

MÓDULO 4

MÉTODOS DE DISEÑO DE ILUMINACIÓN INTERIOR Y EXTERIOR

El diseño de sistemas de iluminación consiste en determinar el tipo, cantidad y disposición de luminarias necesarias para garantizar niveles adecuados de iluminación en un espacio determinado.

Para realizar este proceso se utilizan distintos métodos de cálculo que permiten estimar la iluminación producida por las luminarias en un ambiente.

Antes de la aparición de herramientas informáticas especializadas, los ingenieros de iluminación utilizaban métodos manuales para diseñar sistemas de iluminación. Aunque actualmente existen programas de simulación que facilitan estos cálculos, comprender estos métodos sigue siendo fundamental para interpretar correctamente los resultados de diseño.

Entre los métodos más utilizados en el diseño de iluminación se encuentran:

- método de los lúmenes
- método punto por punto
- métodos basados en simulación fotométrica

Cada uno de estos métodos tiene aplicaciones específicas dependiendo del tipo de proyecto y del nivel de precisión requerido.

4.1 Principios del diseño de iluminación

Antes de aplicar cualquier método de cálculo, el diseñador debe analizar una serie de factores que influyen en el comportamiento de la luz en el espacio.

Entre los principales factores se encuentran:

- dimensiones del espacio
- altura de instalación de las luminarias
- características de las superficies del ambiente
- nivel de iluminación requerido según la actividad
- tipo de luminarias utilizadas

Estos factores determinan la cantidad de luz necesaria y la forma en que esta se distribuirá dentro del espacio.

4.2 Método de los lúmenes

El **método de los lúmenes**, también conocido como **método del flujo luminoso**, es uno de los procedimientos más utilizados para el diseño preliminar de iluminación en espacios interiores.

Este método permite estimar el número de luminarias necesarias para alcanzar un determinado nivel de iluminancia promedio en un área específica.

La ecuación básica del método es:

$$E = \frac{N \cdot \Phi \cdot UF \cdot MF}{A}$$

donde:

E = iluminancia media requerida (lux)
 N = número de luminarias
 Φ = flujo luminoso de cada luminaria (lúmenes)
 UF = factor de utilización
 MF = factor de mantenimiento
 A = área del espacio (m²)

El método es ampliamente utilizado en el diseño preliminar de iluminación para espacios como:

- oficinas
- aulas
- almacenes
- comercios
- áreas administrativas

4.3 Factor de utilización (UF)

El **factor de utilización** representa la proporción del flujo luminoso emitido por las luminarias que realmente llega al plano de trabajo.

Este factor depende de varios elementos del espacio, entre ellos:

- tipo de luminaria
- altura de instalación
- reflectancia del techo
- reflectancia de las paredes
- reflectancia del piso

Superficies claras reflejan más luz y aumentan el factor de utilización.

Reflectancias típicas de superficies

Superficie	Reflectancia típica
Techo blanco	70 – 80 %
Pared clara	50 – 70 %
Pared gris	30 – 50 %
Piso claro	30 – 40 %
Piso oscuro	10 – 20 %

Los diseñadores suelen utilizar valores estándar de reflectancia cuando realizan cálculos preliminares.

Valores típicos del factor de utilización

El valor del factor de utilización varía dependiendo de la geometría del espacio y del tipo de luminaria.

Valores típicos aproximados:

Tipo de espacio	Factor de utilización aproximado
Oficinas	0.50 – 0.70
Aulas	0.50 – 0.65
Almacenes	0.40 – 0.60
Áreas industriales	0.40 – 0.60

4.4 Factor de mantenimiento (MF)

El **factor de mantenimiento** tiene en cuenta la reducción del flujo luminoso a lo largo del tiempo.

Esta reducción puede deberse a:

- acumulación de polvo en luminarias
- envejecimiento de las fuentes de luz
- degradación de componentes ópticos

Para compensar estas pérdidas se aplica un factor de corrección en el diseño.

Valores típicos:

Condición del ambiente	Factor de mantenimiento
Ambiente limpio	0.80 – 0.90
Oficinas	0.80
Áreas industriales moderadas	0.70 – 0.80
Ambientes con polvo	0.60 – 0.70

4.5 Ejemplo numérico del método de los lúmenes

Se desea diseñar la iluminación de una oficina con las siguientes características:

Área del espacio:

$$A = 50m^2$$

Nivel de iluminación requerido:

$$E = 500 \text{ lux}$$

Se utilizarán luminarias LED con flujo luminoso de:

$$\Phi = 400 \text{ lumenes}$$

Supongamos los siguientes factores:

$$UF = 0.60$$

$$MF = 0.80$$

Paso 1: despejar el número de luminarias

La fórmula del método de los lúmenes es:

$$E = \frac{N \cdot \Phi \cdot UF \cdot MF}{A}$$

Despejando N:

$$N = \frac{E \cdot A}{\Phi \cdot UF \cdot MF}$$

Paso 2: reemplazar valores

$$N = \frac{500 \cdot 50}{4000 \cdot 0.60 \cdot 0.80}$$

$$N = \frac{25000}{1920}$$

$$N \approx 13.02$$

Paso 3: resultado

Se requieren aproximadamente:

13 luminarias

En la práctica se redondea al número entero superior.

Por lo tanto:

Se instalarían 14 luminarias.

Este cálculo permite realizar una estimación inicial del sistema de iluminación antes de analizar la distribución real de la luz.

4.6 Método punto por punto

El **método punto por punto** permite calcular la iluminancia en puntos específicos dentro de un espacio.

A diferencia del método de los lúmenes, que proporciona un valor promedio de iluminación, este método permite analizar cómo se distribuye la luz en diferentes zonas del ambiente.

La ecuación utilizada es:

$$E = \frac{I \cdot \cos^3(\theta)}{d^2}$$

donde:

E = iluminancia en el punto considerado
I = intensidad luminosa en la dirección del punto
d = distancia entre la luminaria y el punto
 θ = ángulo entre la dirección de la luz y el plano de trabajo

Aplicaciones del método punto por punto

Este método se utiliza principalmente en situaciones donde se requiere mayor precisión en la distribución de la iluminación.

Por ejemplo:

- iluminación de grandes alturas
- iluminación de estacionamientos
- iluminación de fachadas
- iluminación de áreas exteriores
- iluminación de estadios

Este método permite evaluar el nivel de iluminación en puntos específicos del espacio.

4.7 Diseño de iluminación interior

En iluminación interior el diseñador debe considerar varios aspectos relacionados con la actividad que se desarrolla en el espacio.

Entre los principales criterios se encuentran:

- nivel de iluminancia requerido
- uniformidad de iluminación
- control del deslumbramiento
- reproducción cromática

Por ejemplo, en oficinas se busca evitar reflejos en pantallas de computadora y garantizar una iluminación uniforme en las áreas de trabajo.

4.8 Diseño de iluminación exterior

La iluminación exterior presenta desafíos adicionales debido a factores como:

- grandes áreas para iluminar
- condiciones climáticas
- obstáculos físicos
- requerimientos de seguridad

Las aplicaciones más comunes incluyen:

- estacionamientos
- patios industriales
- zonas de carga y descarga
- áreas peatonales
- iluminación arquitectónica de fachadas

En estos casos, el diseñador debe garantizar que la iluminación proporcione visibilidad adecuada y contribuya a la seguridad del entorno.

4.9 Importancia de los métodos de diseño

El conocimiento de los métodos de diseño permite al profesional de iluminación:

- estimar rápidamente la cantidad de luminarias necesarias
- evaluar preliminarmente la iluminación de un espacio
- seleccionar adecuadamente luminarias
- verificar el cumplimiento de los requisitos normativos