor de mercurio de alta presión
- 2.3.6 Lámpara de luz mezcla
- 2.3.7 Lámpara de mercurio con halogenuros
- 2.3.8 Lámpara de vapor de sodio a baja presión
- 2.3.9 Lámpara de vapor de sodio a alta presión
- 2.3.10 Tubo de neon
- 2.3.11 Lámpara de inducción
- 2.3.12 Led

BLOQUE 3 LUMINARIAS

Objetivos:

- Aprender el concepto de luminaria y su utilización.
- Distinguir los diferentes tipos de luminarias en función de su utilización.
- Saber leer y comprender los grados de protección de las luminarias, ya sean resistencia al ambiente, resistencia mecánica y eléctricas.
- Conocer los diferentes materiales con los que se fabrican las luminarias y sus principales características y/o aplicaciones.
- Comprender el concepto de reflector, sus características principales y los diferentes tipos que existen.
- Saber leer y comprender los distintos tipos de diagramas fotométricos que existen.
- Primera aproximación a los programas informáticos para el cálculo de instalaciones de alumbrado.
- Conocer los diferentes tipos de mantenimiento a realizar en las luminarias.

Contenidos:

3 LUMINARIA

3.1 Introducción

3.1.1 Introducción

3.2 Clasificación

3.2.1 Clasificación en función de utilización

3.3 Características de las luminarias

3.3.1 Características fotométricas

3.3.2 Características térmicas



- 3.3.3 Resistencia al ambiente
- 3.3.4 Características mecánicas
- 3.3.5 Características eléctricas
- 3.3.6 Marcado
- 3.3.7 Endurancia
- 3.3.8 Características funcionales
- 3.3.9 Diseño
- 3.4 Materiales
 - 3.4.1 Fundición de aluminio
 - 3.4.2 Chapa de aluminio
 - 3.4.3 Fundición de hierro
 - 3.4.4 Chapa de acero
 - 3.4.5 Termoplásticos
 - 3.4.6 Vidrio
 - 3.4.7 Juntas de estanqueidad
- 3.5 Reflectores
 - 3.5.1 Introducción
 - 3.5.2 Materiales
 - 3.5.3 Formas geométricas
 - 3.5.4 Tipos de reflectores
 - 3.5.5 Reglajes
 - 3.5.6 Incremento de tensión de arco
- 3.6 Fotometría
 - 3.6.1 Matrices
 - 3.6.2 Curvas polares
 - 3.6.3 Diagramas cartesianos
 - 3.6.4 Curvas isolux
 - 3.6.5 Curvas del coeficiente de utilización
 - 3.6.6 Diagramas isocandelas
 - 3.6.7 Clasificación fotométrica
 - 3.6.8 Goniofotómetros
 - 3.6.9 Archivo informático
- 3.7 Marcado ce
 - 3.7.1 Normas aplicables
 - 3.7.2 Obligatoriedad
- 3.8 Mantenimiento
 - 3.8.1 Planificación
 - 3.8.2 Tipos de mantenimiento
 - 3.8.3 Mantenimiento de las luminarias



3.8.4 Evolución del flujo

BLOQUE 4 ALUMBRADO PÚBLICO Y URBANO

Objetivos:

- Saber diferenciar entre alumbrado público y peatonal.
- Diferenciar los diferentes tipos de vías que se deben iluminar.
- Conocer los diferentes tipos de luminarias y lámparas que se utilizan en el alumbrado público y las condiciones que se han de dar para aplicarlas en una u otra vía.
- Conocer los diferentes tipos de disposiciones de luminarias, y en definitiva poder diseñar una instalación de alumbrado público.

Contenidos:

4 ALUMBRADO PÚBLICO Y URBANO

4.1 Introducción

4.1.1 Objetivo

4.1.2 Criterios de calidad

4.1.3 Recomendaciones para la iluminación de carreteras

4.1.4 Recomendaciones oficiales (Tablas)

4.2 Características

4.2.1 Componentes de la instalación

4.3 Criterios de diseño

4.3.1 Características mecánicas y eléctricas de las luminarias

4.3.2 Parámetros referentes a la implantación

4.3 Mantenimiento

4.4.1 Introducción

4.4.2 Criterios de diseño

BLOQUE 5 ALUMBRADO POR PROYECCIÓN

Objetivos:

- Comprender el concepto de proyector y de alumbrado por proyección.
- Conocer los diferentes tipos de lámparas y luminarias con sus respectivas características más representativas que se aplican en el alumbrado por proyección.
- Diferenciar las diferentes dentro del alumbrado por proyección, y aprender los requisitos dentro de cada una de las aplicaciones:
 - Alumbrado de grandes áreas de trabajo



- Iluminación ornamental
- Iluminación deportiva
- Poder diseñar o calcular una instalación de alumbrado de proyección.

Contenidos:

5 ALUMBRADO POR PROYECCIÓN

5.1 Introducción

5.1.1 Objetivo y ámbito de aplicación

5.2 Componentes de la instalación

5.2.1 Lámparas

5.2.2 Luminarias

5.3 Criterios de diseño

5.3.1 Iluminación de grandes áreas de trabajo

5.3.2 Iluminación ornamental

5.3.3 Iluminación deportiva

BLOQUE 6 ALUMBRADO INDUSTRIAL

Objetivos:

- Conocer los parámetros de calidad que se usan para estudiar una instalación de alumbrado industrial.
- Conocer las luminarias y lámparas que se suelen utilizar en las instalaciones de alumbrado industrial así como sus características más representativas.
- Aprender un resumen de los niveles de iluminación recomendados dependiendo del tipo de tarea visual a realizar.
- Diferenciar los diferentes tipos de edificios industriales con sus respectivas recomendaciones de iluminación.
- Conocer la clasificación de los locales industriales en función de la probabilidad de la presencia de materiales inflamables, así como las clasificaciones de los materiales de la instalación que se deben utilizar en estos casos.

Contenidos:

6 ALUMBRADO INDUSTRIAL

6.1 Introducción

6.1.1 Consideraciones Generales

6.1.2 Calidad de Iluminación

6.1.3 Cantidad de Iluminación



6.2 Cálculo de las instalaciones

6.2.1 Pautas para la selección de lámparas y luminarias

6.2.2 Cálculos de iluminación

6.3 Criterios de Diseño

6.3.1 Niveles de Iluminación

6.3.2 Tipos de edificios industriales

6.3.3 Instalaciones en ambientes peligrosos

6.3.4 Tareas Especiales

BLOQUE 7 ALUMBRADO DE ESCUELAS Y OFICINAS

Objetivos:

- Conocer las distintas tipologías de escuelas y oficinas según las actividades que se realizan y sus valores recomendados de iluminancias.
- Aprender los diferentes sistemas de iluminación: iluminación general e iluminación localizada.
- Aprender a utilizar los diferentes métodos de cálculo para la iluminación general.
- Conocer los diferentes componentes que se utilizan en las instalaciones de alumbrado de escuelas y oficinas, lámparas, luminarias y equipos.
- Conocer el tipo de mantenimiento a realizar en instalaciones de este tipo y las medidas de seguridad y ahorro energético que se deben considerar en un diseño de instalación de alumbrado de escuelas y oficinas.

Contenidos:

7 ALUMBRADO DE ESCUELAS Y OFICINAS

7.1 Rasgos fundamentales de la Tipología

7.1.1 Rasgos Fundamentales de la Tipología

7.2 Clasificación de las actividades

7.2.1 Clasificación de las actividades

7.3 Criterios de Iluminación

7.3.1 Iluminancia y uniformidad

7.3.2 Índice de deslumbramiento

7.3.3 Modelados

7.3.4 Color

7.3.5 Composición y ambiente

7.3.6 Casos Especiales

7.4 Sistemas de Iluminación

7.4.1 Tipologías



7.4.2 Métodos de cálculo para iluminación general: Factor de Corrección

7.4.3 Métodos de cálculo para iluminación general: Factor de Utilización

7.4.4 Tipos de lámparas

7.4.5 Tipos de equipos

7.4.6 Tipos de luminarias

7.4.7 Casos especiales

7.4.8 Iluminación decorativa

7.5 Ratios de eficiencia en los sistemas de iluminación

7.5.1 Ratios de eficiencia en los sistemas de iluminación

7.6 Instalación, explotación, mantenimiento y control

7.6.1 Aspectos de seguridad mecánica

7.6.2 Aspectos de seguridad eléctrica

7.6.3 Aspectos relativos al reglamento de baja tensión.

7.6.4 Maniobras y selectividad de la instalación.

7.6.5 Sistemas de regulación y control.

7.6.6 Mantenimiento del nivel de servicio.

7.6.7 Gestor energético

7.6.8 Valor de Eficiencia Energética de la Instalación

BLOQUE 8 ALUMBRADO COMERCIAL

Objetivos:

- Comprender la influencia que puede llegar a tener la iluminación con el buen desarrollo de una actividad comercial.
- Comprender y saber diferenciar los diferentes tipos de iluminación, dentro del ámbito de la iluminación de espacios comerciales.
- Tener una idea de los niveles de iluminación recomendados dependiendo del tipo de zona a iluminar y saber proyectar y dimensionar un espacio comercial.
- Conocer las 7 grandes tipologías de establecimientos y saber asociarles los diferentes parámetros luminotécnicos.

Contenidos:

8 ALUMBRADO COMERCIAL

8.1 Introducción

8.1.1 Luz y marketing

8.1.2 Luz y consumidor

8.2 Características

8.2.1 Planificación de iluminación



8.3 Criterios de diseño

- 8.3.1 Tipos de Iluminación
- 8.3.2 Niveles de Iluminación
- 8.3.3 Proyecto y dimensionado
- 8.3.4 Etapas de Planificación
- 8.3.5 Iluminancias
- 8.3.6 Procedimiento de cálculo
- 8.3.7 Diseño de la iluminación
- 8.3.8 Iluminación y política comercial
- 8.3.9 Iluminación y consumidor
- 8.3.10 Ejemplos de aplicaciones

BLOQUE 9 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Objetivos:

- Comprender la utilidad de las instalaciones de alumbrado de emergencia, y dentro de esta los diferentes tipos que existen: Alumbrado de seguridad y Alumbrado de reemplazamiento.
- Conocer los componentes de la instalación que se suelen utilizar y sus características más representativas, y también sus respectivos accesorios.
- Conocer la clasificación de los aparatos de alumbrado de emergencia con sus respectivas ventajas y desventajas: autónomos-centralizados y permanentes-no permanentes-combinados.
- Conocer los lugares en los que debe instalarse alumbrado de emergencia, los niveles de iluminación recomendados según las zonas en las que se aplique, y las características de la instalación.

Contenidos:

9 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

9.1 Introducción

9.1.1 Definición

9.2 Características

9.2.1 Componentes de la instalación

9.3 Criterios de diseño

9.3.1 Lugares en que deberán instalarse alumbrado de emergencia

9.3.2 Prescripciones de los aparatos para alumbrado de emergencia

BLOQUE 10 GESTIÓN Y EXPLOTACIÓN DE INSTALACIONES



Objetivos:

- Comprender la definición de eficiencia energética y los diferentes puntos del decálogo de eficiencia energética en iluminación.
- Saber localizar los diferentes componentes de una instalación de iluminación, así como sus diferentes funciones y los ciclos de funcionamiento en los que intervienen.
- Conocer los sistemas de regulación y de gestión centralizada.
- Saber realizar un estudio de eficiencia energética en instalaciones de iluminación existentes, estudiando los posibles problemas y aplicando las soluciones requeridas.
- Saber realizar un estudio de eficiencia energética en instalaciones de iluminación nuevas, instalando los componentes y requerimientos necesarios para tener una buena eficiencia energética.

Contenidos:**10 GESTIÓN Y EXPLOTACIÓN DE INSTALACIONES****10.1 Consumo, ahorro de energía y calidad de iluminación**

10.1.1 Consumo energético del alumbrado

10.1.2 Decálogo de eficiencia energética en iluminación

10.2 Instalaciones eléctricas para iluminación

10.2.1 Componentes de la instalación eléctrica

10.2.2 Ciclos de funcionamiento

10.2.3 Sistemas de encendido y apagado

10.2.4 Sistemas de regulación del nivel lumínico

10.2.5 Sistemas de gestión centralizada

10.2.6 Criterios generales de eficiencia energética

10.3 Eficiencia energética en instalaciones existentes

10.3.1 Análisis de la situación: Metodología y aspectos básicos

10.3.2 Diagnóstico de la problemática y soluciones

10.3.3 Cuantificación, valoración y rentabilidad

10.4 Eficiencia energética en instalaciones nuevas

10.4.1 Criterios de rentabilidad económica

10.4.2 Determinación de los niveles lumínicos

10.4.3 Selección de los sistemas de alumbrado

10.4.4 Instalación eléctrica

10.4.5 Régimen de uso y regulación

10.4.6 Proyecto técnico y control de ejecución

10.5 Gestión energética de instalaciones

10.5.1 Características



- 10.5.2 Inventario de las instalaciones
- 10.5.3 Ciclos de funcionamiento
- 10.5.4 Mantenimiento de las instalaciones
- 10.5.5 Control de consumos y facturación
- 10.5.6 Características de casos particulares de eficiencia energética

BLOQUE 11 CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

Objetivos:

- Comprender la definición de contaminación lumínica, las causas que hacen que exista y las consecuencias que crean al entorno.
- Conocer la definición de Flujo hemisférico superior instalado y sus limitaciones en función de la zona que se desee estudiar.
- Saber localizar los diferentes casos de estudio, pudiendo discernir si está bien diseñado o no, desde el punto de vista de la contaminación lumínica.
- Conocer la legislación existente respecto a la contaminación dependiendo del lugar donde se vaya implantar la instalación lumínica.

Contenidos:

11 CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

11.1 Introducción

11.1.1 Introducción

11.2 Criterios de diseño

11.2.1 Elección de Lámparas

11.2.2 Limitaciones del Flujo hemisférico superior

11.2.3 Características de las luminarias

11.3 Recomendaciones

11.3.1 Recomendaciones

11.3.2 Normativa



Estructura

Una vez visto el contenido del manual se desarrolla la estructura, que es la siguiente:

Bloque

- Texto: Se trata de toda la teoría asociada a cada tema.
- Imágenes: Se incluyen en el texto para aclarar conceptos.
- Ejercicios: Preguntas teóricas y algún ejercicio práctico.

Al final se desarrollan dos ejercicios prácticos, uno de alumbrado exterior y otro de alumbrado interior, y se expondrá un glosario general, con los términos importantes y su correspondiente definición.

2.5 Programación

Tal y como se ha visto el manual se estructura en 11 Bloques, que serán los temas principales que tratará el manual. Como en principio el manual está destinado al autoaprendizaje, cada usuario podrá hacerse un horario a su medida haciendo más hincapié en los temas que mas le interese. A pesar de esto se propone una estructura por horas, en función de la importancia.

Los tres primeros bloques son la base de todos los que van a continuación, por este motivo se les tendrá que dar una importancia más relevante. Los cinco bloques siguientes son de aplicaciones de instalaciones de iluminación, así cada usuario podría escoger el que más le interese, y los dos últimos bloques también son de interés general, ya que son los temas de gestión y contaminación, que son de utilidad para cualquier aplicación de iluminación.

Si vemos el número de sesiones y unidades que tiene cada bloque:

		sesiones	unidades	media	importancia
Bloque 1 Introducción	Introducción	2	5	2,50	7
Bloque 2 Fuentes de luz y equipos auxiliares		3	14	4,67	2
Bloque 3 Luminaria		8	39	4,88	1



Bloque 4 Alumbrado público y urbano	Aplicaciones	4	15	3,75	5
Bloque 5 Alumbrado por Proyección		3	6	2,00	8
Bloque 6 Alumbrado Industrial		3	8	2,67	6
Bloque 7 Alumbrado de escuelas y oficinas		6	26	4,33	4
Bloque 8 Alumbrado Comercial		3	6	2,00	9
Bloque 9 Alumbrado de emergencia		3	5	1,67	10
Bloque 10 Gestión y explotación de instalaciones	Mantenimiento	5	23	4,60	3
Bloque 11 Contaminación lumínica		3	5	1,67	10
		43	152		

Tabla 2.5-1. Temario y sesiones

En total el manual se divide en 43 sesiones, y dentro de cada sesión existe un número diferente de unidades, dependiendo de la importancia del tema o del volumen de temario, como puede ser el caso del Bloque 3 Tipología de Fuentes de Luz, que consta de 38 unidades, por este motivo a este tema se le deberían dedicar un número mayor de horas.

Se puede hacer un reparto de horas en función de las necesidades de cada usuario:

- a) Caso 1: Temas generales y un tema de especialización:

En este caso el usuario hará especial mención a los tres primeros bloques, que son introductorios, a uno de los bloques de especialización y a los últimos bloques de mantenimiento y contaminación. Así, como se puede ver en el diagrama de Gantt siguiente, el alumno empleará 21 horas en la realización del curso.



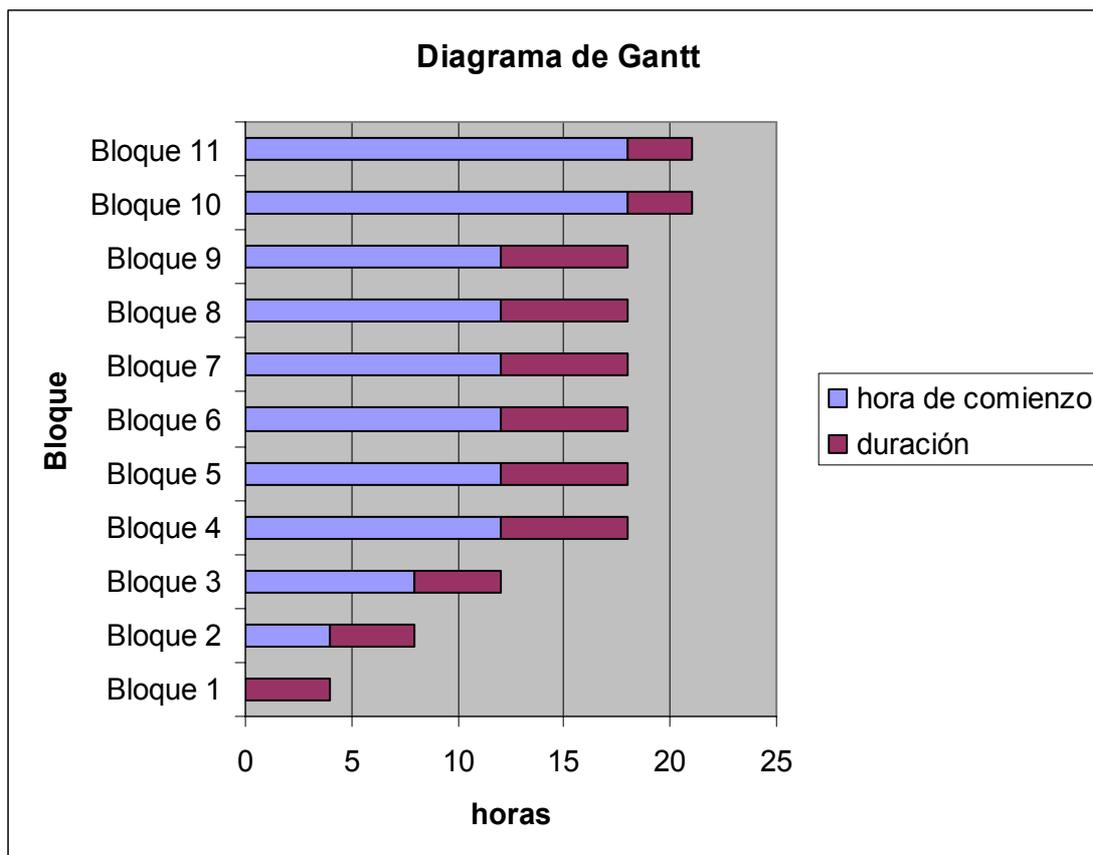


Figura 2.5-1. Diagrama Gantt Caso 1

- Objetivos Caso1

- Familiarizarse con el vocabulario básico de luminotecnia
- Conocer los principios básicos que rigen las leyes de la óptica
- Conocer los distintos tipos de lámparas y sus características
- Conocer los distintos tipos de luminarias y sus características
- Conocer la importancia del mantenimiento y la gestión de las instalaciones de iluminación
- Conocer la importancia de un estudio de la contaminación lumínica de las instalaciones de iluminación
- Saber aplicar los conocimientos adquiridos para la aplicación que sea objeto de estudio (a escoger entre las 6 aplicaciones existentes)



b) Caso 2: Todas las especializaciones:

El usuario realizará el curso completo, incluyendo todos los temas de especialización y aplicaciones, viendo el Diagrama de Gantt se observa que para ello empleará 48 horas.

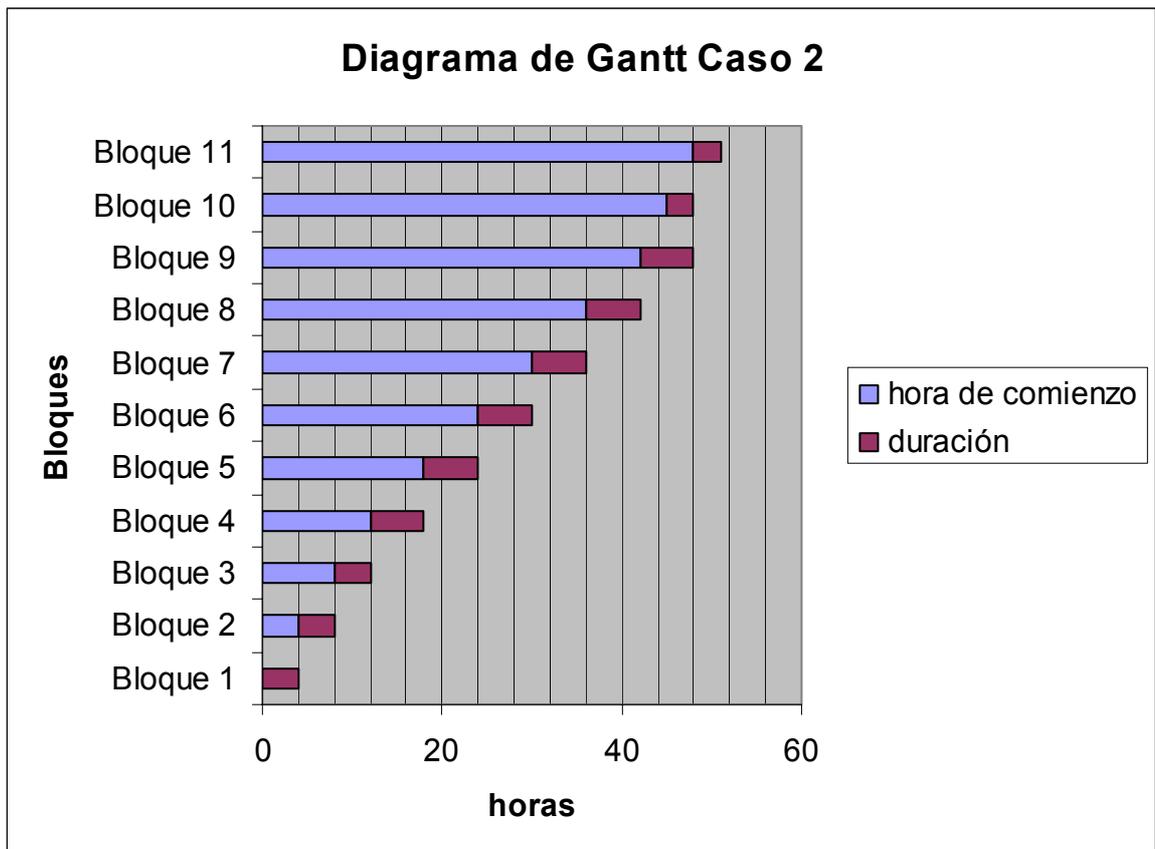


Figura 2.5-2. Diagrama de Gantt Caso 2

- - Objetivos Caso 2

- Familiarizarse con el vocabulario básico de luminotecnia
- Conocer los principio básicos que rigen las leyes de la óptica
- Conocer los distintos tipos de lámparas
- Conocer los distintos tipos de luminarias y sus características



- Conocer la importancia del mantenimiento y la gestión de las instalaciones de iluminación
- Conocer la importancia de un estudio de la contaminación lumínica de las instalaciones de iluminación
- Saber aplicar los conocimientos adquiridos para cualquier aplicación de las 6 que se han estudiado

A parte estos dos casos que son los más representativos, cada usuario podrá hacerse el plan que más le convenga en cada momento, con o sin temas de aplicaciones.



3. Proyecto

3.1 Programación del proyecto

En la redacción de este proyecto intervendrán:

- **Un Ingeniero Director del Proyecto**, a tiempo parcial, cuya misión será la de confeccionar las líneas generales del curso, asesorar durante su redacción y corregir o pulir la redacción definitiva.
- **Un Equipo Redactor**, formado por uno o dos ingenieros júnior, que bajo las instrucciones y siguiendo los consejos del Director del Proyecto, serán los encargados de la elaboración del curso.
- **Un Equipo de Diseño Gráfico**, que será el encargado de ensamblar la documentación generada durante la ejecución de los trabajos para obtener una presentación adecuada.

En el esquema siguiente se relaciona la dedicación de cada un o de los elementos en cada una de las fases:

Elemento	Determinación de líneas	Redacción	Correcciones	Presentación	Corrección final
Director Proyecto	X		X		X
Equipo Redacción	X	X	X	X	
Diseño Gráfico				X	X

Tabla 3.1-1. Dedicación por fases

El tiempo previsto para la realización del proyecto se estima en 12 semanas de acuerdo con el siguiente programa:



Actividad	Semanas											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Líneas generales	X											
Redacción		X	X	X	X	X	X	X	X			
Correcciones			X			X			X			
Diseño gráfico										X	X	X
Corrección final												X

Tabla 3.1-2. Dedicación por semanas

Se considera una dedicación semanal de 12,5 horas del Director del Proyecto en 4 semanas, 40 horas semanales del Equipo Redactor por 12 semanas y 40 horas semanales del Equipo de Diseño Gráfico interviniendo 3 semanas.

Si se ligan todos los datos anteriores se obtiene la dedicación prevista de cada uno de los elementos que intervienen en la redacción del proyecto.

Elemento	Dedicación (h)
Director del Proyecto	50
Equipo Redactor	480
Equipo Diseño Gráfico	120

Tabla 3.1-3. Dedicación por horas



3.2 Presupuesto

En este capítulo se pretende realizar la valoración económica de proyecto.

El importe aproximado del coste que genera este proyecto en concepto de horas dedicadas se detalla de la siguiente manera:

Concepto	Cantidad (h)	Precio (€/h)	Importe (€)
Director del Proyecto	50	75,00	3.750,00
Equipo redactor del Proyecto	480	16,00	7.680,00
Equipo Diseño Gráfico	120	20,00	2.400,00
Subtotal			13.830,00
Amortización equipos y gastos generales (10%)			1.383,00
Total			15.213,00
Beneficio Industrial (20%)			3.042,60
Total presupuesto			18.255,60
IVA (16%)			2.920,90
TOTAL			21.176,50

Tabla 3.2-1. Presupuesto del proyecto

El coste total de la realización de este proyecto es de 21.176,50 euros.



Conclusiones

El Manual que se presenta pretende facilitar las tareas de diseño y/o estudio de instalaciones de iluminación a todas aquellas personas que lo requieran, ya que pretende describir todos los elementos que intervienen en una instalación de iluminación de la aplicación que sea, establecer los criterios de diseño y cálculo donde se requiera, incluye un glosario de palabras clave bastante general y amplio, un lista de normativas UNE que se podrían consultar en el caso de encontrarse con el caso concreto que detalle dicha norma, y por último algún ejemplo de cálculo y estudio de instalaciones de iluminación.

Como ya se ha comentado en la estructura del manual, consta de varios capítulos de aplicaciones, que podrían y deberían ampliarse en un futuro, pudiendo abarcar más posibles aplicaciones dentro de las instalaciones de iluminación, como puede ser el caso de iluminación de túneles, iluminación dentro del campo del automóvil, y también poder incluir en un futuro las novedades que se puedan crear en el campo de la luminotecnia, como puede ser el caso de novedades de lámparas, equipos, etc.



Bibliografía

En el presente capítulo de Bibliografía se han incluido las referencias bibliográficas, consultadas para la elaboración del Manual de Iluminación.

Publicaciones consultadas

- [1] OSRAM, Manual de luminotecnia, Madrid: 2003.
- [2] ZUMTOBEL STAFF, Sistemas luminotécnicos para la iluminación profesional, LLedó Iluminación SA, 1997-1998.
- [3] PHILIPS, Catálogo general Lámparas y Pilas, Madrid: 2002-2003.
- [4] IGUZZINI, Sistemas de alumbrado para interiores, 1998-1999.
- [5] INDALUX, Luminotecnia, Control y Aplicación de la Luz, 2002.
- [6] ANFALUM, Alumbrado Público Vial y Túneles.
- [7] CARANDINI, Alumbrado Público, 1992
- [8] Guía para la iluminación de áreas urbanas. Informe Técnico CIE (Comisión internacional de Iluminación) 1992.
- [9] Guía para Alumbrado con proyectores. Informe Técnico CIE (Comisión Internacional de Iluminación) 1994
- [10] Métodos de Diseño para la Iluminación de Carreteras. Informe Técnico CIE (Comisión Internacional de Iluminación) 1999
- [11] Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Iluminación, IDAE, Ministerio de Industria y Energía, 1994.

Sitios Web consultados

- [12] Cel Fosc, Asociación contra la contaminación lumínica [<http://celfosc.org>]
- [13] Edison: Luminotecnia, Iluminación de exteriores e interiores [<http://edison.upc.edu>]



Normativa consultada

Algunas de las normativas consultadas para realizar el manual, son las siguientes

- [14] REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. DB-SU/Seguridad de Utilización y DB-HE/Ahorro de Energía. (BOE n. 74 de 28/03/2006).
- [15] REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. (BOE n. 224 de 18/09/2002).
- [16] UNE-EN 13201-2:2004 Iluminación de Carreteras. Parte 2: Requisitos de prestaciones.
- [17] UNE-EN 13201-3:2004 Iluminación de Carreteras. Parte 2: Cálculo de prestaciones.
- [18] UNE-EN 12464-1:2003 Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de Trabajo en Interiores.
- [19] UNE-EN 1838:2000 Iluminación. Alumbrado de Emergencia.
- [20] UNE-EN 12193:2000 Iluminación. Iluminación de instalaciones deportivas.
- [21] UNE 72163:1984 Niveles de iluminación. Asignación de tareas visuales.
- [22] UNE 72112:1985 Tareas visuales. Clasificación



Bibliografía complementaria

El siguiente listado muestra las normas UNE españolas que hacen referencia por algún motivo a la iluminación. Son normas de carácter recomendado a no ser que se diga lo contrario en normas de grado superior, como podría ser el Marcado CE o el Código Técnico de la Edificación, que pueden utilizar estas normas UNE para especificar conceptos.

Iluminación

UNE 21302-845:1995 Vocabulario electrotécnico. Iluminación.

UNE 72150:1984 Niveles de iluminación. Definiciones.

UNE 72151:1985 Niveles de iluminación. Especificación.

UNE 72152:1985 Niveles de iluminación. Clasificación y designación.

UNE 72153:1985 Niveles de iluminación. Asignación a tareas visuales.

UNE 72160:1984 Niveles de iluminación. Definiciones.

UNE 72161:1985 Niveles de iluminación. Especificación.

UNE 72162:1985 Niveles de iluminación. Clasificación y designación.

UNE 72163:1984 Niveles de iluminación. Asignación a tareas visuales.

UNE 72170:1984 Niveles de radiación. Definiciones.

UNE 72180:1984 Niveles de irradiación. Definiciones.

UNE 72251:1985 Luminarias para alumbrado de emergencia de evacuación. Condiciones físicas para las medidas fotométricas.

UNE 72321:1985 Evaluación de la blancura relativa (para campo menor de 4 grados).

UNE 72322:1985 Evaluación de la blancura relativa (para campo mayor de 4 grados).

UNE 72401/1M:1993 Candelabros. Definiciones y términos.

UNE 72401:1981 Candelabros. Definiciones y términos.

UNE 72409:1984 Candelabros. Exigencias especiales para los candelabros de hormigón armado y hormigón pretensado.

UNE 72502:1984 Sistemas de iluminación. Clasificación general.

UNE 72550:1985 Alumbrado de emergencia. Clasificación y definiciones.



UNE 72551:1985 Alumbrado (de emergencia) de evacuación. Actuación.

UNE 72552:1985 Alumbrado (de emergencia) de seguridad. Actuación.

UNE 72553:1985 Alumbrado (de emergencia) de continuidad. Actuación.

UNE-EN 40-3-1:2001 Columnas y báculos de alumbrado. Parte 3-1: Diseño y verificación. Especificación para cargas características.

UNE-EN 40-3-2:2001 Columnas y báculos de alumbrado. Parte 3-2: Diseño y verificación. Verificación mediante ensayo.

UNE-EN 40-3-3:2003 Columnas y báculos de alumbrado. Parte 3-3: Diseño y verificación. Verificación por cálculo.

UNE-EN 40-5:2003 Columnas y báculos de alumbrado. Parte 5: Requisitos para las columnas y báculos de alumbrado de acero.

UNE-EN 40-6:2003 Columnas y báculos de alumbrado. Parte 6: Requisitos para las columnas y báculos de alumbrado de aluminio.

UNE-EN 40-7:2003 Columnas y báculos de alumbrado. Parte 7: Requisitos para columnas y báculos de alumbrado de materiales compuestos poliméricos reforzados con fibra.

UNE-EN 1837:1999 Seguridad de las máquinas. Alumbrado integral de las máquinas.

UNE-EN 1838:2000 Iluminación. Alumbrado de emergencia.

UNE-EN 12193:2000 Iluminación. Iluminación de instalaciones deportivas.

UNE-EN 12464-1:2003 Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores

UNE-EN 12665:2003 Iluminación. Términos básicos y criterios para la especificación de los requisitos de alumbrado.

UNE-EN 13201-2:2004 Iluminación de carreteras. Parte 2: Requisitos de prestaciones.

UNE-EN 13201-3:2004 Iluminación de carreteras. Parte 3: Cálculo de prestaciones.

UNE-EN 13201-3:2004/AC:2007 Iluminación de carreteras. Parte 3: Cálculo de prestaciones.

Luminarias:

UNE 20062:1993 Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia con lámparas de incandescencia. Prescripciones de funcionamiento.

UNE 20392:1993 Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia con lámparas de fluorescencia. Prescripciones de funcionamiento.

UNE 21031-11/1M:2001 Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 11: Cables para luminarias.



UNE 21031-11:1996 Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 11: Cables para luminarias.

UNE 21135-306:1995 Instalaciones eléctricas en buques. Parte 306: equipos. Luminarias y aparata de instalación.

UNE 53616:1985 Elastómeros. Materiales para juntas de elastómeros para luminarias. Características y métodos de ensayo.

UNE 72251:1985 Luminarias para alumbrado de emergencia de evacuación. Condiciones físicas para las medidas fotométricas.

UNE-EN 60570 CORR:1999 Sistemas de alimentación eléctrica por carril para luminarias.

UNE-EN 60570/A1:1999 Sistemas de alimentación eléctrica por carril para luminarias.

UNE-EN 60570/A2:2001 Sistemas de alimentación eléctrica por carril para luminarias.

UNE-EN 60570:1998 Sistemas de alimentación eléctrica por carril para luminarias.

UNE-EN 60570:2004 Sistemas de alimentación eléctrica por carril para luminarias.

UNE-EN 60570-2-1/A1:1997 Sistemas de alimentación eléctrica por carril para luminarias. Parte 2: Sistemas de alimentación mixta. Sección 1: Clases I y III.

UNE-EN 60570-2-1:1996 Sistemas de alimentación eléctrica por carril para luminarias. Parte 2: Sistemas de alimentación mixta. Sección 1: Clases I y III.

UNE-EN 60598-1/A14:2001 Luminarias. Parte 1: Requisitos generales y ensayos.

UNE-EN 60598-1/A15:2002 Luminarias. Parte 1: Requisitos generales y ensayos.

UNE-EN 60598-1:2005 Luminarias. Parte 1: Requisitos generales y ensayos.

UNE-EN 60598-1:2005/A1:2007 Luminarias. Parte 1: Requisitos generales y ensayos.

UNE-EN 60598-2-1:1993 Luminarias. Parte 2: reglas particulares. Sección uno: luminarias fijas de uso general. (Versión oficial EN 60598-2-1:1989).

UNE-EN 60598-2-2/A1:1998 Luminarias. Parte 2: Requisitos particulares. Sección 2: Luminarias empotradas.

UNE-EN 60598-2-2:1997 Luminarias. Parte 2: Requisitos particulares. Sección 2: Luminarias empotradas.

UNE-EN 60598-2-3:1997 Luminarias. Parte 2: Reglas particulares. Sección 3: Luminarias para alumbrado público.

UNE-EN 60598-2-3:A2:2001 Luminarias. Parte 2: Requisitos particulares. Sección 3: Luminarias para alumbrado público.

UNE-EN 60598-2-3:2003 Luminarias. Parte 2-3: Requisitos particulares. Luminarias para alumbrado público.



UNE-EN 60598-2-4:1999 Luminarias. Parte 2: Requisitos particulares. Sección 4: Luminarias portátiles de uso general.

UNE-EN 60598-2-5:1999 Luminarias. Parte 2: Requisitos particulares. Sección 5: Proyectores.

UNE-EN 60598-2-6/A1:1997 Luminarias. Parte 2: Requisitos particulares. Sección 6: Luminarias con transformadores o convertidores incorporados para lámparas con filamento.

UNE-EN 60598-2-6:1996 Luminarias. Parte 2: Reglas particulares. Sección Seis: Luminarias con transformador integrado para lámparas con filamento de wolframio.

UNE-EN 60598-2-7/A12:1997 Luminarias. Parte 2: Reglas particulares. Sección 7: Luminarias portátiles para empleo en jardines.

UNE-EN 60598-2-7/A13:1997 Luminarias. Parte 2: Reglas particulares. Sección 7: Luminarias portátiles para empleo en jardines.

UNE-EN 60598-2-7/A2 CORR:1999 Luminarias. Parte 2: Reglas particulares. Sección 7: Luminarias portátiles para empleo en jardines.

UNE-EN 60598-2-7/A2:1997 Luminarias. Parte 2: Reglas particulares. Sección 7: Luminarias portátiles para empleo en jardines.

UNE-EN 60598-2-7:1993 Luminarias. Parte 2: reglas particulares. Sección siete: luminarias portátiles para empleo en jardines. (Versión oficial EN 60598-2-7:1989).

UNE-EN 60598-2-8/A1:2001 Luminarias. Parte 2: Requisitos particulares. Sección 8: Luminarias portátiles de mano.

UNE-EN 60598-2-8:1999 Luminarias. Parte 2: Requisitos particulares. Sección 8: Luminarias portátiles de mano.

UNE-EN 60598-2-9/A1:1997 Luminarias. Parte 2: Reglas particulares. Sección 9: Luminarias para fotografía y cinematografía (no profesionales).

UNE-EN 60598-2-9:1993 Luminarias. Parte 2: reglas particulares. Sección nueve: luminarias para fotografía y cinematografía (no profesionales). (Versión oficial EN 60598-2-9:1989).

UNE-EN 60598-2-10:2004 Luminarias. Parte 2-10: Requisitos particulares. Luminarias portátiles para niños.

UNE-EN 60598-2-17/A2:1994 Luminarias. Parte 2: reglas particulares. Sección diecisiete: luminarias para iluminación de escenarios de estudios de televisión y estudios de cinematografía y fotografía (exteriores e interiores). (Versión oficial EN 60598-2-17/A2:1991).

UNE-EN 60598-2-17:1993 Luminarias. Parte 2: reglas particulares. Sección diecisiete: luminarias para alumbrado de escenarios de teatro, de estudios de televisión, de cine y de fotografía (en el interior y en el exterior). (Versión oficial EN 60598-2-17:1989).

UNE-EN 60598-2-18:1997 Luminarias. Parte 2: Reglas Particulares. Sección 18: Luminarias para piscinas y usos análogos.



UNE-EN 60598-2-19/A2:1998 Luminarias. Parte 2: Reglas particulares. Sección diecinueve: Luminarias con circulación de aire (reglas de seguridad).

UNE-EN 60598-2-19:1993 Luminarias. Parte 2: Reglas particulares. Sección diecinueve: Luminarias con circulación de aire (reglas de seguridad). (Versión oficial EN 60598-2-19:1989).

UNE-EN 60598-2-20/A1:1999 Luminarias. Parte 2: Requisitos particulares. Sección 20: Guirnaldas luminosas.

UNE-EN 60598-2-20/A2:2004 Luminarias. Parte 2-20: Requisitos particulares. Guirnaldas luminosas.

UNE-EN 60598-2-20:1998 Luminarias. Parte 2: Requisitos particulares. Sección 20: Guirnaldas luminosas.

UNE-EN 60598-2-22/A1:2003 Luminarias. Parte 2-22: Requisitos particulares. Luminarias para alumbrado de emergencia.

UNE-EN 60598-2-22:1999 Luminarias. Parte 2-22: Requisitos particulares. Luminaria para alumbrado de emergencia.

UNE-EN 60598-2-23 CORR:2000 Luminarias. Parte 2: Requisitos particulares. Sección 23: Sistemas de iluminación de muy baja tensión para lámparas con filamento.

UNE-EN 60598-2-23/A1:2001 Luminarias. Parte 2: Requisitos particulares. Sección 23: Sistemas de iluminación de muy baja tensión para lámparas con filamento.

UNE-EN 60598-2-24:1999 Luminarias. Parte 2: Requisitos particulares. Sección 24: Luminarias con temperaturas superficiales limitadas.

UNE-EN 60598-2-25:1997 Luminarias. Parte 2: Requisitos particulares. Sección 25: Luminarias para uso en áreas clínicas de hospitales y sanatorios.

UNE-EN 60598-2-25:1997/A1:2005 Luminarias. Parte 2-25: Requisitos particulares. Luminarias para uso en áreas clínicas de hospitales y sanatorios

UNE-EN 60601-2-41:2001 Equipos electromédicos. Parte 2-41: Requisitos particulares de seguridad para las luminarias quirúrgicas y las luminarias para diagnóstico.

UNE-EN 60634:1996 Lámparas patrón para el ensayo de calentamiento (P.E.C.) a realizar en luminarias.

UNE-EN 61347-2-11:2003 Dispositivos de control de lámpara. Parte 2-11: Requisitos particulares para circuitos electrónicos diversos utilizados con las luminarias.

UNE-EN 61558-2-9:2003 Seguridad de los transformadores, unidades de alimentación y análogos. Parte 2-9: Requisitos particulares para los transformadores para luminarias portátiles de clase III para lámparas de filamento de wolframio.

