



REPÚBLICA DE CUBA  
INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALÚRGICO  
DR. "ANTONIO NÚÑEZ JIMÉNEZ"  
FACULTAD METALURGIA-ELECTROMECAÁNICA  
MOA-HOLGUIN

TRABAJO DE DIPLOMA  
EN  
OPCIÓN AL TÍTULO  
DE  
INGENIERO ELÉCTRICO

TÍTULO: ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE LA  
UNIDAD ESTATAL DE BASE (U.E.B) HOTEL  
MIRAFLORES.

AUTORES: LUIS FRANCISCO PALACIO FERNÁNDEZ  
HASSAN GUTIÉRREZ FORNET

TUTOR: M.Sc. GABRIEL HERNÁNDEZ RAMÍREZ  
CONSULTANTE: M.Sc. GRETTEL PARODI MACÍAS

"AÑO DE LA REVOLUCIÓN ENERGÉTICA EN CUBA"

MOA 2006



REPÚBLICA DE CUBA  
INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALÚRGICO  
Dr. "ANTONIO NÚÑEZ JIMÉNEZ"  
FACULTAD METALURGIA-ELECTROMECAÁNICA  
MOA-HOLGUIN

## TRABAJO DE DIPLOMA

TÍTULO: Análisis del Sistema de Iluminación de la  
Unidad Estatal de Base (U.E.B) Hotel Miraflores.

AUTORES: Luis Francisco Palacio Fernández  
Hassan Gutiérrez Fornet

TUTOR: M.Sc. Gabriel Hernández Ramírez  
CONSULTANTE: M.Sc. Gretel Parodi Macías

"Año de la Revolución Energética en Cuba"

MOA 2006

# **PENSAMIENTO**

Ningún estudiante obtiene un éxito relevante si realiza simplemente lo que se le encomienda, es la cantidad, y calidad de su trabajo final lo que determina su mayor distinción.

Charle Kendall Adams

# INTRODUCCIÓN GENERAL

El siguiente trabajo trata una de las muchas técnicas existentes en el mundo de hoy, la cual se nombra Iluminación. En el siglo XVIII se produjo una importante evolución de las lámparas. Llegado el año 1767, el físico y químico suizo Aimé Argand inventó una lámpara alimentada a petróleo que empleaba una mecha tubular, la cual recibía una corriente de aire que producía un importante aumento en el brillo de la luz. Entre fines del siglo XVIII y principios del XIX, se utilizó el *gas* como combustible para la iluminación de las casas y las calles.

Si bien con el empleo de mejores combustibles las lámparas resultaron más prácticas, éstas seguían presentando inconvenientes y peligros para las personas.

Así fue como tiempo después, en 1832, se produjo un descubrimiento notable: el científico inglés Michael Faraday y el físico norteamericano Joseph Henry lograron, cada cual en su trabajo, la transformación de la energía magnética en energía eléctrica.

Este avance dio paso al “gran momento” en la historia de la iluminación, porque apoyado en los adelantos de quienes lo precedieron, el inventor estadounidense Thomas Alva Edison, fabricó la primera lamparita o bombilla incandescente, en 1879. Edison produjo una lámpara resistente que tenía un filamento de carbono y que era posible de comercializar. Su invento hizo universal el uso de la electricidad; permitió que la luz llegue a todos los hogares, con las ventajas de ser limpia, cómoda y de fácil transporte.

En el año 1880 entró en funcionamiento en Londres la primera central eléctrica destinada a iluminar la ciudad. En 1882 se construyó la primera estación para generar electricidad en Nueva York. La utilización de esta forma de energía se fue extendiendo poco a poco en todo el mundo.

La iluminación ha de cumplir una función específica, como es el permitirnos ver, observar, mirar, definir y resolver tareas, objetos y cosas, no debe renunciar, una vez conseguida su meta, a una evolución hasta el perfeccionamiento. Así ha de asegurar que su objetivo se logra en las mejores condiciones de confort, seguridad, eficacia en el gasto energético que

forzosamente ha de producirse. Por lo antes expuesto el objetivo de nuestro trabajo es:

- **Mejorar la eficiencia del sistema de Iluminación de la Unidad Estatal de Base (U.E.B) Hotel Miraflores.**

Pero no consideremos que el grado máximo de perfección lo alcanzamos cumpliendo cabalmente con el objetivo antes mencionados. Hemos de ir aún más allá. No debemos conformarnos con obtener altas calificaciones en los aspectos medibles, sino apurar las posibilidades y encaminar nuestro esfuerzo e imaginación hacia aspectos menos pragmáticos pero no por ellos desestimables, como son: la integración de los sistemas de iluminación en los esquemas decorativos de los entornos en los que van a operar, la posibilidad de crear ambientes luminosos diferenciales y extraer de los objetos y las cosas, facetas y formas que realmente tienen pero que solo con una correcta iluminación de la luz sobre ellos se hacen visibles.

En todos los casos son las luminarias, elementos que controlan y optimizan la luz producida por las lámparas, este estudio tiene como premisa fundamental llevar a la práctica todos los conocimientos existentes, para así darle un enfoque científico al trabajo a realizar.

# RESUMEN

El siguiente trabajo “Análisis del Sistema de Iluminación de la Unidad Estatal de Base Hotel Miraflores”, aborda varios temas en cuanto a usos y tipos de lámparas, ya que debe apoyarse en sus características generales para darle una excelente realización al estudio.

En el Capítulo I, se realizó una detallada explicación en cuanto a usos, tipos y deficiencias de las lámparas, así como los diferentes métodos a utilizar a la hora de realizar los cálculos para la iluminación de un área determinada, ya sea tanto exterior como interior.

En el capítulo II, se hizo énfasis en la determinación del problema existente y sus deficiencias, el cual nos exigió la realización de la presente tesis de grado.

En el capítulo III, se marcó de manera concreta la solución del problema con la variante más económica posible, así como recomendaciones a seguir para mantener los resultados obtenidos en la proyección del nuevo sistema de iluminación.

# SUMMARY

The following work "Analysis of the System of Illumination of the State Unit of Base Miraflores Hotel", it approaches several subjects as far as uses and types of lamps, since it must lean in his general characteristics to give an excellent accomplishment to the study.

In Capitol I, it was made a great dissertation as far as uses, types and deficiencies of the lamps, as well as the different methods to use at the time of making the calculations for the illumination of an area determined, or outer as much inner.

In I capitulate II, became emphasis in the determination of the existing problem and its deficiencies, which demanded the accomplishment to us of the present thesis of degree.

In I capitulate III, was marked of way makes specific the solution of the problem with the possible economic variant, as well as recommendations to follow to maintain the results obtained in the projection of the new system of illumination.

# AGRADECIMIENTOS

Deseamos dejar constancia de nuestro agradecimiento a todas aquellas personas que de una forma u otra han contribuido a la realización de nuestro trabajo de tesis, así como a nuestra formación como profesional.

De manera especial a nuestro tutor M.Sc Grabiel Hernández Ramírez, el cual depositó su confianza en nuestras personas para la realización de este trabajo.

Dejamos constancia además de nuestra gratitud y de un merecido reconocimiento, a la profesora del departamento M.Sc Gretel Parodis Macias, por su gran ayuda, por las enseñanzas que nos aportó desde el inicio de la tesis hasta el fin.

Al técnico Rafael Silot por sus valiosas informaciones y demás trabajadores de la (U.E.B) Hotel Miraflores que nos brindaron tiempo y ayuda.

Va también nuestro agradecimiento a los profesores del Departamento de Ingeniería Eléctrica, M.Sc Wilber Acuña, Ing Fajardo e Ing Yordán Guerrero los cuales jugaron un papel imprescindible en nuestra formación.

Finalmente, deseamos agradecer a nuestros familiares, nuestros padres y amigos, por todo, que es mucho.

Muchas Gracias.

# ÍNDICE

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
<b>Introducción.</b>	
<b>Capítulo I Marco Teórico – Metodológico de la Investigación.</b>	
1.1 Introducción.	1
1.2 Fundamentación Teórico – Metodológica.	1
1.3 Revisión de los trabajos precedentes.	2
1.4 Base Teórica de la Investigación.	4
1.5 Conclusiones.	39
<b>Capítulo II Diagnóstico del Sistema de Iluminación de la Unidad Estatal de Base Hotel Miraflores.</b>	
2.1 Introducción.	40
2.2 Requisitos fundamentales que deben cumplir los Sistemas de Iluminación en Hoteles.	41
2.3 Caracterización del sistema de alumbrado actual del Hotel.	44
2.4 Descripción de las instalaciones de alumbrado actual del Hotel.	54
2.5 Procedimientos para realizar las mediciones.	60
2.6 Validación del software Litestar 5.S3.	69
2.7 Conclusiones	80
<b>Capítulo III Propuesta para mejorar la eficiencia del sistema de iluminación de la (U.E.B) Hotel Miraflores.</b>	
3.1 Introducción	81
3.2 Propuesta para mejorar el sistema de iluminación de la instalación hotelera.	81
3.3 Cálculo del sistema de alumbrado de la instalación hotelera	88
3.4 Valoración ambiental y medidas tomadas para evitar la contaminación lumínica.	101
3.5 Valoración Económica	104
3.6 Conclusiones.	109
<b>Conclusiones Generales</b>	110
<b>Recomendaciones</b>	111
<b>Bibliografía</b>	112
<b>Anexos</b>	

# CAPITULO 1

# **CAPITULO I**

## **Marco Teórico – Metodológico de la Investigación.**

---

**Introducción.**

**Fundamentación Teórico – Metodológica.**

**Revisión de los Trabajos Precedentes.**

**Base Teórica de la Investigación.**

**Conclusiones.**

### **1.1 Introducción.**

El objetivo de este capítulo es desarrollar el basamento teórico - metodológico que se pretende plantear en el presente trabajo, para alcanzar su objetivo general, a partir del planteamiento del problema existente, el cual mostrará la necesidad de la realización de dicho estudio y la perspectiva de los resultados para la futura aplicación de los mismos.

### **1.2 Fundamentación Teórico – Metodológica.**

La formulación del problema, la justificación o necesidad de realización de un estudio y su propuesta son elementos que deben tenerse en cuenta en la fundamentación teórica de cualquier investigación.

Se hace necesaria la búsqueda de nuevas variantes que contribuyan al mejoramiento de los sistemas de iluminación con el objetivo de elevar los índices de eficiencia de los mismos, creando así en las diferentes instalaciones las condiciones necesarias que contribuyan con la preservación de la vida, la salud del hombre y evitando la contaminación lumínica. Esto propiciaría un aumento de la actividad productiva del desarrollo económico y la preservación del medio ambiente.

### **Planteamiento del Problema**

Los bajos niveles de iluminación existente en la instalación trae consigo afectaciones al confort, seguridad y a la eficiencia energética.

## **Hipótesis**

Si se determinan las causas de la incorrecta iluminación, se podrá proponer un sistema de alumbrado que cumpla con las normas del CIE.

## **Objetivo general**

Mejorar la eficiencia del sistema de iluminación de la Unidad Estatal de Base (U.E.B) Hotel Miraflores.

## **Objetivos específicos**

- Caracterizar el sistema de alumbrado existente en la instalación.
- Determinar las causas de la ineficiencia del sistema de iluminación interior y exterior.
- Proponer un sistema de alumbrado que cumpla con las normas del CIE.

## **1.3 Revisión de los trabajos precedentes.**

Manual de procedimientos (1999)<sup>15</sup>. Este trabajo constituye una guía metodológica para el proyectista eléctrico, puesto que recoge la información necesaria para la aplicación de una metodología de sistemas de alumbrado, pero no tiene en cuenta los aspectos de contaminación luminosa, afectaciones al medio ambiente, la iluminación natural y eficiencia energética.

Manual de Alumbrado (1986)<sup>14</sup>. Este material constituye una guía para la realización de los cálculos de alumbrado para exteriores y conceptos luminotécnicos, suministrando los conceptos y métodos necesarios. Representa una herramienta imprescindible en la realización del trabajo.

Catálogo de iluminación Effetre (1995)<sup>9</sup>. Este catálogo permitió la actualización y comparación de las lámparas recomendadas, utilizadas en los diferentes sistemas de alumbrado.

Catálogo general de iluminación (1995)<sup>8</sup>. Este catálogo permitió la comparación de los métodos de iluminación y de cálculo, así como la determinación de las diferencias entre estos y como seleccionar el método a utilizar.

Catálogo general de iluminación PHILIPS (1997)<sup>5</sup>. Este catálogo contribuyó en la comparación de los métodos de iluminación y cálculo.

Catálogo de iluminación Disano (2001)<sup>11</sup>. Este catálogo permitió la actualización y comparación de las luminarias modernas utilizadas en los sistemas de alumbrado.

Catálogo General de Iluminación BJC 1995 y PHILIPS, 1997<sup>5</sup>. Estos catálogos permitieron la comparación de los métodos de cálculos de alumbrado, así como determinar las diferencias entre los mismos y seleccionar el equipamiento para realizar los cálculos del trabajo.

Masorra, Jironella (1986)<sup>16</sup>. Este material nos da a conocer los métodos de iluminación y de cálculos utilizados en los sistemas de iluminación. También plantea una metodología

sobre la base técnico económica que posibilita la minimización de las pérdidas de energía en los sistemas eléctricos industriales.

Frier, A.P. y Gas ley N.E. (1986)<sup>13</sup>. Nos da a conocer los métodos de iluminación y de cálculos utilizados en los sistemas de iluminación industrial.

Conferencia del Comité Electrónico Cubano (1997)<sup>20</sup>. Estas conferencias proporcionaron una actualización integral de cómo se maneja el tema a nivel nacional e internacional, en materia de historia de la iluminación, economía, medio ambiente, desarrollo de fibras ópticas, contaminación lumínica, descargas, entre otros. Paralelamente representó el punto de partida para el económico-ambiental de las propuestas.

Ferrero Andréu, LI, (1999). Celma, A, Rodríguez, F, (1999). Ferreiro-Mazon, P,(1995).San Martín, R; Aubert , V, (2001). Arrastia, Ávila, M, (2001). En estos trabajos se muestra una amplia caracterización sobre la problemática de la contaminación lumínica a nivel internacional y nacional, permitiendo un estudio de la misma, para determinar las posibles medidas a tener en cuenta a la hora de proyectar un sistema de alumbrado exterior. También sirvió como herramienta para determinar los diferentes métodos de iluminación y de cálculo a utilizar en cualquier lugar, áreas exteriores y otras.

Enciclopedia luminotécnica. Este material recoge todos los conceptos luminotécnicos actuales.

Instrucción de vías públicas, Ayuntamiento de Madrid (Diciembre 2000). Este documento abarca todo lo referente a la distribución de las luminarias en la vía y el correcto uso de las mismas.

<http://Bdd.unizar.es>

<http://www14.brinkster.com./lumínica/>.1998.

## 1. 4 Base Teórica de la Investigación

La determinación de los niveles de iluminación adecuados para una instalación no es un trabajo sencillo. Hay que tener en cuenta que los valores recomendados para cada tarea y

entorno son fruto de estudios sobre valoraciones subjetivas de los usuarios (comodidad visual, agradabilidad, rendimiento visual, entre otros).

El usuario estándar no existe y por tanto, una misma instalación puede producir diferentes

impresiones a diferentes personas. En estas sensaciones influirán muchos factores como los estéticos, los psicológicos, el nivel de iluminación, etc.

Como principales aspectos a considerar trataremos:

- Generalidades
- Deslumbramiento
- Lámparas
- Propiedades del color.
- Modelado
- Disposición de las luminarias.
- Sistemas de alumbrado
- Tipos de alumbrado
- Métodos de cálculo
- Depreciación de la eficiencia luminosa

### Generalidades.

#### Iluminancia:

Quizás haya jugado alguna vez a iluminar con una linterna objetos situados a diferentes distancias. Si se pone la mano delante de la linterna podemos ver esta fuertemente iluminada por un círculo pequeño y si se ilumina una pared lejana el círculo es grande y la luz débil. Esta sencilla experiencia recoge muy bien el concepto de iluminancia ver Figura 1.1.

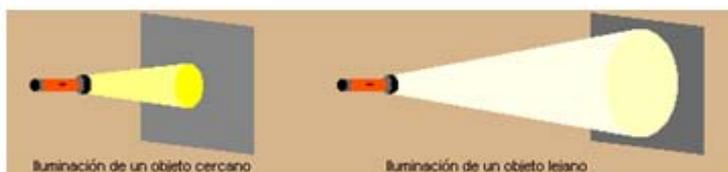


Figura 1.1 Representación de la iluminancia.

#### Concepto de iluminancia:

Se define iluminancia como el flujo luminoso recibido por una superficie. Su símbolo es  $E$  y

su unidad el lux (lx) que es un  $\text{lm} / \text{m}^2$ , ver tabla 1.1.

**Tabla 1.1** Definición de iluminancia.

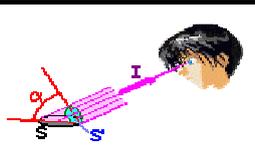
Iluminancia $E = \frac{\Phi}{S}$	Símbolo: $E$	$\text{lux} = \frac{\text{lumen}}{\text{m}^2}$
	Unidad: lux (lx)	

**Luminancia:**

Hasta ahora hemos hablado de magnitudes que informan sobre propiedades de las fuentes de luz (flujo luminoso o intensidad luminosa) o sobre la luz que llega a una superficie (iluminancia). Pero no hemos dicho nada de la luz que llega al ojo que a fin de cuentas es la que vemos. De esto trata la luminancia. Tanto en el caso que veamos un foco luminoso como en el que veamos luz reflejada procedente de un cuerpo la definición es la misma, ver tabla 1.2.

Se llama luminancia a la relación entre la intensidad luminosa y la superficie aparente vista por el ojo en una dirección determinada. Su símbolo es  $L$  y su unidad es la  $\text{CD}/\text{m}^2$ . También es posible encontrar otras unidades como el stilb ( $1 \text{ sb} = 1 \text{ CD}/\text{cm}^2$ ) o el nit ( $1 \text{ nt} = 1 \text{ CD}/\text{m}^2$ ).

**Tabla 1.2** Definición de luminancia.

Luminancia $L = \frac{I}{S_{\text{aparente}}} = \frac{I}{S * \cos \alpha}$	Símbolo: $L$	
	Unidad: $\text{CD}/\text{m}^2$	

Es importante destacar que sólo vemos luminancias, no iluminancias.

**Flujo luminoso:**

Para hacernos una primera idea consideraremos dos bombillas, una de 25 W y otra de 60 W. Está claro que la de 60 W dará una luz más intensa. Pues bien, esta es la idea: ¿cuál luce más? o dicho de otra forma ¿cuánto luce cada bombilla?, ver figura 1.2 (a), (b).



a)



b)

**Figura 1.2** Comparación del flujo luminoso.

Cuando hablamos de 25 W o 60 W nos referimos sólo a la potencia consumida por la bombilla de la cual solo una parte se convierte en luz visible, es el llamado flujo luminoso.

Podríamos medirlo en Watts (W), pero parece más sencillo definir una nueva unidad, el lumen, que tome como referencia la radiación visible. Empíricamente se demuestra que a una radiación de 555 nm de 1 W de potencia emitida por un cuerpo negro le corresponden 683 lúmenes.

Se define el flujo luminoso como la potencia (W) emitida en forma de radiación luminosa a la que el ojo humano es sensible. Su símbolo es  $\Phi$  y su unidad es el lumen (lm) ver tabla 1.3. A la relación entre Watts y lúmenes se le llama equivalente luminoso de la energía y equivale a:

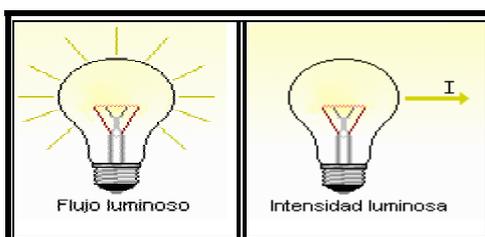
$$1 \text{ Watt-luz a } 555 \text{ nm} = 683 \text{ lm}$$

**Tabla 1.3** Flujo luminoso.

Flujo luminoso	Símbolo: $\Phi$
	Unidad: lumen (lm)

### Intensidad luminosa:

El flujo luminoso nos da una idea de la cantidad de luz que emite una fuente de luz, por ejemplo una bombilla, en todas las direcciones del espacio. Por contra, si pensamos en un proyector es fácil ver que sólo ilumina en una dirección. Parece claro que necesitamos conocer cómo se distribuye el flujo en cada dirección del espacio y para eso definimos la intensidad luminosa.



**Figura 1.3** Diferencia entre Flujo e intensidad luminosa

Se conoce como intensidad luminosa al flujo luminoso emitido por unidad de ángulo sólido en una dirección concreta. Su símbolo es  $I$  y su unidad la candela (CD), ver tabla 1.4.

**Tabla 1.4** Intensidad luminosa.

Intensidad luminosa $I = \frac{\Phi}{\omega}$	Símbolo: $I$	
	Unidad: candela (CD)	

**Rendimiento luminoso o eficiencia luminosa:**

Ya mencionamos al hablar del flujo luminoso que no toda la energía eléctrica consumida por una lámpara (bombilla, fluorescente, etc.) se transformaba en luz visible. Parte se pierde por calor, parte en forma de radiación no visible (infrarrojo o ultravioleta), etc, ver figura 1.4.



**Figura 1.4** Balance energético de las lámparas.

Para hacernos una idea de la porción de energía útil definimos el rendimiento luminoso

como el cociente entre el flujo luminoso producido y la potencia eléctrica consumida, que viene con las características de las lámparas (25 W, 60 W...). Mientras mayor sea mejor será la lámpara y menos gastará. La unidad es el lumen por Watt (lm/W).

**Tabla 1.5** Rendimiento luminoso.

$\eta = \frac{\Phi}{W}$	Símbolo:	$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Flujo luminoso}}{\text{Potencia consumida}}$
	Unidad: lm / W	

**Cantidad de luz:**

Esta magnitud sólo tiene importancia para conocer el flujo luminoso que es capaz de dar un flash fotográfico o para comparar diferentes lámparas según la luz que emiten durante

un cierto período de tiempo. Su símbolo es Q y su unidad es el lumen por segundo (lm\*s).

**Tabla 1.6** Cantidad de luz.

$Q = \Phi \cdot t$	Símbolo: Q
	Unidad: lm·s

**Deslumbramiento:**

El deslumbramiento es una sensación molesta que se produce cuando la luminancia de un objeto es mucho mayor a la de su entorno. Es lo que ocurre cuando miramos directamente a una bombilla o cuando vemos el reflejo del sol en el agua.

Existen cinco formas de deslumbramiento, pero solo se consideran dos, el perturbador y el molesto. El primero consiste en la aparición de un velo luminoso que provoca una visión borrosa sin nitidez y con poco contraste, que desaparece al cesar su causa, un ejemplo muy claro lo tenemos cuando conduciendo un vehículo otro coche se nos cruza con las luces largas. Para evaluar la pérdida de visión se utiliza el criterio del [incremento de umbral \(TI\)](#) expresado en tanto por ciento:

$$TI = 65 \frac{L_V}{(L_m)^{0.5}} \tag{1.1}$$

Donde  $L_V$  es la luminancia de velo equivalente y  $L_m$  es la luminancia media de la calzada. El segundo consiste en una sensación molesta provocada porque la luz que llega a nuestros ojos es demasiado intensa produciendo fatiga visual. Esta es la principal causa de deslumbramiento en la vida diaria.

Este fenómeno se evalúa de acuerdo a una escala numérica, obtenida de estudios estadísticos, que va del deslumbramiento insoportable al inapreciable.

**Tabla 1.7** Relación entre el deslumbramiento y el alumbrado.

<b>G</b>	<b>Deslumbramiento</b>	<b>Evaluación del alumbrado</b>
1	Insoportable	Malo
2	Molesto	Inadecuado
3	Admisible	Regular
4	Satisfactorio	Bueno
5	Inapreciable	Excelente

Donde la [fórmula de G](#) se calcula a partir de características de la luminaria y la instalación. Actualmente no se utiliza mucho porque se considera que siempre que no se excedan los límites del deslumbramiento perturbador este está bajo control. Pueden producirse deslumbramientos de dos maneras, la primera es por observación directa de la fuente de luz; por ejemplo ver directamente las luminarias. La segunda es por observación indirecta o reflejada de las fuentes como ocurre cuando la vemos reflejada en una superficie, (una mesa, un mueble, un cristal, un espejo...). Estas situaciones son muy molestas para los usuarios y deben evitarse. Entre las medidas que podemos adoptar tenemos, ocultar la fuente de luz del campo de visión usando rejillas o pantallas, utilizar recubrimientos o acabados mates en las paredes, techos, suelos, y muebles para así evitar los reflejos, evitar fuertes contrastes de luminancia entre la tarea visual y el fondo o cuidar la posición de las luminarias respecto a los usuarios para que no caigan dentro de su campo de visión.

### **Lámparas:**

Las lámparas son los aparatos encargados de generar la luz, para su selección en cada caso serán aquellas cuyas características (fotométricas, cromáticas, consumo energético, economía de instalación y mantenimiento) mejor se adapte a las necesidades y características de cada instalación (nivel de iluminación, dimensiones del área a iluminar, ámbito de uso y potencia de la instalación).

### **Características y propiedades de las lámparas:**

**Vida o duración:** es el tiempo, medido en horas de funcionamiento, que transcurre hasta que una fuente de luz es considerada inútil según un determinado criterio. En general se definen dos tipos de duración:

**Vida media:** Se considera que la fuente de luz es inútil cuando deja de funcionar. La vida media se determina mediante ensayos de duración, por lotes de lámparas, asignando el valor de vida media al número de horas de funcionamiento hasta que ha producido el 50% de fallos en el lote.

**Vida útil:** Se considera que la fuente de luz es inútil cuando, a pesar de seguir en funcionamiento, no satisface algún requisito de prestaciones, como por ejemplo el mantenimiento de un nivel determinado de flujo luminoso.

En la práctica, los fabricantes de lámparas suelen ofrecer datos de vida útil referida al número de horas de funcionamiento, hasta que el flujo luminoso emitido por la lámpara se reduce al 80% de su valor inicial.

#### **Propiedades del color.**

- Las fuentes luminosas tienen dos cualidades que definen las propiedades del color:
- La apariencia del color de la fuente, es decir, el color que presenta la propia fuente de luz.
- La reproducción cromática obtenida con una fuente de luz determinada, o lo que es lo mismo, como son reproducidos los colores de los objetos iluminados por esa fuente de luz.

Sin embargo, aún dependiendo ambas de la composición espectral, la apariencia del color y la reproducción cromática son, en determinados casos, independientes, de tal modo que conocida una de ellas, no se puede asegurar nada sobre la otra; por ejemplo, dos lámparas de descarga con una apariencia de color muy similar pueden ocasionar reproducciones de color muy diferente.

#### **Temperatura del color.**

La mayoría de los cuerpos, calentados hasta una temperatura suficientemente alta, emiten una luz rojiza y, a medida que la temperatura aumenta, la luz emitida se va haciendo más blanca. Este fenómeno que es válido para las emisiones de luz por termorradiación, que establece una relación entre la temperatura de la fuente de luz y su apariencia de color.

El parámetro que caracteriza la tonalidad de la luz emitida recibe el nombre de temperatura del color.

La temperatura de color de una fuente de luz se determina por comparación con una fuente patrón. Para las lámparas que basan su funcionamiento en la termorradiación, la fuente patrón es una lámpara con unas características de emisión próximas a las del cuerpo negro o radiador integral.

La equivalencia práctica entre apariencia del color y temperatura de color, se establece convencionalmente según la siguiente tabla:

**Tabla 1.8** Relación entre Apariencia y Temperatura del Color.

<b>Apariencia del color</b>	<b>Temperatura de color(°K)</b>
Cálida	< 3.300
Intermedia	3.300-5000
Fría	> 5.000

Hay dos aspectos en los que juega un papel decisivo la temperatura de color, que son:

La utilización simultánea de fuentes de luz con temperaturas de color diferentes, está totalmente desaconsejada puesto que causa perturbaciones visuales, debidas en particular a la adaptación cromática del ojo.

Según aumenta el nivel de iluminación, también debe aumentar la temperatura de color. La experiencia demuestra que con iluminancias bajas se prefieren fuentes de luz cálidas. También en este sentido juega un papel importante el clima; así por ejemplo, en los países cálidos suelen ser preferidas las lámparas de apariencia de color fría.

**Índice de rendimiento del color:** El índice de reproducción cromática (IRC), caracteriza la capacidad de reproducción cromática de los objetos iluminados con una fuente de luz.

El IRC ofrece una indicación de la capacidad de la fuente de luz para reproducir colores normalizados, en comparación con la reproducción proporcionada por una luz patrón de referencia.

Convencionalmente el IRC varía entre 0 y 100 pero no es un porcentaje de fiabilidad de reproducción de cada uno de los colores, sino una cifra de mérito global que se obtiene como promedio de las reproducciones efectuadas de los colores de la muestra. Así por ejemplo, dos lámparas de descarga pueden

tener un mismo IRC, y sin embargo reproducir de modo muy distinto un determinado color.

En la siguiente tabla se especifican los índices de rendimiento de color mínimos de las fuentes de luz expresados por grupos de calidad según la C.I.E.

**Tabla 1.9** Índices de rendimiento.

<b>Grupo de rendimiento de color</b>	<b>Valores extremos IRC</b>
1	$\geq 85$
2	70-85
3	$\leq 70$

### **Modelado:**

El modelado de relieve se puede definir como la habilidad de la luz para revelar la textura y la forma tridimensional de un objeto creando juegos de luces y sombras.

La apariencia general de un interior se destaca cuando sus características estructurales y las personas y objetos que se encuentran dentro de él están iluminados de tal manera que quedan clara y agradablemente modelados. La iluminación no debe ser totalmente direccional ya que produciría sombras duras y desagradables, ni tampoco demasiado difusa ya que se perdería totalmente el efecto de modelado.

La experiencia ha demostrado que con el control del deslumbramiento directo mediante una luz direccional hacia abajo, se producen sombras profundas en las caras y/o distorsiones en la tarea. Por otra parte la iluminación altamente difusa utilizando cielorrasos luminosos e iluminación indirecta conduce a una iluminación sin relieves, demasiado chata. Cuando se trabaja en interiores de trabajo se deben evitar estos extremos de iluminación.

### **Luminarias:**

Las luminarias, son aparatos destinados a alojar, soportar y proteger la lámpara y sus elementos auxiliares además de concentrar y dirigir el flujo luminoso de esta.

Su elección de estará condicionada por la lámpara utilizada y su entorno de trabajo. Hay muchos tipos de luminarias y sería difícil hacer una clasificación

exhaustiva. La forma y tipo de luminarias oscilará entre las más funcionales donde lo más importante es dirigir el haz de luz de forma eficiente como pasa en el alumbrado industrial a las más formales donde lo que prima es la función decorativa como ocurre en el alumbrado doméstico.

Las luminarias para lámparas incandescentes tienen su ámbito de aplicación básico en la iluminación doméstica. Por lo tanto, predomina la estética sobre eficiencia luminosa. Solo en aplicaciones comerciales o en luminarias para la iluminación suplementaria se buscará un compromiso entre ambas funciones.

Son aparatos que necesitan apantallamiento pues el filamento de estas lámparas tiene una iluminancia muy elevada y puede producir deslumbramiento.

En segundo lugar tenemos las luminarias para lámparas fluorescentes. Se utilizan mucho en oficinas, comercios, centros educativos, almacenes, industrias con techos bajos, etc, por su economía y eficiencia luminosa. Así pues, nos encontramos con una gran variedad de modelos que van de los más simples a los más sofisticados con sistemas de orientación de luz y apantallamiento (modelos con rejillas cuadradas o transversales y modelos con difusores).

Por último tenemos las luminarias para las lámparas de descarga a alta presión. Estas son utilizadas generalmente para colgar a gran altura (industrias, y grandes naves con techos altos) o en iluminación de pabellones deportivos, aunque también hay modelos para pequeñas alturas. En el primer caso se utilizan las luminarias intensivas y los proyectores y en el segundo las extensivas.

### **Diseño de luminarias.**

Las luminarias abiertas y ventiladas han remplazado ampliamente al tipo no ventilado. En las ventanillas, la sociedad se ve acumulando sobre la lámpara y el reflector mucho más espacio, debido a las corrientes de aire creadas por el calor de la lámpara. Este tipo se recomienda para toda clase de aplicaciones en lugares de gran altura, excepto para aquellos en que el aire este fuertemente cargado de polvo o los humos puedan atacar al reflector. En estas zonas se deberán usar siempre luminarias de "servicio duro" cerradas.

Como las zonas de techo alto pueden ser anchas o estrechas y la tarea visual puede variar desde horizontal a vertical; las luminarias directas o semidirectas

que se usan generalmente se clasifican por la distribución de su componente directo según la relación permisible entre la separación y altura de montaje.

### **Disposición de las luminarias en la vía.**

Para conseguir una buena iluminación, no basta con realizar los cálculos, debe proporcionarse información extra que oriente y advierta al conductor con suficiente antelación de las características y trazado de la vía. Así en curvas es recomendable situar las farolas en la exterior de la misma, en autopistas de varias calzadas ponerlas en la mediana o cambiar el color de las lámparas en las salidas.

En los tramos rectos de vías con una única calzada existen tres disposiciones básicas: unilateral, bilateral tresbolillo y bilateral pareada. También es posible suspender la luminaria de un cable transversal pero sólo se usa en calles muy estrechas.

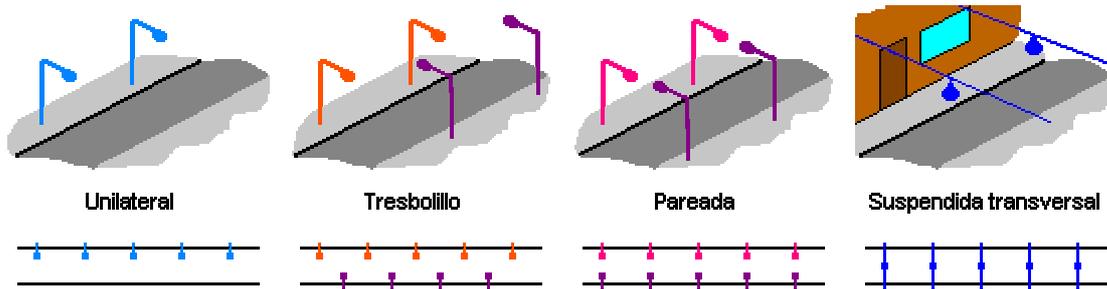
La distribución unilateral se recomienda si la anchura de la vía es menor que la altura de montaje de las luminarias. La bilateral tresbolillo si está comprendida entre 1 y 1.5 veces la altura de montaje y la bilateral pareada si es mayor de 1.5.

**Tabla 1.10** Relación entre la anchura de la vía y la altura de montaje.

Unilateral	$A/H < 1$
Tresbolillo	$1 \leq A/H \leq 1.5$
Pareada	$A/H > 1.5$
Suspendida	Calles muy estrechas

En el caso de tramos rectos de vías con dos o más calzadas separadas por una mediana se pueden colocar las luminarias sobre la mediana o considerar las dos calzadas de forma independiente. Si la mediana es estrecha se pueden colocar farolas de doble brazo que dan una buena orientación visual y tienen muchas ventajas constructivas y de instalación por su simplicidad. Si la mediana es muy ancha es preferible tratar las calzadas de forma separada. Pueden combinarse los brazos dobles con la disposición al tresbolillo o aplicar iluminación unilateral en cada una de ellas. En este último caso es recomendable poner las luminarias en el lado contrario a la mediana porque de

esta forma incitamos al usuario a circular por el carril de la derecha, ver figura 1.5.



**Figura1.5** Disposición de las luminarias tramos rectos de vías con una única calzada.

### **Sistemas de alumbrado.**

Cuando una lámpara es encendida, el flujo luminoso emitido puede llegar a los objetos expuestos a la luz de forma directa o indirectamente. La cantidad de luz que llega de estas dos formas determina los diferentes sistemas de iluminación con sus ventajas y desventajas.

La **iluminación directa** se produce cuando todo el flujo de las lámparas va dirigido hacia el suelo. Es el sistema más económico de iluminación y el que ofrece mayor rendimiento luminoso. Por el contrario, el riesgo de deslumbramiento directo es muy alto y produce sombras duras, poco agradable para la vista. Se consiguen utilizando luminarias directas.

En la **iluminación semidirecta** la mayor parte del flujo luminoso se dirige hacia el suelo y el resto se dispersa en el área iluminada. En este caso las sombras son muy suaves y el deslumbramiento menor que el anterior. Solo es recomendable para lugares que no sean muy altos y sin claraboyas puesto que la luz dirigida hacia el extremo superior se perdería por ellas.

Cuando la mayor parte del flujo proviene del techo y laterales tenemos la **iluminación semiindirecta**. Debido a esto, las pérdidas del flujo por absorción son elevadas y los consumos de potencia eléctrica también, lo que hace imprescindible pintar con tonos claros o blancos. Por el contrario, la luz es de buena calidad, produce poco deslumbramiento y con sombras suaves que dan relieves a los objetos.

Por último tenemos el caso de **la iluminación indirecta** cuando casi toda la luz va al extremo superior. Es la más parecida a la luz natural pero es una solución muy cara puesto que las pérdidas por absorción son muy elevadas.

### Métodos de alumbrado.

Los métodos de alumbrado nos indican como se reparte la luz en las zonas iluminadas. Según el grado de uniformidad deseado, distinguiremos dos casos: alumbrado general y alumbrado general localizado.

### Tipos de alumbrado:

El **alumbrado general** proporciona una iluminación uniforme sobre toda el área iluminada. Es un método de iluminación muy extendido y se usa habitualmente en oficinas centros de enseñanza, fábricas, comercios, etc... Se consigue distribuyendo las luminarias de forma regular por todo el techo del local.

El **alumbrado general localizado** proporciona una distribución no uniforme de la luz de manera que esta se concentra sobre las áreas de trabajo. Se consiguen así importantes ahorros energéticos puesto que la luz se concentra allá donde hace falta. Claro que esto presenta algunos inconvenientes respecto al alumbrado en general. Uno de ellos aparece si la diferencia de luminancia entre las zonas de trabajo y las de paso es muy grande se puede producir deslumbramiento molesto.

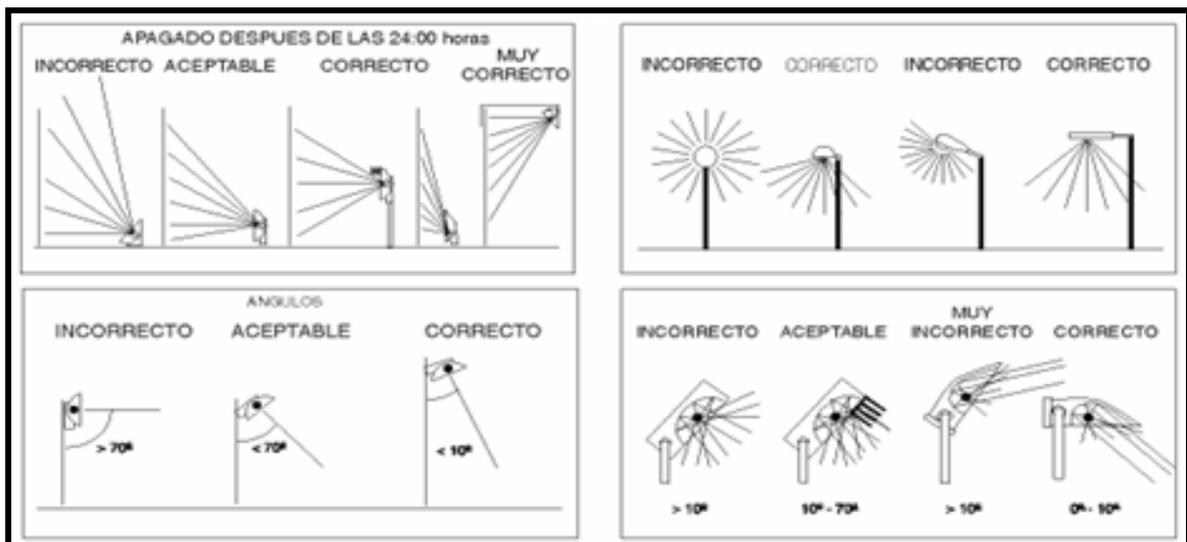


Figura 1.6 Normas básicas de utilización del alumbrado.

### **Elección de la fuente de luz (lámparas).**

La elección de la fuente de luz (lámparas incandescentes, fluorescentes, vapor de mercurio, vapor de sodio y haluros metálicos) depende en gran medida de la apariencia externa y de los factores económicos. En ciertas ocasiones la gran superficie y el bajo brillo recomiendan el uso de lámparas fluorescentes desde el punto de vista del deslumbramiento.

Por otra parte, cuando se desea un control exacto del alumbrado, se necesitará una fuente lo más pequeña posible, cuyo más brillo es más efectivo. Las lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio deben descartarse en los lugares donde se van a encender frecuentemente, o donde van a estar sometidas a excesivas fluctuaciones de voltaje o a temperaturas extremas en los casos en que la capacidad de los conductores existentes limite la potencia a instalar, las lámparas fluorescentes suelen ser a menudo, el único medio para resolver el problema de suministrar una mejor iluminación. En ciertas circunstancias, el color de la fuente de luz y las necesidades de conseguir un efecto agradable, pueden ser factores decisivos a favor de u otro tipo de lámparas.

Desde otros puntos de vistas, los criterios a seguir para la elección del tipo de lámparas son los siguientes: **lámparas incandescentes**: Son de cómodo empleo y es la más variada con respecto a los tipos, tiene una amplia gama de potencia disponible. Se recomienda su utilización donde sean necesarias iluminancias de 200 lux o menos y el número de horas de explotación sean menor de 2000 al año.

Su empleo está dado fundamentalmente en:

- Viviendas, alcobas de hoteles, etc...
- Proyectores de tiendas y supermercados.
- Lámparas autoportantes, alumbrado directo general.

**Lámparas incandescentes halogenadas (yodo-cuarzo).** Tienen la mismas características que las anteriores, la diferencia principal con las incandescentes normales es la alta temperatura y el menor tamaño del bulbo, siendo excesivamente brillantes, tienen una vida útil mayor.

**Lámparas fluorescentes.** Se imponen cuando se necesitan tonos blancos de luz y el nivel de iluminancia sobre el plano de trabajo sea superior a los 200 lux y la instalación se explota durante más de 2000 horas por año.

Empleo principal:

- Oficinas, viviendas, escuelas, fábricas y almacenes.
- Imprenta (donde el rendimiento del color es importante).
- Hospitales, clínicas, locales de inspección.
- Señalización en interior y exterior.

### **Lámparas de vapor de mercurio.**

Se utilizan generalmente cuando el color de la luz no es lo imperativo, sobre todo en el alumbrado industrial, no obstante en aquellos casos en que en que el rendimiento del color sea fundamental, existen diferentes tipos de color corregido donde su utilización satisface plenamente los requerimientos en cuanto al color se refiere; debido a su elevado rendimiento luminoso y su larga vida útil son especialmente indicados para alto puntal y alumbrado directo en naves industriales.

Aplicaciones principales:

- Alumbrado de jardineras.
- Alumbrado de calles, aeropuertos, terminales, campos deportivos.
- Alumbrado de alto puntal.
- Supermercados y tiendas por departamentos.
- Alumbrado de interiores y exteriores.

### **Lámpara de haluros metálicos:**

Las lámparas de bulbos censillos con soporte por los dos extremos son adecuadas especialmente para instalaciones de alumbrado deportivo de clase alta. Las de doble bulbo y doble soporte se utilizan en alumbrado de interiores especialmente en alumbrado de tiendas y exposiciones. Existe otro tipo las cuales son de doble bulbo y soporte sencillo que son bastante usadas en alumbrado general.

Aplicaciones más comunes:

- Campos deportivos, naves industriales.
- Calles y autopistas, estaciones de ferrocarriles, puertos y astilleros.

**Lámparas de sodio de baja presión:** No son usadas en alumbrado de interiores por la luz monocromática amarilla que emiten, se recomiendan en alumbrado de calles y avenidas.

**Lámparas de sodio a alta presión:** Dan un rendimiento de color aceptable. Se usan con creciente extensión para todos los tipos de alumbrado exterior y para alumbrados de fábricas de alto puntal. Tipos especiales se utilizan en alumbrado decorativo y acentuado, estas lámparas se recubren para reducir su luminancia y minimizar los problemas relacionados con el deslumbramiento.

Las lámparas de sodio de alta presión blancas con una temperatura de color correlacionado de 2500K y excelente rendimiento cromático  $R_a=85$  se emplea extensivamente en alumbrado acentuado y de exposición.

En general estas lámparas se pueden emplear en todas las aplicaciones de las lámparas de sodio de baja presión y pueden sustituir a las de vapor de mercurio.

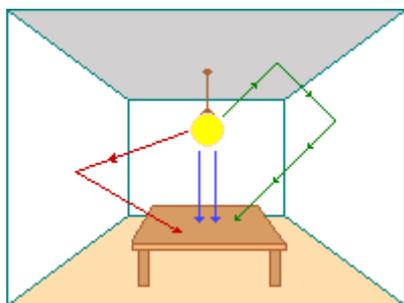
Empleo más comunes:

- Alumbrado público, grandes áreas exteriores.- Instalaciones industriales de alto puntal, carreteras, calles y autopistas.
- Iluminación de monumentos, edificios, gasolineras, etc.
- Alumbrados de supermercados, tiendas por departamentos.

### Métodos de cálculo.

#### Método punto por punto:

El método de los lúmenes es una forma muy práctica y sencilla de calcular el nivel medio de la iluminancia en una instalación de alumbrado general. Pero, qué pasa si queremos conocer cómo es la distribución de la iluminación en instalaciones de alumbrado general localizado o individual donde la luz no se distribuye uniformemente o cómo es exactamente la distribución en el alumbrado general. En estos casos emplearemos el método del punto por



Luz directa

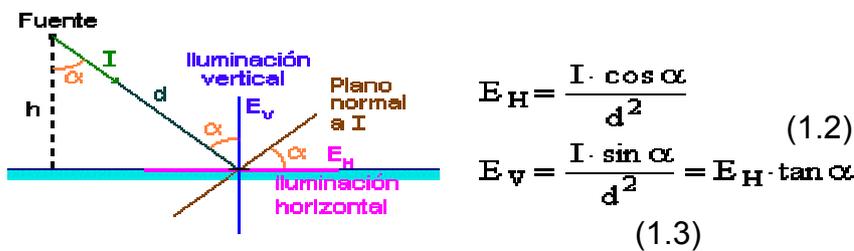
→ Luz indirecta proveniente del techo

→ Luz indirecta proveniente de las paredes

punto que nos permite conocer los valores de la iluminancia en puntos concretos, ver figura 1.7.

**Figura1.7** Distribución de la iluminación en una instalación de alumbrado general localizado. Consideraremos que la iluminancia en un punto es la suma de la luz proveniente de dos fuentes: una componente directa, producida por la luz que llega al plano de trabajo directamente de las luminarias, y otra indirecta o reflejada procedente de la reflexión de la luz de las luminarias en el techo, paredes y demás superficies del local.

En el ejemplo anterior podemos ver que sólo unos pocos rayos de luz serán perpendiculares al plano de trabajo mientras que el resto serán oblicuos. Esto quiere decir que de la luz incidente sobre un punto, sólo una parte servirá para iluminar el plano de trabajo y el resto iluminará el plano vertical a la dirección incidente en dicho punto, ver figura 1.8.



**Figura 1.8** Iluminancias incidentes en un punto.

$E_H$ : Iluminancia horizontal

$E_V$ : Iluminancia vertical

### Componentes de la iluminancia en un punto.

En general, para hacernos una idea de la distribución de la iluminancia nos bastará con conocer los valores de la iluminancia sobre el plano de trabajo; es decir, la iluminancia horizontal. Sólo nos interesará conocer la iluminancia vertical en casos en que se necesite tener un buen modelado de la forma de

los objetos (deportes de competición, escaparates, estudios de televisión y cine, retransmisiones deportivas...) o iluminar objetos en posición vertical (obras de arte, cuadros, esculturas, pizarras, fachadas...).

Para utilizar el método del punto por punto necesitamos conocer previamente las características fotométricas de las lámparas y luminarias empleadas, la disposición de las mismas sobre la planta del local y la altura de estas sobre el plano de trabajo. Una vez conocidos todos estos elementos podemos empezar a calcular las iluminancias. Mientras más puntos calculemos más información tendremos sobre la distribución de la luz. Esto es particularmente importante si trazamos los diagramas isolux de la instalación.

Como ya hemos mencionado, la iluminancia horizontal en un punto se calcula como la suma de la componente de la iluminación directa más la de la iluminación indirecta. Por lo tanto:

$$E = E_{\text{directa}} + E_{\text{indirecta}} \quad (1.4)$$

Componente directa:

Fuentes de luz puntuales: Se consideran fuentes de luz puntuales las lámparas incandescentes y de descarga que no sean los tubos fluorescentes. En este caso las componentes de la iluminancia se calculan usando las fórmulas.

Donde  $I$  es la intensidad luminosa de la lámpara en la dirección del punto que puede obtenerse de los diagramas polares de la luminaria o de la matriz de intensidades y  $h$  la altura del plano de trabajo a la lámpara.

En general, si un punto está iluminado por más de una lámpara su iluminancia total es la suma de las iluminancias recibidas:

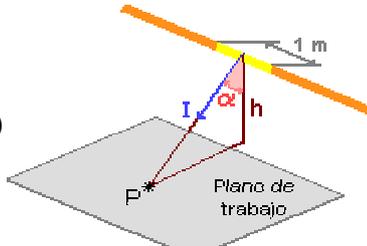
$$E_H = \sum_{i=1}^n \frac{I_i * \cos^3 \alpha_i}{h_i^2} \quad (1.5)$$

$$E_V = \sum_{i=1}^n \frac{I_i * \cos^2 \alpha_i * \sin \alpha_i}{h_i^2} \quad (1.6)$$

**Fuentes de luz lineales de longitud infinita:** Se considera que una fuente de luz lineal es infinita si su longitud es mucho mayor que la altura de montaje; por ejemplo una línea continua de fluorescentes. En este caso se puede demostrar por cálculo diferencial que la

iluminancia en un punto para una fuente de luz difusa se puede expresar como:

(1.7)



$$E_H = \frac{\pi \cdot I}{2h} \cdot \cos^2 \alpha$$

$$E_V = \frac{\pi \cdot I}{2h} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha$$

(1.8)

**Figura 1.9** Iluminancia en un punto para una fuente de luz difusa.

En los extremos de la hilera de las luminarias el valor de la iluminancia será la mitad.

El valor de I se puede obtener del diagrama de intensidad luminosa de la luminaria referido a un metro de longitud de la fuente de luz, según la fórmula:

$$I = \frac{\Phi}{9.25} \quad (1.9)$$

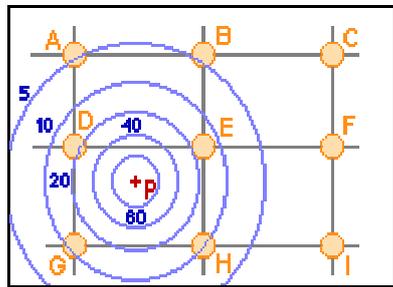
### **Cálculo de las iluminancias horizontales empleando curvas isolux.**

Este método gráfico permite obtener las iluminancias horizontales en cualquier punto del plano de trabajo de forma rápida y directa. Para ello necesitaremos:

1. Las curvas isolux de la luminaria suministradas por el fabricante. Si no disponemos de ellas, podemos trazarlas a partir de la matriz de intensidades o de las curvas polares, aunque esta solución es poco recomendable si el número de puntos que nos interesa calcular es pequeño o no disponemos de un programa informático que lo haga por nosotros.
2. La superficie de trabajo con la disposición de las luminarias dibujada con la misma escala que la curva isolux.

El procedimiento de cálculo es el siguiente. Sobre el plano de la planta situamos el punto o los puntos en los que queremos calcular la iluminancia. A continuación colocamos el diagrama isolux sobre el plano, haciendo que el centro coincida con el punto, y se suman

los valores relativos de las iluminancias debidos a cada una de las luminarias que hemos obtenido a partir de la intersección de las curvas isolux con las luminarias, ver Fig. 1.10.



Luminaria	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Total
Iluminancia	4	4	0	19	19	0	12	10	0	ET= 68 lux

**Figura 1.10** Colocación del diagrama isolux sobre el plano.

Finalmente, los valores reales de las iluminancias en cada punto se calculan a partir de los relativos obtenidos de las curvas aplicando la fórmula:

$$E_r = E_c * \frac{\Phi_r}{\Phi_c} * \left(\frac{h_c}{h_r}\right)^2 = E_c * \frac{\Phi_r}{h_r^2} * \frac{1}{1000}$$

(1.10)

### **Componente indirecta o reflejada en un punto**

Para calcular la componente indirecta se supone que la distribución luminosa de la luz reflejada es uniforme en todas las superficies del local incluido el plano de trabajo. De esta manera, la componente indirecta de la iluminación de una fuente de luz para un punto cualquiera de las superficies que forman el local se calcula como:

$$E_{indirecta} = E_{indH} = E_{indV} = \frac{\Phi}{F_T} * \frac{\rho_m}{1 - \rho_m} \quad (1.11)$$

Donde:

$$F_T = \sum_n F_i \quad (1.12)$$

es la suma del área de todas las superficies del local.

$\rho_m$  es la reflectancia media de las superficies del local calculada como

$$\rho_m = \frac{\sum_n \rho_i * F_i}{\sum_n F_i} \quad (1.13)$$

Siendo  $\rho_i$  la reflectancia de la superficie  $F_i$  y  $\Phi$  es el flujo de la lámpara.

## Método de los lúmenes para alumbrado de calles.

La finalidad de este método es calcular la distancia de separación adecuada entre las luminarias, (ver figura 1.11) que garantice un nivel de iluminancia medio determinado.

Mediante un proceso iterativo, sencillo y práctico, se consiguen unos valores que aunque no son muy precisos, sí sirven de referencia para empezar a aplicar otros métodos.

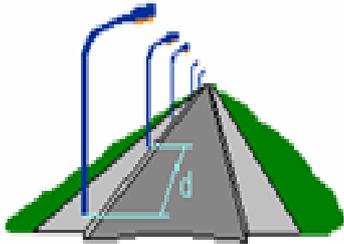
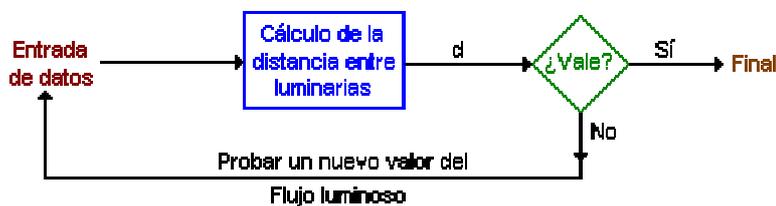


Figura 1.11 Distancia de separación entre luminarias (d).

El proceso a seguir se puede explicar mediante el siguiente diagrama de bloques:

Diagrama 1.1 Algoritmo de cálculo.



Datos de entrada:

Determinar el nivel de iluminancia media ( $E_m$ ). Este valor depende de las características y clase de pavimento, clase de vía, intensidad del tráfico, etc.

Como valores orientativos podemos usar:

Tabla 1.11 Iluminancias y luminancias medias según el tipo de vía.

Características de la vía	Luminaria abierta	Luminaria cerrada
Limpia	0.75	0.80
Media	0.68	0.70
Sucia	0.65	0.68

Escoger el tipo de lámpara (vapor de mercurio, sodio...) y la altura de montaje necesarias sin exceder el flujo máximo recomendado en cada intervalo.

**Tabla 1.12** Relación entre flujo y altura de las lámparas.

Flujo de la lámpara (lm)	Altura (m)
$3000 \leq \Phi < 10000$	$6 \leq H < 8$
$10000 \leq \Phi < 20000$	$8 \leq H < 10$
$20000 \leq \Phi < 40000$	$10 \leq H < 12$
$\geq 40000$	$\geq 12$

Tipo de vía.	Iluminancia media (lx)	Luminancia media (cd / m <sup>2</sup> ).
A	35	2
B	35	2
C	30	1.9
D	28	1.7
E	25	1.4

Determinar el factor de mantenimiento (fm) dependiendo

de las características de la zona (contaminación, tráfico, mantenimiento...). Normalmente esto es difícil de evaluar y se recomienda tomar un valor no superior a 0.8 (habitualmente 0.7).

**Tabla 1.13** Tipo de luminaria según la vía a iluminar.

Calcular el factor de utilización ( $\eta$ )

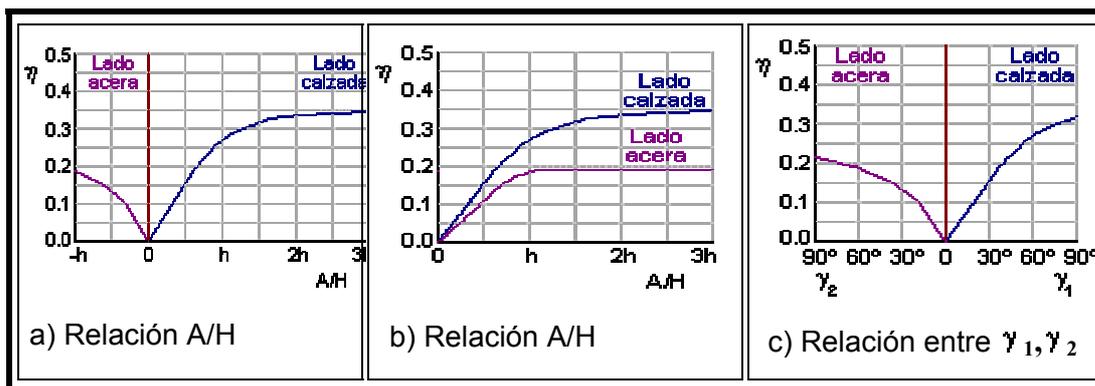
El factor de utilización es una medida del rendimiento del conjunto lámpara-luminaria y se define como el cociente entre el flujo útil, el que llega a la calzada, y el emitido por la lámpara.

$$\eta = \frac{\Phi_{util}}{\Phi_L}$$

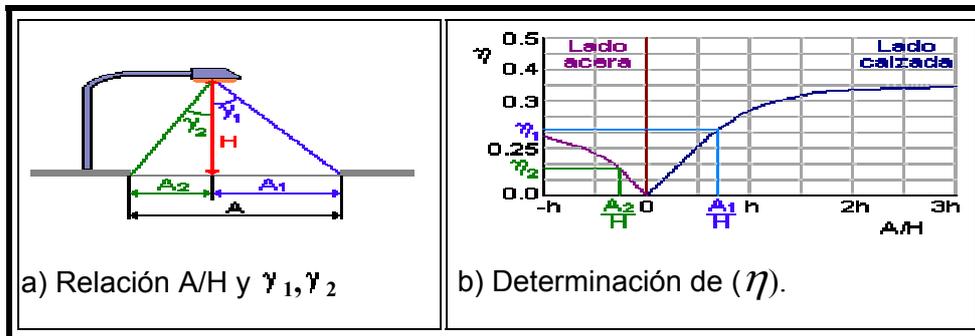
(1.14)

Normalmente se representa mediante curvas que suministran los fabricantes con las luminarias. Estas curvas podemos encontrarlas en función del cociente anchura de la calle/altura (A/H) la más habitual, o de los ángulos  $\gamma_1, \gamma_2$  en el lado calzada y acera respectivamente, ver figura 1.12.

Figura 1.12 Curvas del factor de utilización.



De los gráficos se puede observar que hay dos valores posibles, uno para el lado acera y otro para el lado calzada, que se obtienen de las curvas, ver figura 1.13.



**Figura 1.13** Determinación de ( $\eta$ ), utilizando las curvas de utilización.

$$A = A_1 + A_2 \quad (1.15)$$

$$\eta = \eta_1 + \eta_2 \quad (1.16)$$

Por tanto, para obtener el factor de utilización total de la sección transversal de la calle habrá que sumar los coeficientes del lado acera y del lado calzada, aunque en otros casos la cosa puede ser diferente.

Cálculo de la separación entre luminarias.

Una vez fijados los datos de entrada, podemos proceder al cálculo de la separación (d)

entre las luminarias utilizando la expresión de la iluminancia media.

$$E_m = \frac{\eta * f_m * \Phi_L}{A * d}$$

(1.17)

Donde:

$E_m$  Es la iluminancia media sobre la calzada que queremos conseguir.

$\eta$  Es el factor de utilización de la instalación.

$f_m$  Es el factor de mantenimiento.

$\Phi_L$  Es el flujo luminoso de la lámpara.

A es la anchura a iluminar de la calzada que en disposición bilateral pareada es la mitad ( $A/2$ ) y toda (A) en disposiciones unilateral y tresbolillo son datos conocidos y d es la separación entre las luminarias y la incógnita a resolver.

**Tabla 1.14** Relación entre la disposición de las luminarias y el área a iluminar.

Unilateral o tresbolillo	A
Bilateral	A/2

Comprobación:

Finalmente, tras las fases anteriores, entrada de datos y cálculo, solo queda comprobar si el resultado está dentro de los límites. Si es así habremos acabado y si no variaremos los datos de entrada y volveremos a empezar. Si la divergencia es grande es recomendable cambiar el flujo de la lámpara.

**Tabla 1.15** Comprobación de los resultados.

<b>Em (lux)</b>	<b>Separación / Altura</b>
$2 \leq Em < 7$	$5 \leq d/h < 4$
$7 \leq Em < 15$	$4 \leq d/h < 3.5$
$15 \leq Em \leq 30$	$3.5 \leq d/h < 2$

A modo orientativo podemos usar la tabla anterior que da la relación entre la separación y la altura para algunos valores de la iluminancia media.

### **Método de los lúmenes para alumbrado interior.**

La finalidad de este método es calcular el valor medio en servicio de la iluminancia en un local iluminado con alumbrado general. Es muy práctico y fácil de usar, y por ello se utiliza mucho en la iluminación de interiores cuando la precisión necesaria no es muy alta como ocurre en la mayoría de los casos.

El proceso a seguir se puede explicar mediante el siguiente diagrama de bloques:

Diagrama 1.2 Algoritmo de cálculo



## Datos de entrada

- Dimensiones del local y la altura del plano de trabajo (la altura del suelo a la superficie de la mesa de trabajo), normalmente de 0.85 m.

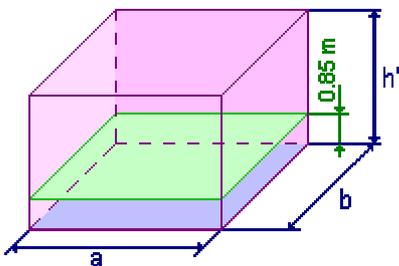
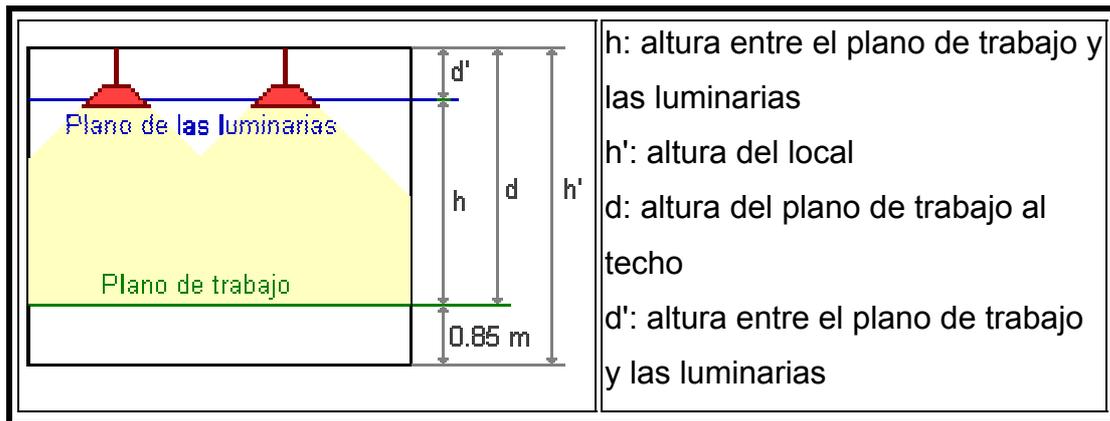


Figura 1.14 Dimensiones del local y la altura del plano de trabajo.

- Determinar el nivel de iluminancia media ( $E_m$ ). Este valor depende del tipo de actividad a realizar en el local y podemos encontrarlos tabulados en las normas y recomendaciones que aparecen en la bibliografía.
- Escoger el tipo de lámpara (incandescente, fluorescente...) más adecuada de acuerdo con el tipo de actividad a realizar.
- Escoger el sistema de alumbrado que mejor se adapte a nuestras necesidades y las luminarias correspondientes.
- Determinar la altura de suspensión de las luminarias según el sistema de iluminación escogido.



**Figura 1.15** Altura del plano de trabajo

**Tabla 1.16** Relación entre el local y la altura de la luminaria

	Altura de las luminarias
Locales de altura normal (oficinas, viviendas, aulas...)	Lo más altas posibles
Locales con iluminación directa, semidirecta y difusa	Mínimo: $h = \frac{2}{3} \cdot (h' - 0.85)$ Óptimo: $h = \frac{4}{5} \cdot (h' - 0.85)$
Locales con iluminación indirecta	$d' \approx \frac{1}{4} \cdot (h' - 0.85)$ $h \approx \frac{3}{4} \cdot (h' - 0.85)$

- Calcular el **índice del local (k)** a partir de la geometría de este. En el caso del **método europeo** se calcula como:

	<b>Sistema de iluminación</b>	<b>Índice del local</b>
	Iluminación directa, semidirecta, directa-indirecta y general difusa	$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$
	Iluminación indirecta y semiindirecta	$k = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2 \cdot (h + 0.85) \cdot (a + b)}$

**Figura 1.16** Cálculo del índice del local

Donde **k** es un número comprendido entre 1 y 10. A pesar de que se pueden obtener valores mayores de 10 con la fórmula, no se consideran pues la diferencia entre usar diez o un número mayor en los cálculos es despreciable.

- Determinar los **coeficientes de reflexión** de techo, paredes y suelo. Estos valores se encuentran normalmente tabulados para los diferentes tipos de materiales, superficies y acabado. Si no disponemos de ellos, podemos tomarlos de la siguiente tabla.

**Tabla 1.17** Coeficiente de reflexión.

	Color	Factor de reflexión ( $\rho$ )
<b>Techo</b>	Blanco o muy claro	0.7
	claro	0.5
	medio	0.3
	claro	0.5
	medio	0.3

	oscuro	0.1
<b>Suelo</b>	claro	0.3
	oscuro	0.1

En su defecto podemos tomar 0.5 para el techo, 0.3 para las paredes y 0.1 para el suelo.

- Determinar el **factor de utilización** ( $\eta$ , CU) a partir del índice del local y los factores de reflexión. Estos valores se encuentran tabulados y los suministran los fabricantes. En las tablas encontramos para cada tipo de luminaria los factores de iluminación en función de los coeficientes de reflexión y el índice del local. Si no se pueden obtener los factores por lectura directa será necesario interpolar.

Tabla 1.18 Factor de utilización

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización ( $\eta$ )								
		Factor de reflexión del techo								
		0.7			0.5			0.3		
		Factor de reflexión de las paredes								
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1
	1	.28	.22	.16	.25	.22	.16	.26	.22	.16
	1.2	.31	.27	.20	.30	.27	.20	.30	.27	.20
	1.5	.39	.33	.26	.36	.33	.26	.36	.33	.26
	2	.45	.40	.35	.44	.40	.35	.44	.40	.35
	2.5	.52	.46	.41	.49	.46	.41	.49	.46	.41
	3	.54	.50	.45	.53	.50	.45	.53	.50	.45
	4	.61	.58	.52	.60	.56	.52	.60	.56	.52
	5	.63	.60	.56	.63	.60	.56	.62	.60	.56
	6	.68	.63	.60	.66	.63	.60	.65	.63	.60
	8	.71	.67	.64	.69	.67	.64	.68	.67	.64
	10	.72	.70	.67	.71	.70	.67	.71	.70	.67

- Determinar el **factor de mantenimiento** ( $f_m$ ) o **conservación** de la instalación. Este coeficiente dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local. Para una limpieza periódica anual podemos tomar los siguientes valores:

**Tabla 1.19** Factor de mantenimiento

Ambiente	Factor de mantenimiento ( $f_m$ )
Limpio	0.8
Sucio	0.6

Cálculos

- Cálculo del flujo luminoso total necesario. Para ello aplicaremos la fórmula

$$\Phi_{\tau} = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot f_m}$$

(1.18)

donde:

- $\Phi_{\tau}$  es el flujo luminoso total
  - E es la iluminancia media deseada
  - S es la superficie del plano de trabajo
  - $\eta$  es el factor de utilización
  - $f_m$  es el factor de mantenimiento
- Cálculo del número de luminarias.

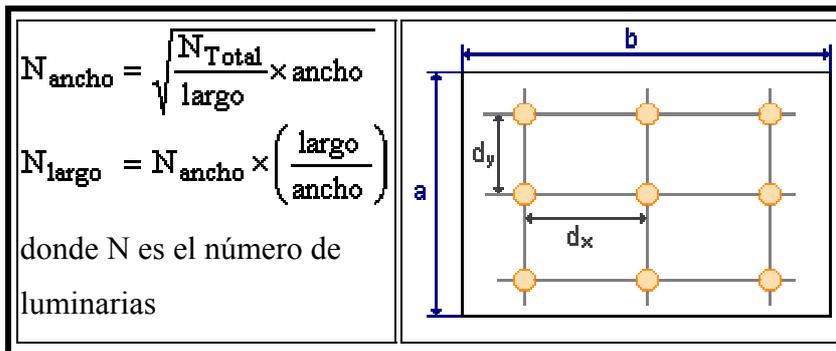
$$N = \frac{\Phi_{\tau}}{n \cdot \Phi_L} \quad \text{Redondeado por exceso} \quad (1.19)$$

Donde:

- N es el número de luminarias
- $\Phi_{\tau}$  es el flujo luminoso total
- $\Phi_L$  es el flujo luminoso de una lámpara
- n es el número de lámparas por luminaria

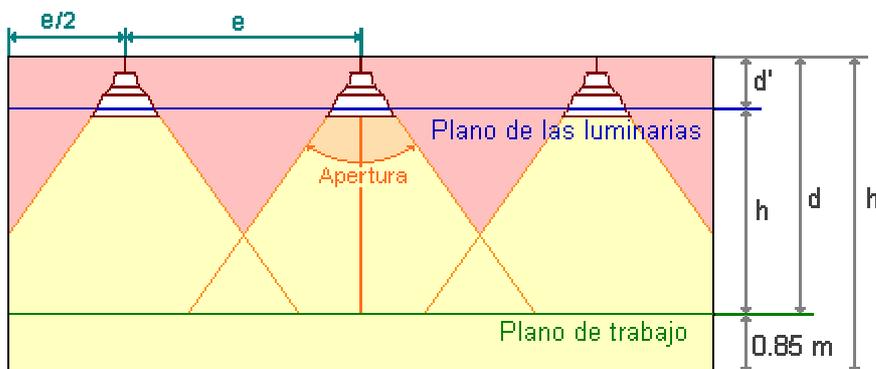
## Emplazamiento de las luminarias

Una vez hemos calculado el número mínimo de lámparas y luminarias procederemos a distribuirlas sobre la planta del local. En los locales de planta rectangular las luminarias se reparten de forma uniforme en filas paralelas a los ejes de simetría del local según las fórmulas:



**Figura 1.17** Distribución de las luminarias.

La distancia máxima de separación entre las luminarias dependerá del ángulo de apertura del haz de luz y de la altura de las luminarias sobre el plano de trabajo. Veámoslo mejor con un dibujo:



**Figura 1.18** Relación entre la separación entre las luminarias, el ángulo de apertura del haz de luz y la altura de las luminarias sobre el plano de trabajo

Como puede verse fácilmente, mientras más abierto sea el haz y mayor la altura de la luminaria más superficie iluminará aunque será menor el nivel de iluminancia que llegará al plano de trabajo tal y como dice la ley inversa de los cuadrados. De la misma manera, vemos que las luminarias próximas a la pared necesitan estar más cerca para iluminarla (normalmente la mitad de la

distancia). Las conclusiones sobre la separación entre las luminarias las podemos resumir como sigue:

**Tabla 1.20** Relación entre el tipo de luminaria, la altura del local y la distancia máximas entre luminarias.

Tipo de luminaria	Altura del local	Distancia máxima entre luminarias
intensiva	> 10 m	$e \leq 1.2 h$
extensiva	6 - 10 m	$e \leq 1.5 h$
semiextensiva	4 - 6 m	
extensiva	$\leq 4$ m	$e \leq 1.6 h$
distancia pared-luminaria: $e/2$		

Si después de calcular la posición de las luminarias nos encontramos que la distancia de separación es mayor que la distancia máxima admitida quiere decir que la distribución luminosa obtenida no es del todo uniforme. Esto puede deberse a que la potencia de las lámparas escogida sea excesiva. En estos casos conviene rehacer los cálculos probando a usar lámparas menos potentes, más luminarias o emplear luminarias con menos lámparas.

### Comprobación de los resultados

Por último, nos queda comprobar la validez de los resultados mirando si la iluminancia media obtenida en la instalación diseñada es igual o superior a la recomendada en las tablas.

$$E_m = \frac{n \cdot \Phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{S} \geq E_{tablas}$$

(1.20)

### Método de Lúmenes Promedio para el Cálculo de Proyectoros

Cuando se trata de iluminar espacios en los que la instalación de los elementos luminosos resulta complicado como lo es en las grandes áreas exteriores en cuestión, en las cuales el número de soportes de los elementos luminosos a de ser limitado, se emplean por lo general proyectores ó reflectores. Un proyector es un dispositivo susceptible de concentrar el flujo emitido por una fuente luminosa en un cono o en un espacio de abertura relativamente reducida.

Comúnmente los proyectores empleados para este tipo de iluminación son de una potencia elevada y de una intensidad máxima (en candelas) en el eje óptico, lo que se puede ajustar en los ángulos de iluminación requerida, de acuerdo con su horizontal y vertical al plano de trabajo y al nivel de iluminación necesaria.

Uno de los métodos para el diseño de alumbrado por medio de proyectores, es el de lúmenes promedio, el cual nos proporciona el nivel de iluminación promedio en todos los puntos del área que se ha de iluminar.

Para utilizar este método en la resolución del diseño de alumbrado, deben tenerse en cuenta los siguientes puntos fundamentales:

### **Datos generales**

- Dimensiones del área.
- Estos son datos físicos obtenidos de mediciones del área que se trata de iluminar o bien de planos largo y ancho.
- Nivel de iluminación.
- El nivel de iluminación es una de las exigencias básicas de una iluminación adecuada, es decir, se requiere un nivel de iluminación suficiente para facilitar una tarea visual y llevar a buen término de mejora correcta, rápida, segura y fácil. (ver la tabla 2.15).

## **Tipo de emplazamiento de los proyectores**

Los proyectores se dividen en siete tipos según la apertura o dispersión del haz, que se define como el ángulo comprendido entre las dos direcciones en que la intensidad luminosa es el 10% de la máxima que existe cerca o en el centro mismo del haz.

La eficiencia de un haz se define como la relación en tanto por ciento entre los lúmenes del haz y los lúmenes de la lámpara, siendo los lúmenes del haz los que están contenidos dentro de la apertura del haz.

Aunque la elección de la apertura del haz para una aplicación determinada depende de las circunstancias particulares, deberán aplicarse los siguientes principios generales:

Cuanto mayor sea la distancia desde el proyector al área que ha de ser iluminada, más estrecha debe ser la abertura del haz.

Ya que la cantidad de luz en el borde del haz de un proyector es el diez por ciento de la que tiene en el centro. Por lo que para tener uniformidad, razonable de iluminación, los haces de los proyectores, han de superponerse uno sobre otro lo mejor posible en los bordes de la superficie que ha de ser iluminada.

El porcentaje de lúmenes del haz que queda fuera del área a iluminar es generalmente inferior con unidades de haz estrecho que con las de haz ancho. Así los proyectores de haz estrecho son preferibles siempre que proporcionen el grado necesario de uniformidad y el adecuado nivel luminoso.

El emplazamiento de los proyectores es determinado por el tipo de aplicación y por los alrededores, físicos.

Generalmente en las subestaciones en cuestión, los proyectores se instalan en las estructuras a intervalos regulares para proporcionar una iluminación uniforme.

## **Datos de cálculo**

### **Coefficiente de utilización del haz**

La relación entre los lúmenes incidentes sobre la superficie a iluminar y los lúmenes del haz se llame coeficiente de utilización del haz C.B.U., (Coefficient of Beam Utilization)

El coeficiente de utilización del haz para cualquier proyector individual depende de su emplazamiento, del punto al que se enfoca y de la distribución de luz

dentro del haz. En general puede decirse que el C.B.U. medio de todos los proyectores de una instalación debe estar comprendido entre 0.6 y 0.9. Si el número de lúmenes del haz utilizados fuese inferior al 60% es señal de que se puede encontrar un plan de alumbrado más económico con emplazamientos diferentes o utilizando proyectores de haz más estrecho. Por otro lado, si el C.B.U. es superior a 90%, es probable que el haz seleccionado sea demasiado estrecho y la iluminación resultante resulte muy concentrada.

La determinación precisa del valor del C.B.U. solo es posible después de haber seleccionado los puntos a los que ha de dirigirse la luz. Sin embargo se puede estimar un C.B.U. por experiencia o haciendo el cálculo para diversos puntos posibles de visión y tomando el valor promedio así obtenido.

### **Factor de mantenimiento**

La eficacia del alumbrado resulta gravemente perjudicada por la degradación de las lámparas y por la suciedad sobre las superficies reflectores y transmisores del equipo. Para compensar la disminución gradual de la iluminación en un área alumbrada por proyectores, se ha de aplicar en los cálculos un factor de mantenimiento que tenga en cuenta lo siguiente:

Pérdidas de emisión luminosa debido a la suciedad depositada sobre la lámpara, reflector y tapa de vidrio. Bajo condiciones análogas, los proyectores cerrados presentan una mejor conservación de la eficiencia que los abiertos, ya que la cubierta de vidrio protege al reflector y a la lámpara de la acumulación de polvo.

Pérdidas de la emisión luminosa de la lámpara a lo largo de su vida. Debido a que una parte de luz debe pasar a través del bulbo más de una vez antes de abandonar finalmente el proyector, el ennegrecimiento del bulbo también reduce su eficacia.

Los factores de mantenimiento más utilizados han sido los siguientes:

Proyectores cerrados.....0.70

Proyectores abiertos.....0.60

## Cálculo del número de proyectores

El número de proyectores se calcula mediante la siguiente expresión.

$$N = \frac{S * E}{\Phi * CBU * f_m * \eta}$$

(1.21)

N: Número de proyectores.      S: Superficie a iluminar      E: Nivel de iluminación.

$\Phi$  : Flujo del proyector      CBU: Coeficiente de utilización.

$f_m$  : Factor de mantenimiento.       $\eta$  : Rendimiento del proyector

Tras haber realizado el cálculo anterior, es conveniente verificar la uniformidad de la iluminación mediante el cálculo de la intensidad luminosa en unos cuantos puntos. Esto puede hacerse por el método "Punto Por Punto", usando una curva de distribución luminosa o un diagrama isocandela. Si se comprueba que la uniformidad no es satisfactoria, puede que sea preciso instalar más proyectores.

## Depreciación de la eficiencia luminosa

El paso del tiempo provoca sobre las instalaciones de alumbrado una disminución progresiva en los niveles de iluminancia. Las causas de este problema se manifiestan de dos maneras. Por un lado tenemos el ensuciamiento de lámparas, luminarias y superficies donde se va depositando el polvo. Y por otro tenemos la depreciación del flujo de las lámparas.

En el primer caso la solución pasa por una limpieza periódica de lámparas y luminarias. Y en el segundo por establecer un programa de sustitución de lámparas. Aunque a menudo se recurre a esperar a que fallen para cambiarlas, es recomendable hacer la sustitución por grupos a de toda la instalación a la vez según un programa de mantenimiento. De esta manera aseguraremos que los niveles de iluminancia real se mantengan dentro de los valores de diseño de la instalación.

## **1.5 Conclusiones**

Durante el transcurso del presente capítulo se ha explicado de manera detallada todo lo relacionado con tipos de lámparas, sus características y los métodos de cálculos existentes, tanto para interiores como exteriores, dándole al interesado en el trabajo una introducción general sobre el tema que se pretende estudiar, logrando de esta manera un enfoque demostrativo acerca del objetivo a desarrollar.

# **CAPITULO 2**

# **CAPITULO II**

## **Diagnóstico del Sistema de Iluminación de la Unidad Estatal de Base Hotel Miraflores.**

---

**Introducción.**

**Requisitos Fundamentales que deben cumplir los Sistemas de Iluminación en Hoteles.**

**Caracterización del sistema de alumbrado actual del Hotel.**

**Descripción de las instalaciones de alumbrado actual del Hotel.**

**Procedimientos para realizar las mediciones.**

**Validación del software Litestar 5.S3.**

**Conclusiones.**

### **2.1 Introducción.**

El presente capítulo tiene como objetivos básicos, caracterizar el sistema de alumbrado actual que presenta el hotel y determinar las causas negativas que influyen en el alumbrado de la instalación hotelera. Este análisis partirá de las mediciones realizadas en las áreas de la instalación y a través de los cálculos se dejarán identificadas las deficiencias y se propondrán nuevas medidas en busca de mejoras.

Para realizar un buen estudio es necesario conocer los tipos de fuentes de luz, especialmente sus características, funcionamiento y la distribución espectral; esto nos ayudará a seleccionar el tipo de fuente para mejorar los niveles de iluminancia media ( $E_m$ ).

## **2.2 Requisitos fundamentales que deben cumplir los Sistemas de Iluminación en Hoteles.**

Los hoteles son sitios en los que la calidad de la iluminación es tan importante, si no más, como la cantidad. La cantidad es importante en la recepción y en las áreas funcionales, como las cocinas y oficinas, pero será la calidad de la iluminación en los espacios públicos, tanto de día como de noche, la que haga que un visitante se sienta a gusto con el ambiente del hotel.

### **Requisitos fundamentales.**

La iluminación en hoteles debe de cumplir los siguientes requisitos fundamentales:

- Atraer la atención de potenciales visitantes que miren el edificio desde una cierta distancia. Esto se puede lograr, por ejemplo, instalando carteles lumínicos, iluminando la fachada o los alrededores (o ambos) como rutas de accesos, jardines, y playas de estacionamiento.
- Atraer potenciales visitantes que pasen cerca del edificio iluminando intensamente las entradas e iluminando la zona de recepción en forma atractiva.
- Guiar a los visitantes hacia el edificio por medio de carteles luminosos colocados a lo largo de las rutas de acceso, guiarlos dentro del edificio hacia la mesa de recepción, y desde allí hacia otras áreas.
- Crear una atmósfera agradable y hospitalaria, especialmente en las áreas públicas tales como el hall de entrada, la recepción, la sala de estar, y el restaurante, pero también en las habitaciones.
- Estar integrada y en equilibrio con la decoración interior, y con la imagen del establecimiento. En el caso de una cadena de negocios, la iluminación debe contribuir a reafirmar el estilo de la casa.
- Proporcionar buenas condiciones de visión, para los huéspedes y el personal por igual.
- En espacios públicos, ser capaz de crear cambios notables en la atmósfera y en el ambiente para adaptarse a las diferentes ocasiones.

**Rutas de Acceso, Estacionamientos:** Las columnas que lleven la iluminación a las rutas de acceso y a los estacionamientos pueden tener una altura que varíe entre muy baja (0.30 m) y alta (12 m o mas). Se recomienda una iluminancia horizontal mínima a nivel piso de 10 lux.

**Entradas Principales:** Cuando la entrada principal del edificio tuene un dosel o marquesina, se pueden realizar un atractivo diseño de iluminación que complemente tanto a la iluminación de la fachada como la utilizada en los carteles. Se recomienda una iluminancia bastante alta por debajo del dosel de por lo menos 100 lux.

**Hall de Entrada, Recepción y la Sala de Estar:** Estos son la carta de presentación de las instalaciones en cuestión. Por lo tanto las primeras impresiones son muy importantes, y la iluminación puede ayudar a crear la imagen que el lugar desea proyectar.

La atención de los visitantes debe atraerse primero hacia la mesa de recepción, tal vez aumentando la iluminancia en esta área. Para este fin se recomiendan luminarias con lámparas fluorescentes, ya que proporcionan una iluminación difusa y ayudan a mantener el deslumbramiento reflejado a mínimo.

La iluminación de la recepción y de la sala de estar se debe equipar con mecanismos de encendido y de graduación para satisfacer los diferentes requerimientos del día y la noche. La flexibilidad en la iluminación es de particular importancia en al sala de estar, ya que permite una iluminación adecuada cuando se utiliza para distintas actividades, tales como reuniones, proyección de películas y fiestas

**Comedores y Bares:** La ingenuidad y la innovación son de capital importancia en el diseño de la iluminación para estas áreas. Se deben tener en cuenta dos fenómenos psicológicos básicos: los niveles altos de brillo estimulan la actividad y el movimiento, mientras que los niveles bajos fomentan la relajación, la reflexión y el romance.

**Cafeterías, Bares y Confiteras:** En áreas como estas, donde la comida y la administración se basan en un servicio rápido y en un recambio constante de clientes, se requiere una iluminación bastante uniforme de varios cientos de lux para dar una sensación de economía y eficiencia.

**Salones de Fiestas y Restaurantes:** Aquí, especialmente en un restaurante, cuando el objetivo es crear una atmósfera íntima y nocturna, la iluminación

general se debe mantener bastante baja (con un mínimo de 50 lux), pero con aumentos locales en las mesas proporcionados por spot o velas que produzcan centelleo.

La iluminación acentuada se puede utilizar con buen resultado para destacar rasgos especiales como cuadros, o alguna particularidad de la arquitectura.

La caja, los puntos en los que se sirve y en donde están los mozos deben recibir un refuerzo de 300 lux.

En lugares donde se realizan actuaciones o show, se deben tomar las precauciones necesarias para que se pueda utilizar un equipo de iluminación de escenarios. Se deben proveer tomas para la iluminación local para exhibiciones en áreas en las que estas se puedan llevar a cabo.

**Habitaciones:** Para lograr una atmósfera atractiva y cómoda se necesitan, por lo general, equipos de iluminación variados, decorativos en apariencia así como también en efecto.

La iluminación de la habitación de un hotel debe estar proporcionada por una iluminación general que provenga de luminarias montadas en el cielorraso o en las paredes, o por una iluminación rasante a las cortinas con lámparas fluorescente, junto con una iluminación de cabecera. En habitaciones en las que hay un escritorio, se debe contar con una iluminación de mesa adecuada. Debe haber una luminaria portátil de pie o de mesa disponible para la lectura.

La iluminación de cabecera debe proporcionar suficiente luz para poder leer sin molestar a otro ocupante de la habitación. Las lámparas de mesa de luz son en general la solución preferida, pero ocupan un lugar valioso y se arruinan con facilidad. Las lámparas con brazos, si se utilizan, deben estar montadas a una altura suficiente como para que una persona se pueda sentar en la cama sin problema.

En el baño, la iluminación general se combina con la iluminación del espejo. Solo se deben utilizar lámparas con buen rendimiento de color. Se debe tener en cuenta que las lámparas lineales colocadas verticalmente a cada lado del espejo distribuyen luz mejor que en los sistemas clásicos de luces arriba del espejo.

**Pasillos y Escaleras:** Los hoteles tienen en general pasillos bastantes largos en los pisos de las habitaciones situados en la parte interna del edificio y por lo tanto fuera del alcance de las fuentes de luz natural. Con el fin de ahorrar en

gastos de corriente, aquí se recomienda el uso de lámparas fluorescentes, con luminarias en el cielorraso o en apliques en las paredes adyacentes a cada puerta. La iluminancia durante el día debe ser al menos de 150 lux, mientras que durante el atardecer y la noche, la mitad de este nivel será suficiente.

La disposición de iluminación piloto para toda la noche y de iluminación de emergencia también será necesaria tanto en los pasillos como en las escaleras, especialmente en aquellos que conducen a las salidas de incendio.

**Áreas de Servicio:** A diferencia de las áreas tratadas arriba, donde la atmósfera y el estilo son de capital importancia, las áreas de servicio requieren por sobre todas las cosas iluminación de alta calidad para el trabajo. El acento se debe poner en proporcionar un nivel de iluminación uniforme de alrededor de 50 lux, con buen rendimiento de color (de especial importancia en cocinas, donde una buena discriminación de los colores es especial)

### **2.3 Caracterización del sistema de alumbrado actual del Hotel.**

Tipos de luminarias existentes en la instalación hotelera y sus características técnicas.

Dentro de la gran variedad de los tipos de luminarias que se encuentran distribuidos por toda la instalación encontramos las Cobras, Indalux, entre otras, en este capítulo se abordará acerca de sus características técnicas actuales, para así tener una idea de cómo se encuentra los niveles de iluminación y de ahí realizar el estudio para la mejora de este si es necesario.

#### **Luminarias tipo Cobra Head:**

La Luminaria Cobra Head (figura 2.1) es apta para utilizar en Vías y avenidas principales, calles residenciales, áreas de Almacenamiento, Grandes Parqueaderos abiertos, Parques Bulevares, Periféricos y Exhibiciones exteriores. Esta fabricada bajo las normas internacionales: ISO 9002 certificado de fabricación de luminarias.



Figura 2.1

Su diseño óptico permite obtener diferentes clasificaciones y excelentes niveles de luminancia, uniformidades y control de deslumbramiento. La luminaria puede ser suministrada con los siguientes tipos de refractores:

Boro silicato prismático

Vidrio liso plano templado

Acrílicos prismáticos con protección UV

Poli carbonato prismático con protección UV

LAMPARAS /BALASTOS

Sodio Alta Presión: 250 Watts

Voltaje: 220 V

Balasto: Reactor

### Luminarias tipo INDALUX LECOSO 650, 652:

Proyectores para exteriores e interiores de apertura rectangular (figura 2.2), con alojamiento de equipo eléctrico y modelo 652 sin alojamiento de equipo. Disponible con tres tipos de reflectores que abarcan todas las posibles utilidades, potencias y tipos de lámparas de 2000 W. Ideal para instalaciones industriales o deportivas de gran envergadura o que se realizan a altura elevada.



Figura 2.2

Datos técnicos:

Carcasa en perfil obstruido de aluminio, con acabado de pintura poliéster en color gris de alta estabilidad a las agresiones químicas exteriores.

Reflectores en chapa de aluminio anodizado de alto rendimiento. En los modelos con alojamiento de equipo se dispone de versión concentradora y dispersora.

Bandeja de equipamiento eléctrico de acero galvanizado, de fácil extracción para conexionado y revisión.

Vidrio de cierre templado, con junta hermética y cierres rápidos de un cuarto de vuelta que facilitan el mantenimiento.

Lira de orientación en acero galvanizado, que se fija directamente a la carcasa.

Dispone de limbo graduado para una orientación más sencilla y precisa.

**Tabla 2.1** Características técnicas (lámparas).

Modelo	Lamp(w)	L	A	H	B	Kg	SVm <sup>2</sup>
650-LRX-T	250 s.a.p.tub.	790	235	840	680	28.000	0,469
	250 H.M.tub					38.000	
						38.000	
650-LRX-td	250 s.a.p.tub	790	235	840	680	28.000	0,469
	250 H.M.tub					38.000	
						38.000	
652-LXT	250 H.M	790	295	840	680	28.000	0,462

Sv- superficie al viento.

**Categoría: Luminarias [INDALUX ILUMINACIÓN TÉCNICA](#).**

Proyector estanco sin alojamiento de equipo (figura 2.3), con dos tipos posibles de reflector diseñados para obtener el máximo rendimiento, utilizando lámpara de sodio alta presión (S) de 250 W o halogenuros metálicos (HM) 250 W, 220 V.



Figura 2.3

Características:

Formado por una carcasa y tapa abatible en aleación ligera, con acabado en color gris. Ambos componentes se cierran mediante una palanca que permite el acceso a la lámpara sin necesidad de herramientas.

Reflector en aluminio de alta pureza, anodizado. Cierre de vidrio sodio-cálcico templado y serigrafiado de 4 mm.

Caja de conexiones en poli carbonato inyectado, que incorpora el arrancador electrónico de tipo independiente.

Lira de fijación y orientación en pletina de acero galvanizada.

Vibración 8Hz/108h.

Suministro sin lámpara.

Aplicaciones: Áreas industriales, deportivo, monumental...

**Categoría: Luminarias : [INDALUX ILUMINACIÓN TÉCNICA](#).**

Proyector de marcado carácter polivalente 600-IZX-C (figura 2.4), para la iluminación de instalaciones tanto exteriores como interiores, donde sean requeridos un diseño compacto y su integración en el entorno, un elevado índice de protección y una alta calidad de materiales.



Figura 2.4

Datos técnicos:

Carcasa y tapa de aleación ligera inyectada con acabado de alta estabilidad frente agentes exteriores.

Reflectores en aluminio anodizado concentrador y simétrico con deflector de flujo antideslumbrante.

Vidrio templado sellado a la tapa de cierre, de fácil apertura.

Lira de perfil extraído de aluminio de alta resistencia y limbo graduado para una orientación más sencilla y precisa.

Bandeja de sujeción de equipos eléctricos disponible en chapa de acero galvanizado y en material termoplástico.

Accesorio:

Rejilla antideslumbrante 1,300Kg.

**Tabla 2.2** Características técnicas de lámparas.

Modelo	Lám W	L	A	H	B	Kg	Sv m <sup>2</sup>
650-IZX-C	250 S.A.P tub	435	175	600	150	12,675	0,23
	250 HM tub					12,675	

Sv: superficie al viento

**Categoría: Luminarias : [INDALUX ILUMINACIÓN TÉCNICA.](#)**

Proyector de tipo cónico con reflector simétrico (figura 2.5) y sin alojamiento de equipo, de gran rendimiento y baja dispersión en todo tipo de instalaciones. Potencia y tipo de lámparas de 250w en alumbrados de grandes áreas, instalaciones deportivas, y toda clase de instalaciones industriales.



Figura 2.5

El proyector incluye dispositivo de seguridad para operación de mantenimiento.

Datos técnicos:

Cuerpo de reflector de aluminio anodizado, de alta estabilidad a las agresiones químicas exteriores.

Vidrio de cierre templado, sellado con junta hermética de EPDM al reflector con aro de apriete y grapas de seguridad en acero inoxidable.

Acoplamiento de aleación ligera inyectada pintada en negro mate, que alberga el conjunto de portalámparas E-40 de alta resistencia térmica. Dispositivo interno de enfoque de lámpara y caja de conexiones con clema múltiple.

Lira de orientación en acero galvanizado, que se fija directamente.

Dispone de limbo graduado para una orientación más sencilla y precisa.

La revisión y cambio de lámparas se efectúa por la parte posterior al acoplamiento, lo que facilita el mantenimiento.

Accesorios:

Disponen de soporte giratorio en aluminio fundido para fijación a poste y de conjunto giratorio (base mas soporte) para fijación sobre plano horizontal o vertical.

**Tabla 2.3** Características técnicas de las Lámparas.

Modelo	Lámp W	L	H	Ø	Kg.	SV m <sup>2</sup>
327 PRX	250 S.A.P	402	600	485	6.500	0,185

Nota: cuando no se indique tipo de lámpara esta puede ser bulbo o tubular.

Sv: superficie al viento.

Categoría: Luminarias :

**Proyectores con carcasa en aleación ligera inyectada de color negro** (figura 2.6), para lámparas halógenas, de gran versatilidad en cualquier tipo de instalaciones.



Figura 2.6

Permite su utilización en interiores y exteriores, mediante lira de orientación, en fachadas, zonas deportivas y de vigilancia sorpresiva.

Disponibles en potencia de hasta 1500 W lo que asegura su adaptación a cualquier tipo de requerimiento.

**Tabla 2.4** Características Técnicas de las Lámparas.

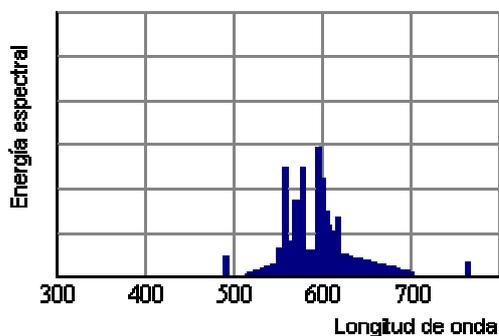
Modelo	Lámp W	L	A	H	S	Kg	Sv m <sup>2</sup>
500-IPD	250 VSAP	210	140	260	68	1,230	0,20

### **Tipos de lámparas existentes en la instalación hotelera y sus características técnicas.**

Dentro de la gran variedad de los tipos de lámparas que se encuentran distribuidos por toda la instalación encontramos las lámparas de vapor de sodio a alta presión:

#### **Lámparas de vapor de sodio a alta presión.**

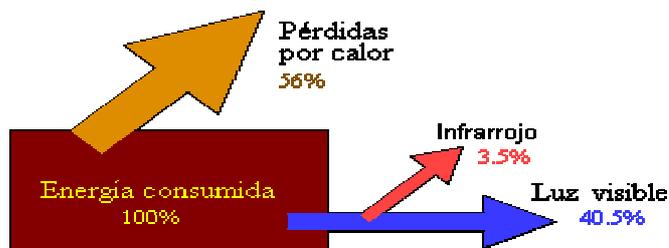
Las lámparas de vapor de sodio a alta presión tienen una distribución espectral que abarca casi todo el espectro visible proporcionando una luz blanca dorada mucho más agradable que la proporcionada por las lámparas de baja presión.



**Figura 2.7** Espectro de una lámpara de vapor de sodio a alta presión.

Las consecuencias de esto es que tienen un rendimiento en color ( $T_{color}=2100\text{ K}$ ) y capacidad para reproducir los colores mucho mejores que la de las lámparas a baja presión ( $IRC = 25$ , aunque hay modelos de 65 y 80).

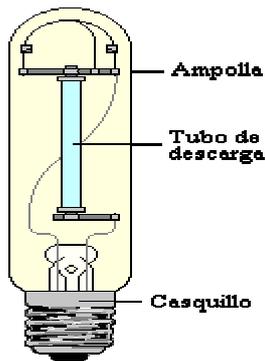
No obstante, esto se consigue a base de sacrificar eficacia; aunque su valor que ronda los  $130\text{ lm/W}$  sigue siendo un valor alto comparado con los de otros tipos de lámparas.



**Figura 2.8** Balance energético de una lámpara de vapor de sodio a alta presión.

La vida media de este tipo de lámparas ronda las 20000 horas y su vida útil entre 8000 y 12000 horas. Entre las causas que limitan la duración de la lámpara, además de mencionar la depreciación del flujo tenemos que hablar del fallo por fugas en el tubo de descarga y del incremento progresivo de la tensión de encendido necesaria hasta niveles que impiden su correcto funcionamiento.

Las condiciones de funcionamiento son muy exigentes debido a las altas temperaturas ( $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), la presión y las agresiones químicas producidas por el sodio que debe soportar el tubo de descarga. En su interior hay una mezcla de sodio, vapor de mercurio que actúa como amortiguador de la descarga y xenón que sirve para facilitar el arranque y reducir las pérdidas térmicas. El tubo está rodeado por una ampolla en la que se ha hecho el vacío. La tensión de encendido de estas lámparas es muy elevada y su tiempo de arranque es muy breve.

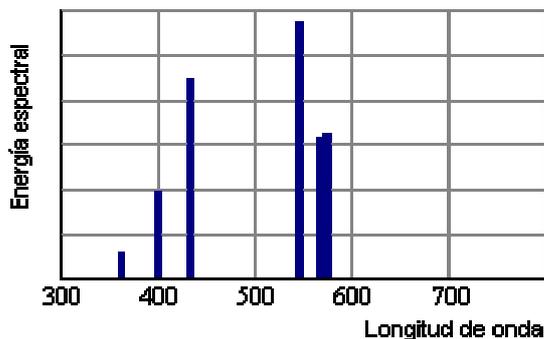


**Figura 2.9** Lámpara de vapor de sodio a alta presión.

Este tipo de lámparas tienen muchos usos posibles tanto en iluminación de interiores como de exteriores. Algunos ejemplos son en iluminación de naves industriales, alumbrado público o iluminación decorativa.

### **Lámparas de vapor de mercurio a alta presión**

A medida que aumentamos la presión del vapor de mercurio en el interior del tubo de descarga, la radiación ultravioleta característica de la lámpara a baja presión pierde importancia respecto a las emisiones en la zona visible (violeta de 404.7 NM, azul 435.8 NM, verde 546.1 NM y amarillo 579 NM).



**Figura 2.10** Espectro de emisión sin corregir.

En estas condiciones la luz emitida, de color azul verdoso, no contiene radiaciones rojas. Para resolver este problema se acostumbra a añadir sustancias fluorescentes que emitan en esta zona del espectro. De esta manera se mejoran las características cromáticas de la lámpara. La temperatura de color se mueve entre 3500 y 4500 K con índices de rendimiento en color de 40 a 45 normalmente. La vida útil, teniendo en cuenta la depreciación se establece en unas 8000 horas. La eficacia oscila entre 40 y 60 lm/W y aumenta con la potencia, aunque para una misma potencia es posible

incrementar la eficacia añadiendo un recubrimiento de polvos fosforescentes que conviertan la luz ultravioleta en visible.

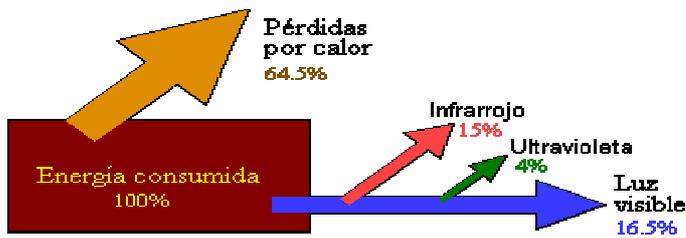


Figura 2.11 Balance energético de una lámpara de mercurio a alta presión.

Los modelos más habituales de estas lámparas tienen una tensión de encendido entre 150 y 180 V que permite conectarlas a la red de 220 V sin necesidad de elementos auxiliares. Para encenderlas se recurre a un electrodo auxiliar próximo a uno de los electrodos principales que ioniza el gas inerte contenido en el tubo y facilita el inicio de la descarga entre los electrodos principales. A continuación se inicia un periodo transitorio de unos cuatro minutos, caracterizado porque la luz pasa de un tono violeta a blanco azulado, en el que se produce la vaporización del mercurio y un incremento progresivo de la presión del vapor y el flujo luminoso hasta alcanzar los valores normales. Si en estos momentos se apagara la lámpara no sería posible su reencendido hasta que se enfriara, puesto que la alta presión del mercurio haría necesaria una tensión de ruptura muy alta.

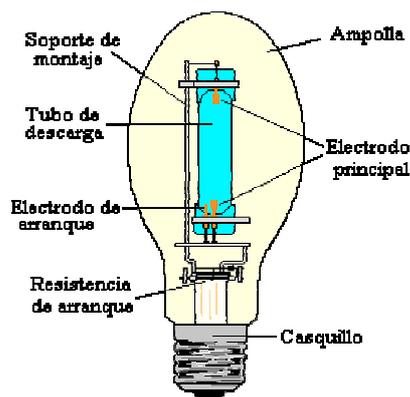


Figura 2.12 Lámpara de mercurio a alta presión

### Lámparas fluorescentes.

Estas lámparas son de descarga de mercurio a baja presión funcionan así: en un tubo de vidrio se produce una descarga entre dos electrodos a través de vapor de mercurio, emitiéndose una radiación ultravioleta invisible. Recubriendo el interior del tubo con polvo fluorescente la radiación ultravioleta

se convierte en luz visible. Utilizando diferentes composiciones del polvo fluorescente se puede variar el tono de luz. Un balasto proporciona la corriente adecuada.

**Características del funcionamiento:** Funcionan con cebador o con modernos equipos de conexión electrónicos como por ejemplo: QUICKTRONIC DE LUXE. Si se utiliza cebador-balasto valen los mismos balastos que los utilizados para las fluorescentes convencionales y también los condensadores de compensación.

**Las características de las luminarias son:**

**Características constructivas**

- Grado de protección: **IP20**.
- Grado de aislamiento: **Clase I**
- Reflector construido en chapa de acero doblada protegido contra la oxidación mediante fosfotación y posterior pintado, secado de estufa.
- Capuchón de alojamiento del equipo de chapa de acero embutida con idéntico tratamiento de acabado que el reflector.
- Los modelos m corresponden a pantallas cableadas incluidos los portalámparas montados (sin reactancia ni cebador).
- Los modelos 2 corresponden a pantallas totalmente equipadas y conexas para un atención de 110 y 220 v
- Portalámpara recambio f-347.

**Datos de la luminaria:**

Código: F-261-M

Potencia: 2\*40 Watt

Peso: 3.5 Kg.

Longitud: 1280

Flujo luminoso: 3000 Lm.

Posición de funcionamiento: cualquiera

Equipo eléctrico: reactancia + cebador.

(Anexo # 1).

**Bombillos ahorradores:**

Los bombillos ahorradores generan la luz por el mismo principio que las lámparas fluorescentes.

**Aplicación en el hogar:** luminarias pequeñas especialmente en luminarias de pared y techo plano así como en luminarias de mesa y de pie. En cualquier rincón del hogar y especialmente allí donde se quiera mantener una luz duradera y rentable

**Aplicación en la industria:** bares, hoteles, vestíbulos, oficinas, pasillos, etc. Allí en donde se necesite prolongar los intervalos de reposición

**Datos de la luminaria:**

Portalámpara: E-27

Potencia: 11 Watt

Flujo luminoso: 600 Lm.

Posición de funcionamiento: cualquiera

Equipo eléctrico: reactancia electrónica incorporada.

(Anexo # 2).

## **2.4 Descripción de las instalaciones de alumbrado actual del Hotel.**

### **Descripción de las instalaciones actuales del alumbrado exterior.**

Las áreas exteriores de la instalación hotelera presentan un total de 29 lámparas, ubicadas en las calles, áreas exteriores e instalaciones deportivas de estas lámparas 16 son de vapor de mercurio y 13 de vapor de sodio cuya potencia de estas son de 250 W.

**Tabla 2.5** Relación de lámparas ubicadas en el exterior.

Instalación	# de lámparas	# de luminarias	Potencia(W)
Cancha de baloncesto	1 VM	1	250
Cancha de voleibol	1 VM	1	250
Patio exterior	3 VM	3	750
Calle de servicio	11 VM	11	2750
Parqueo nacional	2 VSAP	2	500
Parqueo de extranjeros	2 VSAP	2	500
Calle de salida	2 VSAP	2	500
Parqueo de servicio	1 VSAP	1	250
Calle de entrada	2 VSAP	2	500
Piscina	4 VSAP	4	1000

Vm---vapor de mercurio  
presión

VSAP----vapor de sodio a alta

Los resultados demuestran que existen zonas sin iluminación, o sea que no hay uniformidad en la distribución de las luminarias en toda la instalación, encontrándose algunas con mayor iluminación que otras, esto trae consigo afectaciones al confort y seguridad de los trabajadores de la instalación y de sus huéspedes. La mala uniformidad también afecta al medio ambiente y de manera especial al hombre, provocando deslumbramiento en los puestos de

trabajo, la relación de brillo emitido por las lámparas puede no ser adecuado y la difusión de la luz es otro de los factores que pueden influir de forma negativa.

### Descripción de las instalaciones actuales de alumbrado interior.

El alumbrado interior de la instalación cuenta con 824 lámparas, de estas lámparas 680

son bombillos ahorradores y 144 lámparas fluorescentes, cuyas potencias de estas son

40 W y 11 W respectivamente, distribuidas por los diferentes locales como se muestran en

la tabla 2.6, 2.7, 2.8 y 2.9 respectivamente.

**Tabla 2.6** Relación de lámparas y luminarias ubicadas en el interior del nivel # 1.

Locales	# de lámparas	# de luminarias	Potencia(W)
<b>Habitación 101----111</b>			
Cuarto	3 BH	3	363
Baño	1 BH	1	121
<b>Habitación 112 (Suite)</b>			
Cuarto 1	4 LF	2	160
Cuarto 2	4 LF	2	160
Sala	4 LF	2	160
Baño	1 BH	1	11
Recibidor	1 BH	1	11
Pasillo de la 101—112	6 BH	6	66
Lobby de la 101---128	3 BH	3	33
<b>Habitación 113—127</b>			
Cuarto	3 BH	3	495
Baño	1 BH	1	165
<b>Habitación 128(Suite)</b>			
Cuarto 1	4 LF	2	160
Cuarto 2	4 LF	2	160
Sala	4 LF	2	160
Baño	1 BH	1	11
Recibidor	1 BH	1	11

Pasillo de la 113—128	8 BH	8	88
Escalera del nivel # 1	1 BH	1	11
Oficina ama de llaves	2 LF	1	80
Oficina PCC	2 LF	1	80
Sala de juegos	4 LF	2	160
Bar---piscina	15 BH	15	165
Cafetería	10 BH Y 2 LF	11	190

BH—Bombillo ahorrador

LF---Lámpara fluorescente

**Tabla 2.7** Relación de lámparas y luminarias ubicadas en el interior del nivel # 2.

Locales	# de lámparas	# de luminarias	Potencia(W)
<b>Habitación 201----211</b>			
Cuarto	3 BH	3	363
Baño	1 BH	1	121
<b>Oficina de CubaCell</b>			
Oficina 1	4 LF	2	160
Oficina 2	4 LF	2	160
Recepción	4 LF	2	160
Baño	1 BH	1	11
Recibidor	1 BH	1	11
Pasillo de la 201—211	6 BH	6	66
Lobby de la 201---228	3 BH	3	33
<b>Habitación 213—227</b>			
Cuarto	3 BH	3	495
Baño	1 BH	1	165
<b>Habitación 228(Suite)</b>			
Cuarto 1	4 LF	2	160
Cuarto 2	4 LF	2	160
Sala	4 LF	2	160
Baño	1 BH	1	11

Recibidor	1 BH	1	11
Pasillo de la 213—228	8 BH	8	88
Oficina de Transtur	2 LF	1	80
Pasillo hall de entrada	1 BH	1	11
Baño 1	1 BH	1	11
Baño 2	1 BH	1	11
Carpeta	2 BH	2	22
Oficina de carpeta	4 LF	2	160
Lobby principal	7 BH	7	77
Hall de entrada	7 BH	7	77
Tienda	3 LF	7	120
Oficina de economía	5 LF	3	200
Oficina de informática	1 LF	1	40
<b>Cabaña 1—28</b>			
Cuarto	3 BH	3	924
Baño	1 BH	1	308
Lobby de cabaña	6 LF	3	240
Pasillo 1—28	4 LF	2	160
Escalera del nivel # 2	1 BH	1	11

BH—Bombillo ahorrador

LF---Lámpara fluorescente

**Tabla 2.8** Relación de lámparas y luminarias ubicadas en el interior del nivel # 3

Locales	# de lámparas	# de luminarias	Potencia(W)
<b>Habitación 301----311</b>			
Cuarto	3 BH	3	363
Baño	1 BH	1	121
<b>Habitación 312(Suite)</b>			
Cuarto 1	4 LF	2	160
Cuarto 2	4 LF	2	160
Sala	4 LF	2	160

Baño	1 BH	1	11
Recibidor	1 BH	1	11
Pasillo de la 301—312	6 BH	6	66
Lobby de la 301---328	3 BH	3	33
<b>Habitación 313—327</b>			
Cuarto	3 BH	3	495
Baño	1 BH	1	165
<b>Habitación 328(Suite)</b>			
Cuarto 1	4 LF	2	160
Cuarto 2	4 LF	2	160
Sala	4 LF	2	160
Baño	1 BH	1	11
Recibidor	1 BH	1	11
Pasillo de la 313—328	8 BH	8	88
<b>Oficina de Gerente</b>			
Recepción	2 LF	1	80
oficina	2LF	1	80
Restaurante	12 BH	12	132
Cocina	7LH	4	280
Bar	8 BH	8	88
Almacén del bar	2 LF	1	80
Escalera del nivel # 3	1BH	1	11

BH—Bombillo ahorrador

LF---Lámpara fluorescente

**Tabla 2.9** Relación de lámparas y luminarias ubicadas en el interior del nivel # 4

Locales	#de lámparas	# de luminarias	Potencia(W)
<b>Habitación 401----411</b>			
Cuarto	3 BH	3	363
Baño	1 BH	1	121
<b>Habitación 412(Suite)</b>			

Cuarto 1	4 LF	2	160
Cuarto 2	4 LF	2	160
Sala	4 LF	2	160
Baño	1 BH	1	11
Recibidor	1 BH	1	11
Pasillo de la 401—412	6 BH	6	66
Lobby de la 401---428	3 BH	3	33
<b>Habitación 413—427</b>			
Cuarto	3 BH	3	495
Baño	1 BH	1	165
<b>Habitación 428(Suite)</b>			
Cuarto 1	4 LF	2	160
Cuarto 2	4 LF	2	160
Sala	4 LF	2	160
Baño	1 BH	1	11
Recibidor	1 BH	1	11
Pasillo de la 413—428	8 BH	8	88
Escalera del piso # 4	1BH	1	11

BH—Bombillo ahorrador

LF---Lámpara fluorescente

En los resultados de las tablas anteriores se demuestra que en los locales interiores existen lámparas y bombillos en la mayoría de los locales, pero la cantidad no satisface las necesidades de los trabajadores y huéspedes de la instalación, esto trae consigo las molestias que puede provocar la poca o demasiada iluminación, según el caso, para estos puestos.

## **2.5 Procedimientos para realizar las mediciones.**

Para realizar las mediciones se tuvieron en cuenta los siguientes requisitos.

- La superficie de ensayo se colocó la más cerca posible del plano de trabajo.
- Cuando no tuvimos una superficie de trabajo especificada se tomaron lecturas en el plano horizontal a unos 75 cm. sobre el nivel del suelo.
- Se realizaron varias lecturas para poder obtener el valor medio, y evitar la introducción de errores.

### **Mediciones de los niveles medios de iluminación (lux)**

Las mediciones de lux se realizaron durante un período de dos meses aproximadamente, en el interior y exterior de los locales que presenta la instalación hotelera, el trabajo se realizó con una frecuencia de tres veces por semana, para un total de 24 mediciones por puntos de muestreo. A estos valores obtenidos se les calculó el valor medio y con el resultado se trabajó en el cálculo.

Para lograr la representatividad del trabajo experimental se obtuvo el valor medio, el cual se comprobó a través de un análisis estadístico previo que demostró que los valores de la media y de la moda indicaban una distribución normal o gaussiana de la población de datos.

### **Selección de los puntos de medición.**

Los puntos donde se realizaron las mediciones se seleccionaron teniendo en cuenta todos los lugares de trabajo de la instalación que requieren de una buena iluminación. Fueron un total de 42, de ellos 32 en el interior y 10 en el exterior.

### **Descripción del equipamiento de medición.**

La medición se realizó con un Luxómetro PU-150 que es un instrumento portátil designado para la práctica en mediciones de iluminación en empresas industriales y otros trabajos, este equipo registra fácilmente los valores medidos y opera a un límite de temperatura de -10 a 40 grados Celsius.

Los resultados se muestran en la tabla 2.10, 2.11, 2.12, 2.13, y 2.14 se representó un valor medio del total de mediciones realizadas por punto de muestreo:

**Tabla 2.10** Resultados de las mediciones de lux y de las características físicas de las áreas exteriores de la instalación.

Instalación	Largo	Ancho	$E_{med}$ Actual(lux)
Cancha de baloncesto	28	12	12
Cancha de voleibol	28	12	12
Patio exterior	200	40	2
Calle de servicio	350	6	8
Parqueo nacional	60	40	5
Parqueo de extranjeros	60	40	5
Calle de salida	150	6	2
Parqueo de servicio	20	20	16
Calle de entrada	150	6	2
Piscina	35	20	37

**Tabla 2.11** Resultados de las mediciones de lux y de las características físicas de los locales interiores del nivel 1 de la instalación.

Locales	Largo	Ancho	Altura	E <sub>med</sub> Actual(lux)
<b>Habitación 101----111</b>				
Cuarto	8.20	2.90	2.60	34
Baño	2.10	1.10	2.60	47
<b>Habitación 112 (Suite)</b>				
Cuarto 1	8.20	3.80	2.60	117
Cuarto 2	4.30	3.20	2.60	126
Sala	8.00	2.40	2.60	100
Baño	2.10	1.10	2.60	47
Recibidor	2.80	1.87	2.60	42
Pasillo de la 101— 112	45.00	2.10	2.60	17
Lobby de la 101--- 128	12	5.20	2.60	17
<b>Habitación 113—127</b>				
Cuarto	8.20	2.90	2.60	34
Baño	2.10	1.10	2.60	47
<b>Habitación 128(Suite)</b>				
Cuarto 1	8.20	3.80	2.60	117
Cuarto 2	4.30	3.20	2.60	126
Sala	8.00	2.40	2.60	100
Baño	2.10	1.10	2.60	47
Recibidor	2.80	1.87	2.60	42
Pasillo de la 113— 128	48	2.10	2.60	30
Escalara del nivel # 1	2.10	1.10	2.60	47
Oficina ama de llaves	6	6	2.60	50
Oficina PCC	6	6	2.60	50
Sala de juegos	10	6	2.60	90
Bar---piscina	10	6	2.60	68
Cafetería	10	6	2.60	61

**Tabla 2.12** Resultados de las mediciones de lux y de las características físicas de los locales interiores del nivel 2 de la instalación.

Locales	Largo	Ancho	Altura	$E_{med}$ Actual(lux)
---------	-------	-------	--------	-----------------------

<b>Habitación 201----211</b>				
Cuarto	8.20	2.90	2.60	34
Baño	2.10	1.10	2.60	47
<b>Oficina de CubaCell</b>				
Oficina 1	8.20	3.80	2.60	117
Oficina 2	4.30	3.20	2.60	126
Recepción	8.00	2.40	2.60	100
Baño	2.10	1.10	2.60	47
Recibidor	2.80	1.87	2.60	42
Pasillo de la 201-- 211	45.00	2.10	2.60	17
Lobby de la 201-- 228	12	5.20	2.60	17
<b>Habitación 213—227</b>				
Cuarto	8.20	2.90	2.60	34
Baño	2.10	1.10	2.60	47
<b>Habitación 228(Suite)</b>				
Cuarto 1	8.20	3.80	2.60	117
Cuarto 2	4.30	3.20	2.60	126
Sala	8.00	2.40	2.60	100
Baño	2.10	1.10	2.60	47
Recibidor	2.80	1.87	2.60	42
Pasillo de la 213- 228	48	2.10	2.60	30
Oficina de Transtur	2.60	2.00	2.60	184
Pasillo hall de entrada	4.20	1.40	2.60	46
Baño 1	2.70	2.10	2.60	47
Baño 2	2.70	2.10	2.60	47

Carpeta	4.00	2.40	2.60	57
Oficina de carpeta	4.00	4.00	2.60	120
Lobby principal	10.50	16.50	2.60	14
Hall de entrada	30.00	2.50	2.60	33
Tienda	7.50	6.00	2.60	91
Oficina de economía	6.70	2.90	2.60	123
Oficina de informática	3.50	2.90	2.60	45
<b>Cabaña 1—28</b>				
Cuarto	8.00	2.90	2.60	46
Baño	2.40	1.40	2.60	47
Lobby de cabaña	12.00	5.00	2.60	46
Pasillo 1—28	30.00	2.5	2.60	26
Escalera del nivel #2	2.10	1.10	2.60	47

**Tabla 2.13** Resultados de las mediciones de lux y de las características físicas de los locales interiores del nivel 3 de la instalación.

Locales	Largo	Ancho	Altura	$E_{med}$ Actual(lux)
<b>Habitación 301----311</b>				
Cuarto	8.20	2.90	2.60	34
Baño	2.10	1.10	2.60	47
<b>Habitación 312(Suite)</b>				
Cuarto 1	8.20	3.80	2.60	117
Cuarto 2	4.30	3.20	2.60	126
Sala	8.00	2.40	2.60	100
Baño	2.10	1.10	2.60	47
Recibidor	2.80	1.87	2.60	42
Pasillo de la 301— 312	45.00	2.10	2.60	17

Lobby de la 301--- 328	12	5.20	2.60	17
<b>Habitación 313—327</b>				
Cuarto	8.20	2.90	2.60	34
Baño	2.10	1.10	2.60	47
<b>Habitación 328(Suite)</b>				
Cuarto 1	8.20	3.80	2.60	117
Cuarto 2	4.30	3.20	2.60	126
Sala	8.00	2.40	2.60	100
Baño	2.10	1.10	2.60	47
Recibidor	2.80	1.87	2.60	42
Pasillo de la 313— 328	48	2.10	2.60	30
<b>Oficina del gerente</b>				
Recepción	6.00	3.00	2.60	151
Oficina	6.00	3.00	2.60	151
Restaurante	15	10.5	2.60	20
Cocina	10	15	2.60	12
Bar	6	7.50	2.60	51
Almacén del bar	4	2	2.60	120
Escalera del nivel # 3	2.10	1.10	2.60	47

**Tabla 2.14** Resultados de las mediciones de lux y de las características físicas de los locales interiores del nivel 4 de la instalación.

Locales	Largo	Ancho	Altura	$E_{medActual}(lux)$
<b>Habitación 401----411</b>				
Cuarto	8.20	2.90	2.60	34
Baño	2.10	1.10	2.60	47
<b>Habitación 412(Suite)</b>				
Cuarto 1	8.20	3.80	2.60	117

Cuarto 2	4.30	3.20	2.60	126
Sala	8.00	2.40	2.60	100
Baño	2.10	1.10	2.60	47
Recibidor	2.80	1.87	2.60	42
Pasillo de la 401-412	45.00	2.10	2.60	17
Lobby de la 401--428	12	5.20	2.60	17
<b>Habitación 413—427</b>				
Cuarto	8.20	2.90	2.60	34
Baño	2.10	1.10	2.60	47
<b>Habitación 428(Suite)</b>				
Cuarto 1	8.20	3.80	2.60	117
Cuarto 2	4.30	3.20	2.60	126
Sala	8.00	2.40	2.60	100
Baño	2.10	1.10	2.60	47
Recibidor	2.80	1.87	2.60	42
Pasillo de la 413—428	48	2.10	2.60	30
Escalera del nivel#4	2.10	1.10	2.60	47

$E_{med}$ Actual nivel medio de iluminación

Con los resultados obtenidos en las tablas anteriores por las mediciones realizadas en los distintos puntos de trabajo y descanso del hotel, se pudo comprobar que los niveles de iluminación en algunos lugares se comportan muy bajos en comparación con el valor establecido por el comité internacional de iluminación (C.I.E) ver tabla 2.15 esto se debe a la escasez de las lámparas y a la inadecuada distribución y selección de las mismas; por tal motivo proponemos un nuevo diseño de alumbrado, teniendo en cuenta las lámparas que ya existen en la instalación.

**Tabla 2.15** Niveles de iluminación recomendados por el C.I.E.

Locales	Nivel de iluminación(Lux)	Locales	Nivel de iluminación(Lux)
Cuarto	200	Tienda	300
Baño	200	Restaurante	300
Sala	200	Cocina	500
Recibidor	100	Almacén	150
Lobby	300	Cancha de baloncesto	100
Pasillos	150	Cancha de voleibol	100
Oficina	500	Piscina	100
Sala de juegos	500	Patio exterior	50
Bar	500	Calles expresas	10
Cafetería	500	Parqueo	50
Hall de entrada	300	Escalera	150
Carpeta	300	Archivos	150

**Principales problemas que afectan la eficiencia del sistema de alumbrado actual.**

Con el levantamiento realizado en el sistema de iluminación de la instalación hotelera, se comprobó que las mayores dificultades del mismo son:

- Muy bajos niveles de iluminación en todos los locales y en las áreas exteriores.
- La falta de luminarias completas (ausencia de pantallas protectoras, etc.)
- La falta de torres de alumbrado y/o la necesidad del mantenimiento de las existentes.
- La necesidad de restituir el conductor
- Falta de lámparas y sustitución de las rotas.

- En la mayoría de los casos la altura de las torres no es la adecuada en correspondencia con el flujo luminoso de las lámparas utilizadas.
- La disposición de las luminarias en algunos casos no es la más conveniente.
- El uso de diferentes tipos de lámparas y luminarias para una misma instalación.
- El ángulo de inclinación de los brazos fijados a las torres en conjunto con la mala selección de las luminarias provoca deslumbramiento y contaminación lumínica.
- La presencia de árboles cerca del tendido eléctrico de alimentación.
- La presencia de bombillos ahorradores introducen armónicos al sistema provocando perturbaciones en la red.

Por todas estas deficiencias encontradas, se puede afirmar que el sistema de alumbrado que presenta actualmente la instalación, carece de las condiciones necesarias para brindarles seguridad y confort a los huéspedes; y trabajadores que se encuentran en el hotel.

## **2.6 Validación del software Litestar 5.S3.**

Para la determinación de los niveles medios apoyándonos en las mediciones tomadas, se realizaron los cálculos mediante un software de iluminación llamado TROLL LITESTAR.5S3.

Para la comprobación de este software primeramente se realizaron los cálculos manualmente para varias áreas determinadas y luego se ejecutaron armándonos del recurso informático, al comprobar los resultados obtuvimos excelentes comprobaciones, a continuación se muestra la comprobación de un área tomada.

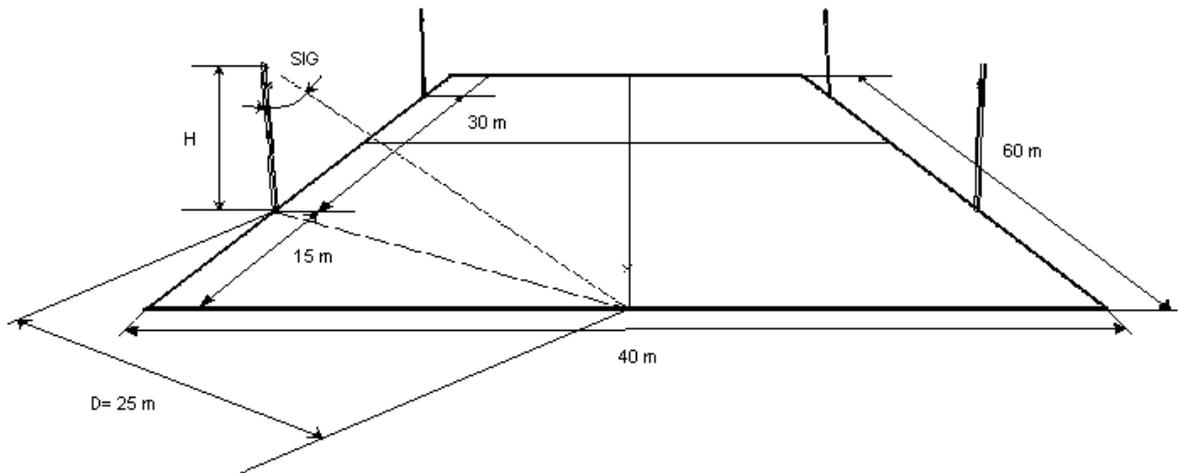
Se escogió una determinada zona con las características geométricas siguientes:

Ancho (a)= 40m

Largo (b)= 60m

Se determinó el montaje de los proyectores:

Teniendo en cuenta los datos del área se implantaron columnas con varios proyectores, considerando las dimensiones, podemos establecer la siguiente disposición de las columnas.



**Figura 2.13** Representación gráfica del parqueo.

Como podemos ver en el esquema, la distancia máxima que tiene que cubrir cada proyector es de 25m. Si tenemos en cuenta que la CIE establece que el ángulo máximo de inclinación (SIG) para evitar el deslumbramiento directo es de  $70^\circ$ , podemos establecer que la altura de montaje recomendada es:

$$H = D / \text{Tang } 70^\circ = 25 / 2,73 = 9\text{m.}$$

Una vez se ha realizado la disposición de columnas y se ha definido la altura de las mismas, procedemos con los cálculos.

Mediante la tabla 2.15 tenemos que para el tipo de actividad a desarrollar que escogimos para este caso (zonas de aparcamiento de instalaciones hoteleras), el nivel medio de iluminación  $E_{ms} = 50 \text{ lux}$ .

En este caso para iluminar se seleccionó el proyector modelo 400-IZA-RD con lámpara de 250 W s.a.p, tubular con una correspondencia de flujo luminoso  $\Phi = 25000 \text{ lm}$ .

Como el nivel establecido de 50 lux es en servicio al valor inicial hay que afectarle por un coeficiente de depreciación, para este caso se recomienda 0,75 (zonas de aparcamiento).

Mediante la fórmula fundamental de la iluminación podemos definir aproximadamente el número de proyectores que requiere una instalación.

$$E_{ms} = \Phi * N * \eta * C.B.U * f_m / S$$

(2.1)

En la cual:

$E_{ms}$  – (iluminación media en servicio) = 50 lux

$\Phi$  - (flujo luminoso unitario lámpara de 250 W .S.A.P. tubular) = 25000 lm

$N$  – (número de lámparas) = a determinar

$\eta$  - (rendimiento del proyector) = 66,6 %

CBU - (rendimiento de la instalación, estando entre 0,6 y 0,9 según C.I.E).

$f_m$  - (factor de mantenimiento) = 0.75

$S$  - (superficie a iluminar  $a*b$ ) = 2400 m<sup>2</sup>

Despejando obtenemos:

$$N = E_{ms} * S / \Phi * \eta * CBU * f_m$$

(2.2)

$$N = 50 * 2400 / 25000 * 0,66 * 0,60 * 0,75$$

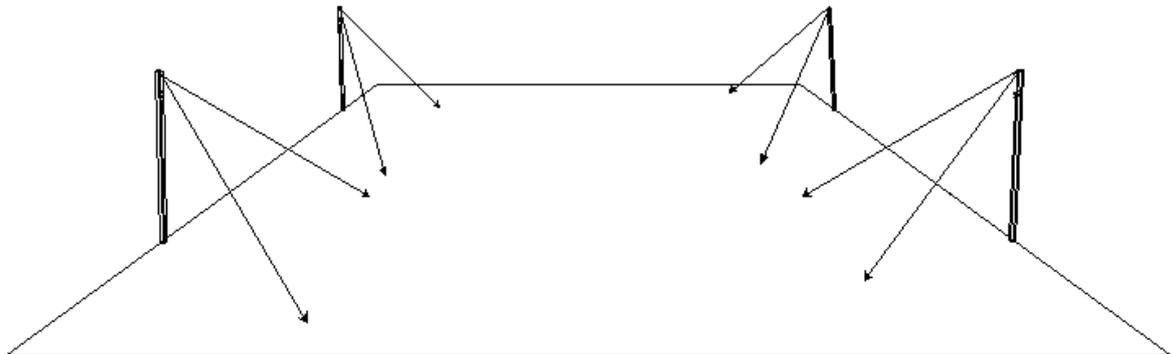
$$N = 16.16$$

El número de proyectores es:

$$N_1 = N / 1 = 16.16 / 1 = 16.16$$

Por distribución tomamos 16 proyectores.

Siendo la iluminación media en servicio obtenida de 50 lux.



**Figura 2.14** Incidencia de la iluminación en (lux) sobre el parqueo.

Luego pasamos a la realización del cálculo mediante el software, utilizando los mismos proyectores y lámparas, obteniendo los siguientes resultados:

$E_{mín} = 19$  lux

**$E_{ms} = 50$  lux**

$E_{máx} = 72$  lux

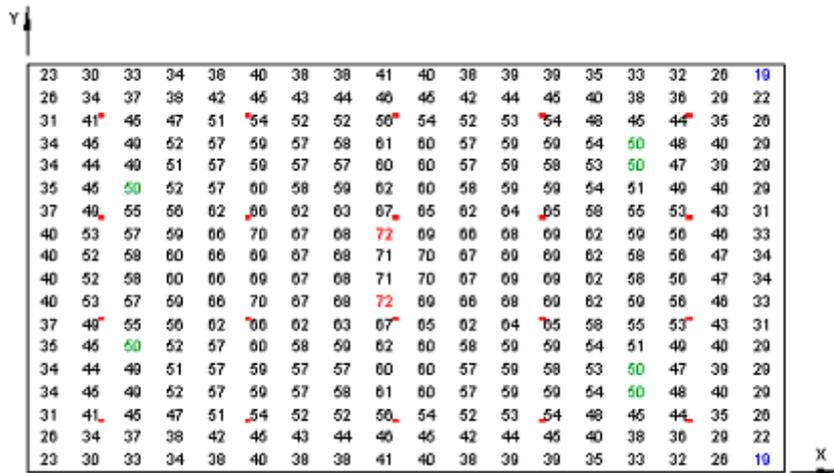


Figura 2.15 Distribución de los lux que llegan al parqueo

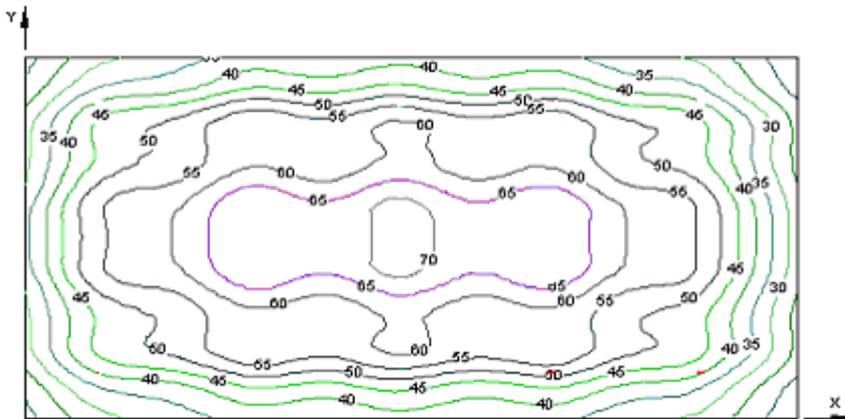


Figura 2.16 Diagrama isolux del parqueo.

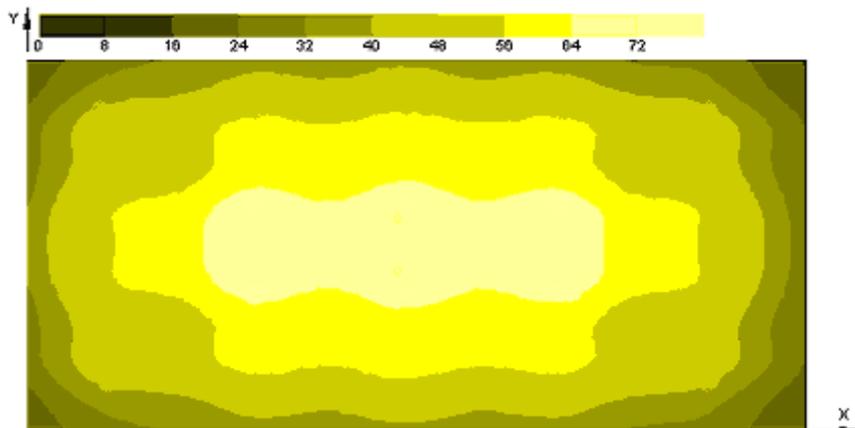
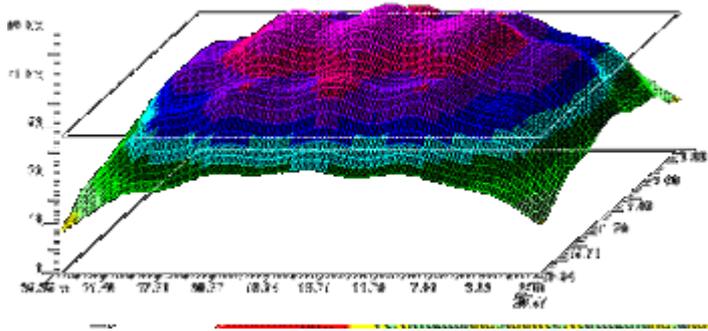


Figura 2.17 Proyección de los puntos de luz sobre el parqueo



**Figura 2.18** Gráfico tridimensional de los niveles de iluminación (lux) del parqueo.

Al comparar los resultados obtenidos del software con los derivados de los cálculos manualmente aproximados, podemos percatarnos que los resultados esperados son excelentes en cuanto al nivel de iluminación medio en servicio, ya teniendo estos conocimientos, podemos darle uso al sistema informático para la realización de los cálculos necesarios en el desarrollo del trabajo de diploma.

**Representación de los diagramas isolux del sistema de iluminación actual.**

Con los datos obtenidos a partir de las características físicas de las instalaciones, y la utilización del software Litestar 5.s3 se realiza un estudio de diversos locales para tener una referencia de los niveles de iluminación existentes así como con el objetivo de obtener los diagramas isolux.

**Representación de los niveles de iluminación.**

- **Cuarto 1 de la suite.**

Emín= 0 lux

Ems= 117 lux

Emáx= 406 lux

17	22	21	25	28	24	28	25	13	5	1	1
40	02	52	00	71	58	71	00	31	10	2	1
104	130	107	138	153	112	145	143	81	17	4	1
178	240	172	227	258	175	242	240	94	24	5	1
250	340	231	310	358	230	324	329	122	29	0	1
291	405	283	354	400	283	365	371	137	31	0	1
283	303	254	338	387	245	341	347	130	30	0	1
232	322	210	273	310	201	270	270	104	25	5	1
158	212	148	181	201	137	177	174	71	19	4	1
87	114	83	90	105	78	92	87	40	12	3	1
37	47	38	42	44	35	39	34	17	6	2	1
13	10	15	10	15	13	14	12	7	3	1	0

**Figura 2.19** Distribución de los lux que llegan al cuarto 1 de la suite.

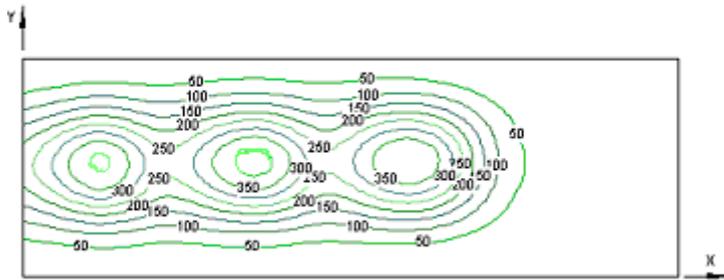


Figura 2.20 Diagrama isolux del cuarto 1 de la suite.

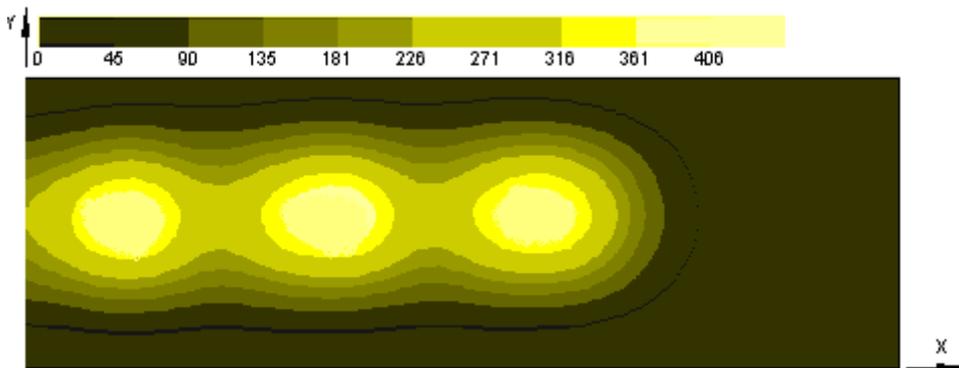


Figura 2.21 Proyección de los puntos de luz sobre el cuarto 1 de la suite.

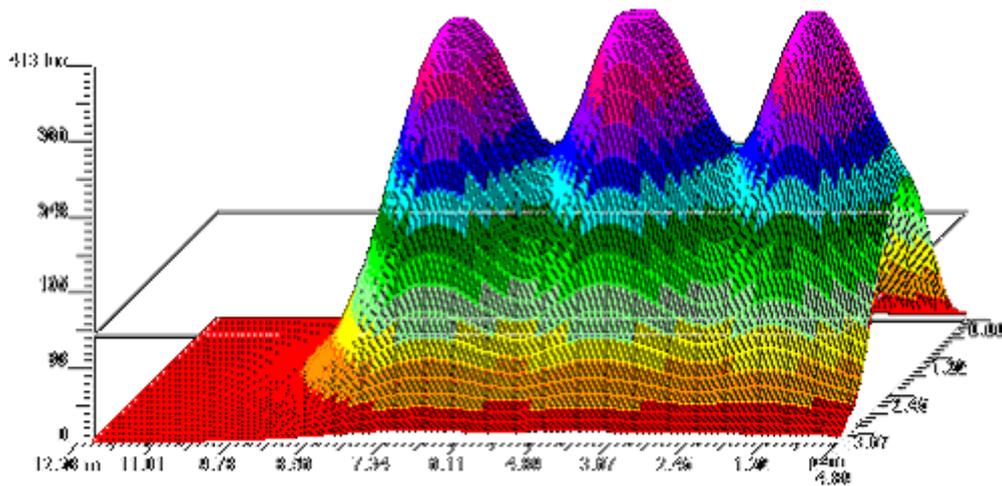


Figura 2.22 Gráfico tridimensional de los niveles de iluminación (lux) del cuarto 1 de la suite

- Oficina de la carpeta.

Emín= 3 lux

Ems= 120 lux

Emáx= 345 lux

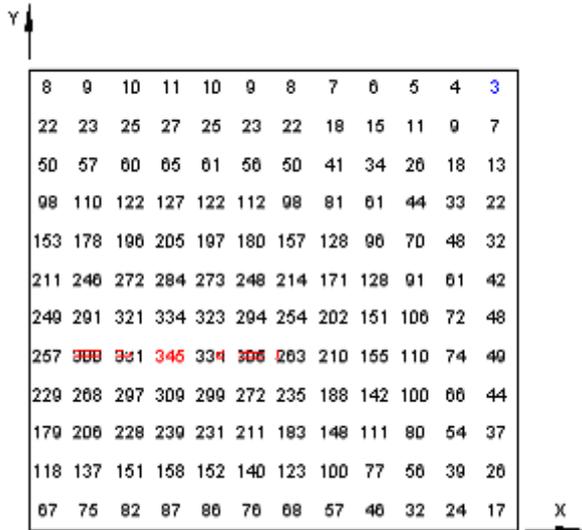


Figura 2.23 Distribución de los lux que llegan a la oficina de la carpeta.

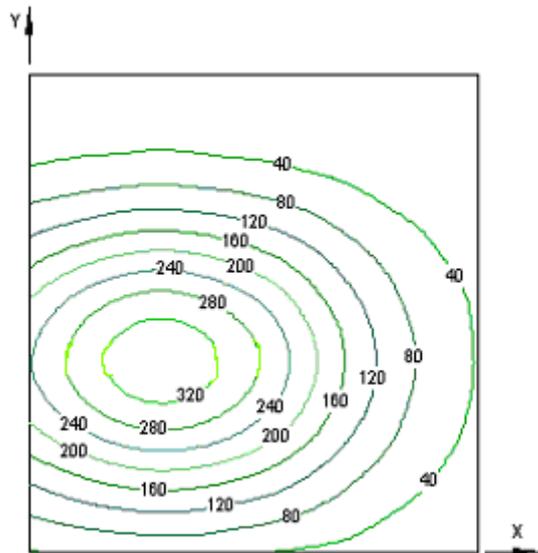
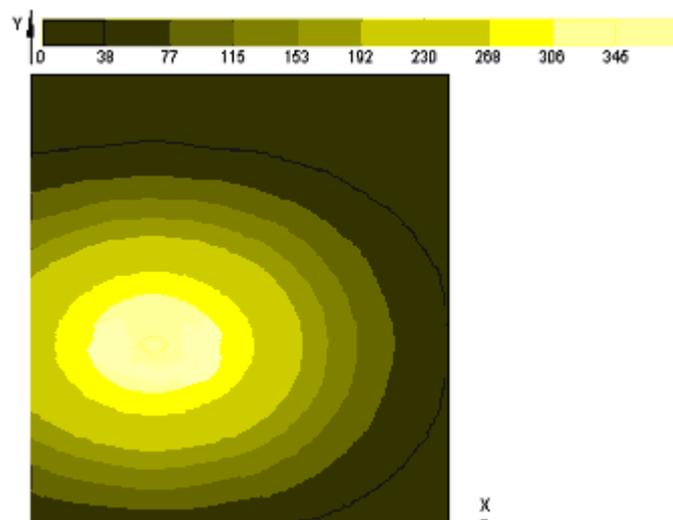
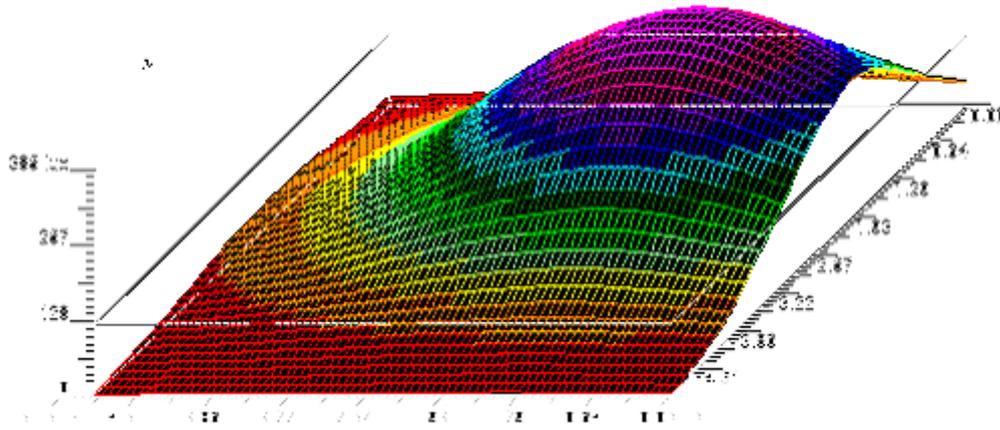


Figura 2.24 Diagrama isolux de la oficina de la carpeta



**Figura 2.25** Proyección de los puntos de luz sobre la oficina de la carpeta



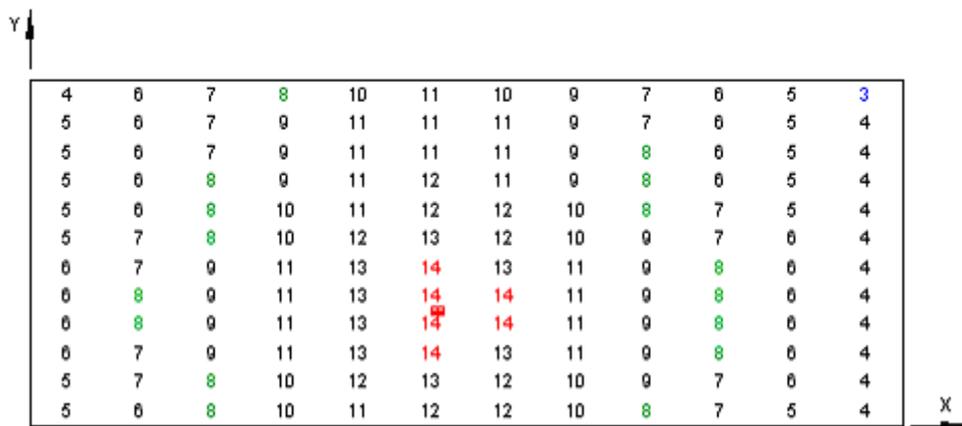
**Figura 2.26** Gráfico tridimensional de los niveles de iluminación (lux) de la oficina de la carpeta.

- Calle de servicio.

Emín= 3 lux

Ems= 8 lux

Emáx= 14 lux



**Figura 2.27** Distribución de los lux que llegan a la calle de servicio.

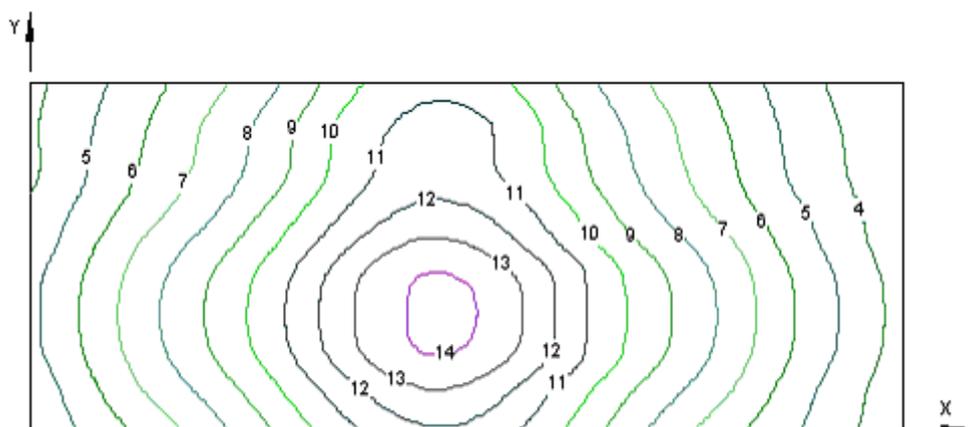


Figura 2.28 Diagrama isolux de la calle de servicio.

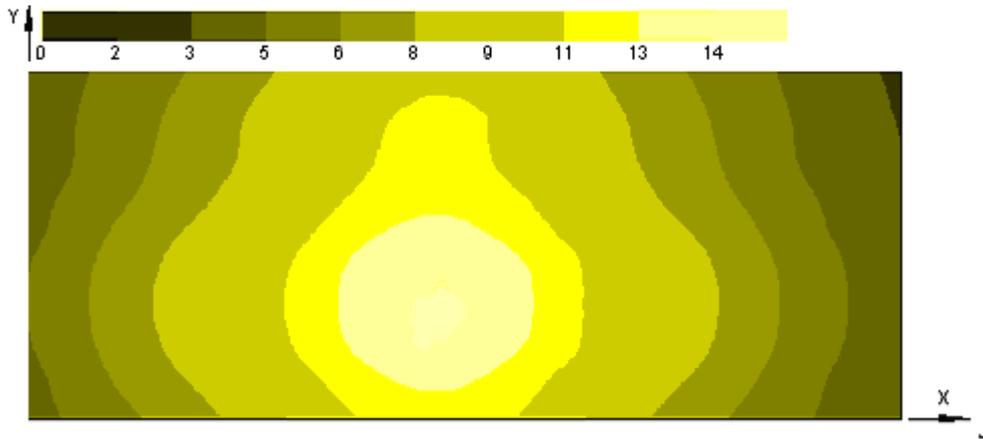


Figura 2.29 Proyección de los puntos de luz sobre la calle de servicio.

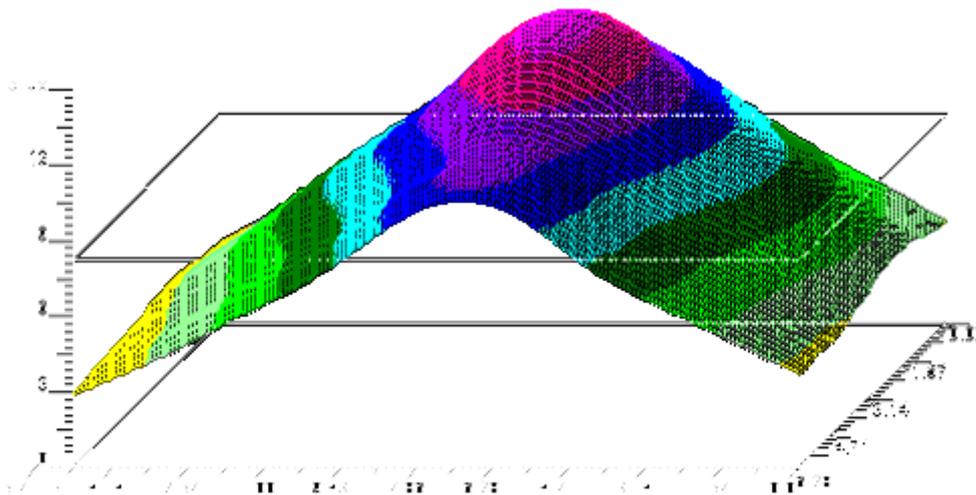


Figura 2.30 Gráfico tridimensional de los niveles de iluminación (lux) de la calle de servicio.

- Cancha de baloncesto.

Emín= 5 lux

Ems= 12 lux

Emáx= 17 lux

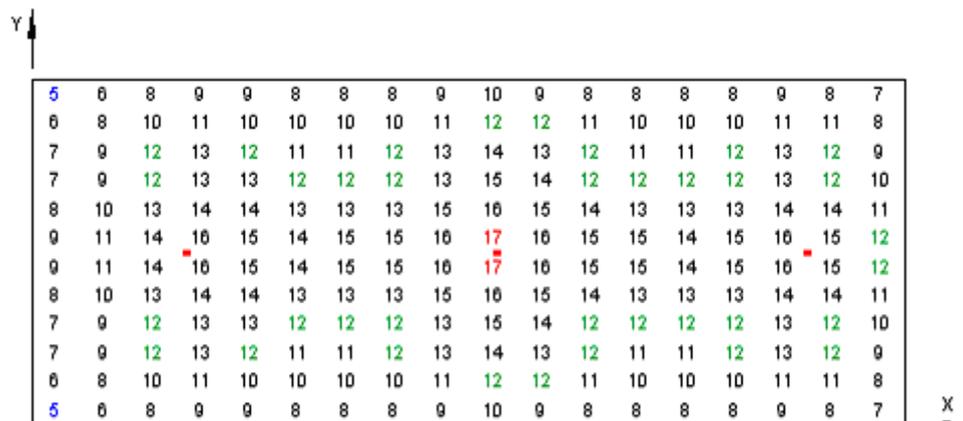
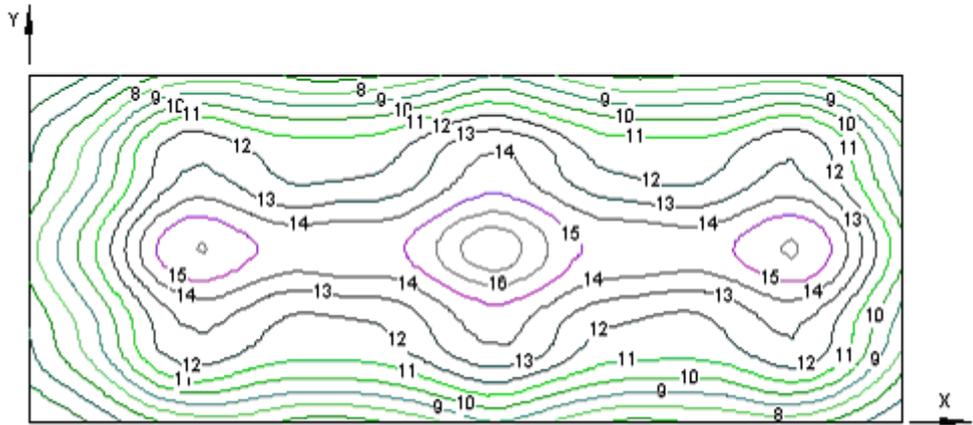
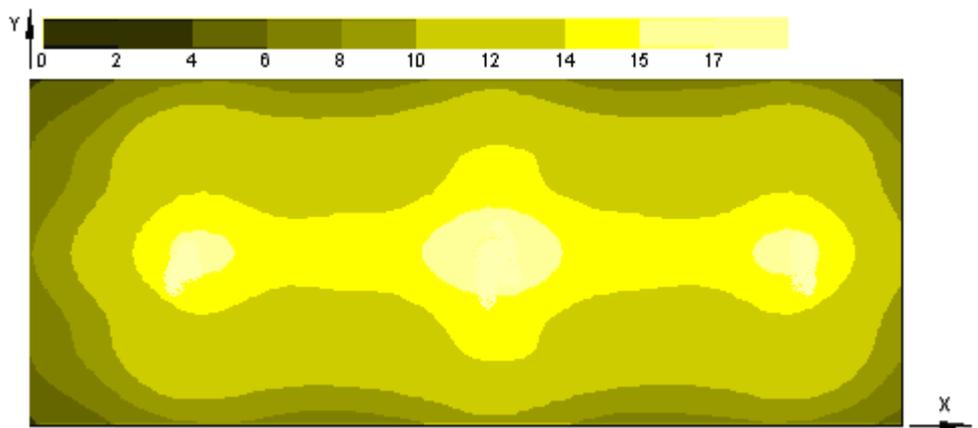


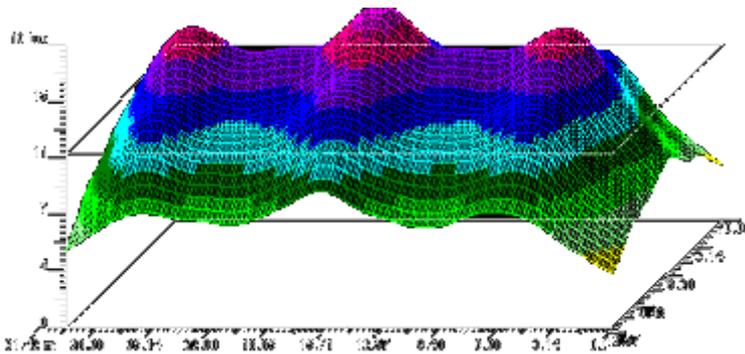
Figura 2.31 Distribución de los lux que llegan a la cancha de baloncesto.



**Figura 2.32** Diagrama isolux de la cancha de baloncesto.



**Figura 2.33** Proyección de los puntos de luz sobre la cancha de baloncesto.



**Figura 2.34** Gráfico tridimensional de los niveles de iluminación (lux) de la cancha de baloncesto.

Emín: Iluminancia mínima.

Ems: Iluminancia media en servicio.

Emáx: Iluminancia máxima.

## **2.7 Conclusiones.**

En el presente capítulo se caracterizó el sistema de alumbrado de la instalación hotelera y se realizaron las mediciones de los niveles medios de iluminación (Lux), lo cual permitió la realización del diagnóstico donde se conocieron los problemas existentes de bajos niveles de iluminación, producto a la escasez de luminarias y a la mala distribución de las existentes. Se caracterizaron los distintos tipos de lámparas usadas en la instalación para tener una idea de la magnitud del problema y poder enfocarnos directamente con el objetivo a solucionar.

# CAPITULO 3

# **CAPITULO III**

## **Propuesta para mejorar la eficiencia del sistema de iluminación de la (U.E.B) Hotel Miraflores.**

---

**Introducción.**

**Propuesta para mejorar el sistema de iluminación de la instalación hotelera.**

**Cálculo del sistema de alumbrado de la instalación hotelera.**

**Valoración ambiental y medidas tomadas para evitar la contaminación lumínica.**

**Valoración económica.**

**Conclusiones.**

### **3.1 Introducción**

En este capítulo se pretende dar solución al problema existente en el sistema de alumbrado de la (U.E.B) Hotel Miraflores, tomando la variante más económica y factible. Se realizarán todos los cálculos en cuanto a valoración económica del trabajo a realizar para efectuar dichas mejoras en la iluminación, donde intervienen los gastos de transporte, la compra de accesorios como cables, torres y los elementos de fijación a estas, el costo de montaje y por último el de mantenimiento. Se reflejará de manera digital como deben quedar las superficies de las diferentes áreas iluminadas después de haber cumplido con las recomendaciones sugeridas por el trabajo.

### **3.2 Propuesta para mejorar el sistema de iluminación de la instalación hotelera.**

Cuando se proyecta instalar un sistema de alumbrado, se debe tener la certeza de que los equipos seleccionados están en condiciones de proporcionar el máximo confort visual y los niveles de iluminación demandados.

Los locales y áreas exteriores a iluminar van, por supuesto, a condicionar definitivamente la elección de los equipos, ya que en modo alguno pueden

darse incompatibilidades conceptuales, entre la idea arquitectónica que se pretende materializar y la concepción del alumbrado que se propone.

Muchos tipos de lámparas que opcionalmente se pueden utilizar, en absoluto deben ser

empleadas, sino aquellas requeridas por el proyecto arquitectónico.

Por supuesto que se hace preciso considerar también el factor económico que, dado el caso, puede obligar a adoptar, por ejemplo, una combinación de alumbrado general , cuando ello sea lo más económico, en vez de otras opciones de alumbrado.

La disminución del deslumbramiento directo o reflejado, puede condicionar, en otros supuestos, la selección de luminarias de modo que se evite, o reduzca estos deslumbramientos.

Precisamos por ello, conocer los tipos de lámparas y luminarias que vamos a emplear, los niveles de iluminación requeridos para, mediante el uso del método utilizado, establecer si el número de luminarias propuesto va a producir los niveles de iluminación requeridos.

Es cierto, que los gustos personales de los usuarios y de los diseñadores del espacio arquitectónico, a veces, no son del todo coincidentes, pero también es cierto de que existen ciertas reglas básicas en el alumbrado con las cuales es posible organizar alumbrados de calidad (por la cantidad de luz, su idoneidad, etc.).

Para la determinación de los tipos de lámparas y la luminaria a utilizar se tuvieron en cuenta varios aspectos que tienen estrecha relación con el lugar donde se pretende ejecutar el estudio, ya que en estos casos se deben tener presentes las valoraciones de los trabajadores responsables de la iluminación, sus criterios acerca de los equipos que se encuentran prestando servicio actualmente y de ellas extraer las mejores variantes. De este modo obtenemos de manera práctica las mejores propuestas.

Siendo terminado el trabajo, este debe sugerir todas las variantes posibles y de ellas demostrar cuál es la más factible. Para esto se analizaron las características de las lámparas a sugerir y se definió cual se utilizaría en el montaje.

Dentro de las características a tener en cuenta tenemos:

- Vida útil del equipo (forma práctica).

- Tipo de luz emitida por el equipo (no perjudicable en cuanto a deslumbramiento, para el tráfico de vehículos, de los huéspedes, trabajadores y peatones).
- Costo del equipo.
- Altura de montaje
- Área a iluminar.

### **Selección del equipamiento para el diseño.**

#### **Selección del equipamiento para el alumbrado exterior.**

Las lámparas seleccionadas para el alumbrado exterior de la planta son de vapor de sodio de alta presión. Estas lámparas en su espectro poseen líneas predominantes en la zona de amarillo, lo que permite un mejor aprovechamiento de la energía.

- Elementos que la conforman.
- Tubo de descarga interior.
- Bulbo exterior.
- Electrodo (Tungsteno impregnado de material emisor).
- Gas neón (para iniciar el arco).
- Sodio.

#### **Características de funcionamiento.**

Rendimiento luminoso: Debido a la presencia de los rayos amarillos en el espectro luminoso de la lámpara, cuyas longitudes de onda están muy próximas a la longitud de onda máxima sensibilidad para el ojo humano, las lámparas de vapor de sodio tienen un excelente rendimiento luminoso, el cual ha llegado a alcanzar valores superiores a los 100 lum/watt. Esta constituye una de sus principales ventajas.

La vida útil de la lámpara de sodio es del mismo orden que la de mercurio estando comprendida entre los valores de 4000 a 8000 horas.

#### **Características constructivas de las luminarias de 250 W utilizadas para el alumbrado de las calles.**

- Grado de protección IP54 en modelos cerrados: Protegida contra polvo (sin sedimentos perjudiciales) y protegidas contra lanzamiento de aguas en todas direcciones.

- Grado de aislamiento clase 1: luminaria protegida contra contactos eléctricos, esta protección recae exclusivamente sobre el aislamiento principal y un conductor de protección conectado a tierra (toma de tierra), que debe conectarse al borne marcado.
- Portalámparas E-40.
- Tapas superior e inferior fabricadas en polipropileno con carga mineral y protegidas por pintado.
- Pestillo giratorio de apertura, que permite el rápido acceso al equipo.
- Bandeja interior fabricada con chapa de acero laminada en frío y conformada en ángulo.
- Bridas de acero para la sujeción de los brazos a la luminaria.
- Reflector asimétrico fabricado en chapa de aluminio aleado de pureza 99.7%, anodizando y abrillantado con elevado rendimiento luminoso.
- Cierres del reflector al aparato de acero inoxidable, impermeables.
- Difusor de policarbonato transparente abisagrado al reflector, inalterable a los rayos ultravioleta.
- Junta de estanqueidad.
- Fijación a báculos máx. 48 mm o postes de máx. 60 mm. (Acoplamiento a postes mediante accesorios F-507 y F-50000 )

**Datos de la luminaria:**

Óptica cerrada.

Código: F-61250-S

Equipo eléctrico: si

Lámpara: vapor de sodio a alta presión.

Potencia: 250 W

Portalámpara: E-40.

Peso: 7.6 Kg

Accesorios: Equipo: F-E 1250-S

Difusor: F-531-P.

Flujo luminoso: 25000 Lm.

Posición de funcionamiento: cualquiera.

Equipo eléctrico: reactancia + ignitor.

Ver anexo # 3

## **Características constructivas de las luminarias de 250 W utilizadas para el alumbrado de las instalaciones deportivas.**

- Grado de protección IP 65.
- Grado de aislamiento Clase I.
- Proyector para lámparas de descarga, de distribución extensiva para lámparas de descarga.
- Cuerpo de aluminio extrusionado y tapas laterales en fundición de aleación de aluminio inyectado de gran robustez.
- Lira de fijación orientable y desplazable en acero.
- Acabado exterior, con resinas de poliéster de alta corrosión. Color: negro.
- Entrada de conductores por prensaestopas de poliamida Pg-13.5.
- Tornillero exterior de acero inoxidable.
- Cristal templado inastillable, fijado entre juntas EPDM, que impiden cualquier contacto con partes metálicas.
- Juntas de EPDM inyectada en una sola pieza, en las tapas laterales, a través de los perfiles del cuerpo. Aseguran la estanqueidad del recinto óptico y del equipo, permitiendo la continuidad de sus características en el tiempo.
- Reflector en aluminio de alta pureza pulido y anodado electrolíticamente.
- Portalámparas cerámico en todos los modelos montados con equipo incorporado.
- Conexión del equipo a la lámpara con cable de silicona en los modelos con arrancador.
- Equipo auxiliar montado sobre una placa fácilmente extraíble.

### **Aplicaciones:**

Su versatilidad y amplia gama de versiones abren un campo de aplicaciones, resultado especialmente aconsejable, y con probada eficacia en: aparcamientos. Vías peatonales, camping, invernaderos, jardines, polideportivos, monumentos, almacenes, hangares, obras y para resaltar detalles de la iluminación arquitectónica.

**Datos de la luminaria:**

Óptica cerrada.

Código: F-31250-S

Equipo eléctrico: si

Lámpara: vapor de sodio a alta presión.

Potencia: 250 W

Portalámpara: E-40.

Peso: 10 Kg

Flujo luminoso: 25000 Lm.

Posición de funcionamiento: cualquiera.

Equipo eléctrico: reactancia + ignitor.

Ver anexo # 4

**Selección del equipamiento para el alumbrado interior**

En el alumbrado interior se seleccionaron lámparas fluorescentes, las mismas son de descarga eléctrica en atmósfera de vapor de mercurio a baja presión y un gas inerte, en la cual la luz se produce debido a la fluorescencia activada por la radiación ultravioleta.

**Características de funcionamiento.**

La vida útil de estas lámparas depende fundamentalmente del agotamiento del material emisor de unos de los electrodos, lo cual impide la iniciación del arco, este material se consume continuamente mientras funciona la lámpara, pero la mayor cantidad en el impacto del arco cada vez que esta arranca, por tanto, la vida útil se reduce por el número de arranques.

La vida útil en estas lámpara oscila entre los 4000 y 5000 horas, siendo en algunos casos mayores suponiendo un tiempo de funcionamiento de tres horas por encendido, si el tiempo de funcionamiento es de 6 horas, la duración de la lámpara aumenta en un 25% y si es de 12 horas, hasta un 50%.

**Las características de las luminarias son:**

- Rendimiento luminoso. Su rendimiento luminoso es alto pudiendo llegar hasta los 70 Lum/Watt y en algunos casos mayor.
- Variación de su flujo luminoso. Estas lámparas tienen un decrecimiento relativamente rápido en las primeras 100 horas de funcionamiento para lo cual se considera su flujo inicial a partir de este tiempo.

### **Características constructivas.**

- Grado de protección IP 65: totalmente protegida contra el polvo y contra el lanzamiento de agua en todas direcciones.
- Grado de aislamiento clase 1: luminaria protegida contra contactos eléctricos, esta protección recae exclusivamente sobre el aislamiento principal y un conductor de protección conectado a tierra (toma de tierra), que debe conectarse al borne marcado.
- Carcasa y difusor de una sola pieza coextrusionado en policarbonato estabilizado y autoextinguible. Difusor integrado, transparente, con prismas refractores que direccional el flujo luminoso.
- Fijación del aparato mediante dos soportes de acero inoxidable, para acoplar directamente a la carcasa a través de la guía longitudinal que esta tiene para tal efecto sin tener que perforar ni dañar su estructura.
- Reflector de plancha de acero pintada con resina de poliéster, que a su vez soporta el equipo de encendido (110 V 60 Hz), de fácil mantenimiento.
- Tapas de cierre lateral inyectadas también en policarbonato y fijadas mediante tornillos de acero inoxidable, con junta de neopreno para estanqueidad; prensaestopas para entrada de conductor.

**Aplicaciones:** estas lámparas son idónea para las zonas de alto grado de humedad, climatología adversa, ambientes corrosivos, lugares con riesgos de vandalismo o que precisan de alumbrado de seguridad.

**Datos de la luminaria:** presenta un condensador que compensa el factor de potencia

Código: F-5236-2C y F-5218-12

Lámpara T.F diámetro igual a 26 mm (rectilíneos)

Equipo eléctrico: si

Potencia: 2\*36 Watt y 2\*18 Watt

Portalámpara: G-13.

Peso: 3.8 Kg y 2.1 Kg

Longitud: 1264 y 654

Brida F-5012: fijación a pared de acero inoxidable

Flujo luminoso: 3250 Lm y 1625 Lm .

Posición de funcionamiento: cualquiera.

Equipo eléctrico: reactancia + cebador.

Ver anexo # 5

### 3.3 Cálculo del sistema de alumbrado de la instalación hotelera.

#### Cálculo del alumbrado exterior.

Con ayuda del software se realizó el cálculo del alumbrado en las áreas exteriores y se obtuvieron los resultados que aparecen en la tabla 3.1.

**Tabla 3.1** Resultados de la propuesta para el alumbrado exterior.

Instalación	# de lámparas	# de luminarias	Potencia(W)
Cancha de baloncesto	5	5	1250
Cancha de voleibol	5	5	1250
Patio exterior	54	54	13500
Calle de servicio	11	11	2750
Parqueo nacional	16	16	4000
Parqueo de extranjeros	16	16	4000
Calle de salida	5	5	1250
Parqueo de servicio	3	3	750
Calle de entrada	5	5	1250
Piscina	10	10	2500

### Ubicación de las lámparas para el alumbrado exterior.

En el alumbrado exterior, las luminarias se deben ubicar en aquellos lugares de la instalación que presentan una deficiente iluminación, se realiza siguiendo las normas que se establecen en cada punto que lo necesite, así como la colocación aproximada de las lámparas; hay algunas zonas de la instalación que tienen mas lámparas que otras, esto se debe a la necesidad de iluminar ciertos lugares donde se requiere de un buen de alumbrado para garantizar la seguridad del hotel.

### Cálculo del alumbrado interior.

Con ayuda del software se realizó el cálculo del alumbrado en los locales interiores y se obtuvieron los resultados que aparecen en las tablas 3.2, 3.3, 3.4, y 3.5.

**Tabla 3.2** Resultados de la propuesta para el alumbrado interior de los locales del nivel 1.

Locales	# de lámparas	# de luminarias	Potencia(W)
<b>Habitación 101----111</b>			
Cuarto	4	2	1584
Baño	2	1	396
<b>Habitación 112 (Suite)</b>			
Cuarto 1	6	3	216
Cuarto 2	4	2	144
Sala	4	2	144
Baño	2	1	36
Recibidor	1	1	36
Pasillo de la 101—112	8	4	288
Lobby de la 101---128	14	7	504

<b>Habitación 113—127</b>			
Cuarto	4	2	2160
Baño	2	1	540
<b>Habitación 128(suite)</b>			
Cuarto 1	6	3	216
Cuarto 2	4	2	144
sala	4	2	144
Baño	2	1	36
Recibidor	1	1	36
Pasillo de la 113—128	10	5	360
Escalera del nivel # 1	1	1	36
Oficina ama de llaves	14	7	504
Oficina PCC	14	7	504
Sala de juegos	20	10	720
Bar---piscina	20	10	720
Cafetería	20	10	720

**Tabla 3.3** Resultados de la propuesta para el alumbrado interior de los locales del nivel 2.

Locales	# de lámparas	# de luminarias	Potencia(W)
<b>Habitación 201----211</b>			
Cuarto	4	2	1584
Baño	2	1	396
<b>Oficina de CubaCell</b>			
Oficina 1	12	6	432
Oficina 2	8	4	288
Recepción	4	2	144
Baño	2	1	36
Recibidor	1	1	36

Pasillo de la 201—211	8	4	288
Lobby de la 201---228	14	7	504
<b>Habitación 213—227</b>			
Cuarto	4	2	2160
Baño	2	1	540
<b>Habitación 228(Suite)</b>			
Cuarto 1	6	3	216
Cuarto 2	4	2	144
Sala	4	2	144
Baño	2	1	36
Recibidor	1	1	36
Pasillo de la 213—228	10	5	360
Oficina de Transtur	4	2	144
Pasillo hall de entrada	1	1	36
Baño 1	2	1	36
Baño 2	2	1	36
Carpeta	4	2	144
Oficina de carpeta	8	4	288
Lobby principal	30	15	1080
Hall de entrada	20	10	720
Tienda	10	5	360
Oficina de economía	10	5	360
Oficina de informática	6	3	216
<b>Cabaña 1—28</b>			
Cuarto	4	2	4032
Baño	2	1	1008
Lobby de cabaña	14	7	504
Pasillo 1—28	10	5	360
Escalera del nivel # 2	1	1	36

**Tabla 3.4** Resultados de la propuesta para el alumbrado interior de los locales del nivel 3.

Locales	# de lámparas	# de luminarias	Potencia(W)
<b>Habitación 301----311</b>			
Cuarto	4	2	1584
Baño	2	1	396
<b>Habitación 312(suite)</b>			
Cuarto 1	6	3	216
Cuarto 2	4	2	144
Sala	4	2	144
Baño	2	1	36
Recibidor	1	1	36
Pasillo de la 301—312	8	4	288
Lobby de la 301---328	14	7	504
<b>Habitación 313—327</b>			
Cuarto	4	2	2160
Baño	2	1	540
<b>Habitación 328(suite)</b>			
Cuarto 1	6	3	216
Cuarto 2	4	2	144
Sala	4	2	144
Baño	2	1	36
Recibidor	1	1	36
Pasillo de la 313—328	10	5	360
<b>Oficina del gerente</b>			
Recepción	4	2	144
Oficina	10	5	360
Restaurante	30	15	1080
Cocina	46	23	1656

Bar	14	7	504
Almacén del bar	2	1	72
Escalera del nivel # 3	1	1	36

**Tabla 3.5** Resultados de la propuesta para el alumbrado interior de los locales del nivel 4.

Locales	# de lámparas	# de luminarias	Potencia(W)
<b>Habitación 401----411</b>			
Cuarto	4	2	1584
Baño	2	1	396
<b>Habitación 412(Suite)</b>			
Cuarto 1	6	3	216
Cuarto 2	4	2	144
Sala	4	2	144
Baño	2	1	36
Recibidor	1	1	36
Pasillo de la 401—412	8	4	288
Lobby de la 401---428	14	7	504
<b>Habitación 413—427</b>			
Cuarto	4	2	2160
Baño	2	1	540
<b>Habitación 428(suite)</b>			
Cuarto 1	6	3	216
Cuarto 2	4	2	144
Sala	4	2	144
Baño	2	1	36
Recibidor	1	1	36
Pasillo de la 413—428	10	5	360
Escalera del nivel # 4	1	1	36

Nota: En los baños por la configuración de los mismos se utilizó lámparas fluorescentes de 18 W

### **Ubicación de las lámparas para el alumbrado interior.**

La distribución de estas luminarias se realiza simétricamente. Después de realizar el cálculo con ayuda del software del número de luminarias necesarias para producir la luz deseada, se hace una colocación aproximada de las lámparas, ajustándolas de forma que el número total de ellas sea divisible por el número de filas. La distancia exacta entre las lámparas viene determinada por la división de la longitud del local, por el número de luminarias en una fila, permitiéndose la mitad de la distancia para la existente entre la pared y la primera fila.

Para una buena distribución de la iluminación, esas dos dimensiones deberán ser aproximadamente iguales. En el caso de las lámparas fluorescentes, que son las que empleamos en los interiores de la instalación, para obtener niveles de iluminación relativamente altos.

### **Representación de los diagramas isolux del sistema de iluminación propuesto.**

Con los datos obtenidos a partir de las características físicas de las instalaciones, y la utilización del software 5.s3 se realiza un estudio de diversos locales para tener una referencia de los niveles de iluminación propuesto así como con el objetivo de obtener los diagramas isolux.

### **Representación de los niveles de iluminación.**

- **Cuarto 1 de la suite.**

Emín= 42 lux

**Ems= 200 lux**

Emáx= 365 lux

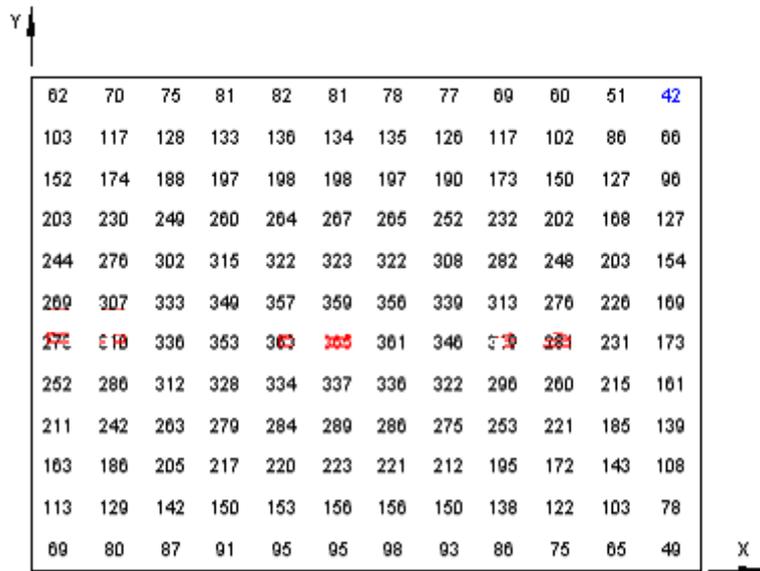


Figura 1.1 Distribución de los lux que llegan al cuarto 1 de la suite.

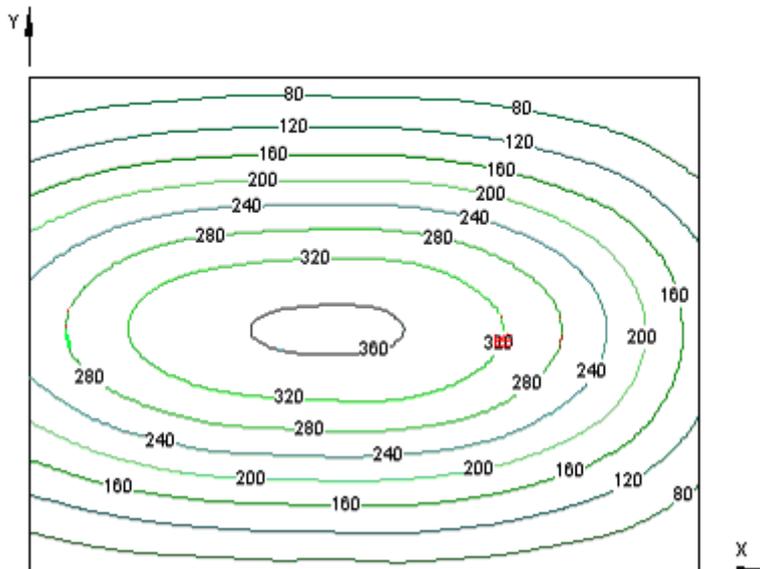
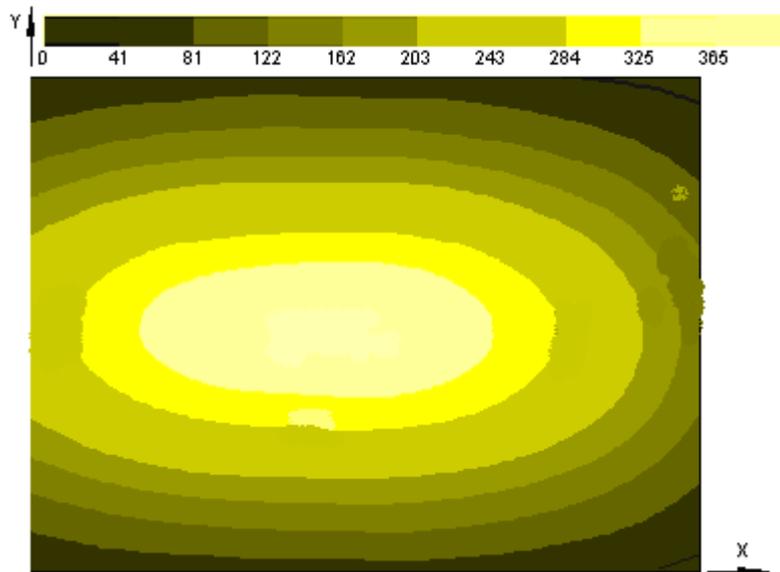
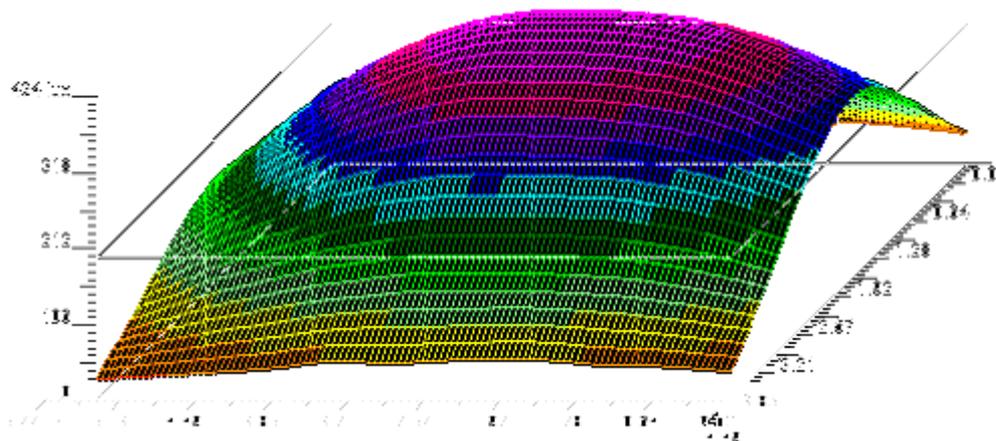


Figura 1.2 Diagrama isolux del cuarto 1 de la suite.



**Figura 1.3** Proyección de los puntos de luz sobre el cuarto 1 de la suite.



**Figura 1.4** Gráfico tridimensional de los niveles de iluminación (lux) del cuarto 1 de la suite.

- **Oficina de la carpeta.**

Emín= 154 lux

Ems= 500 lux

Emáx= 718 lux

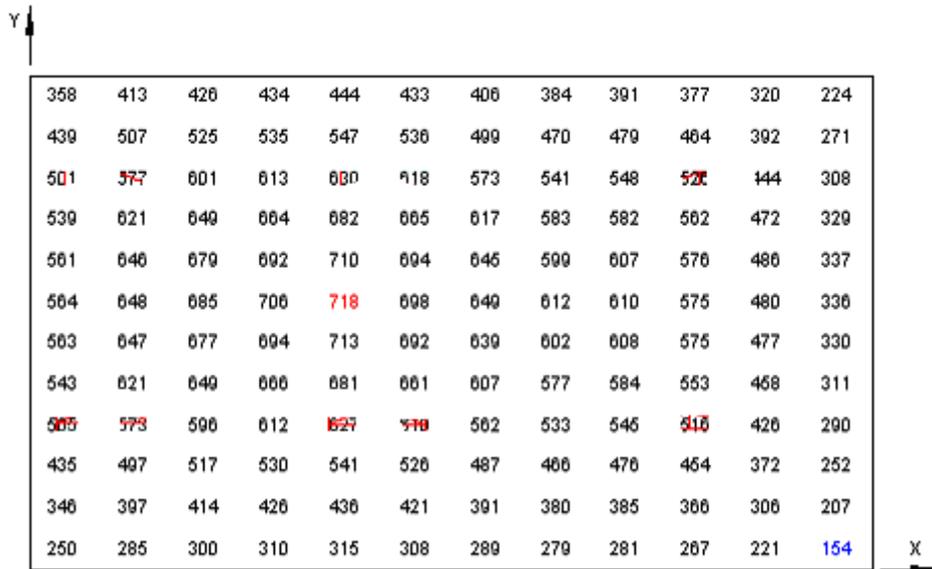


Figura 1.5 Distribución de los lux que llegan a la oficina de la carpeta.

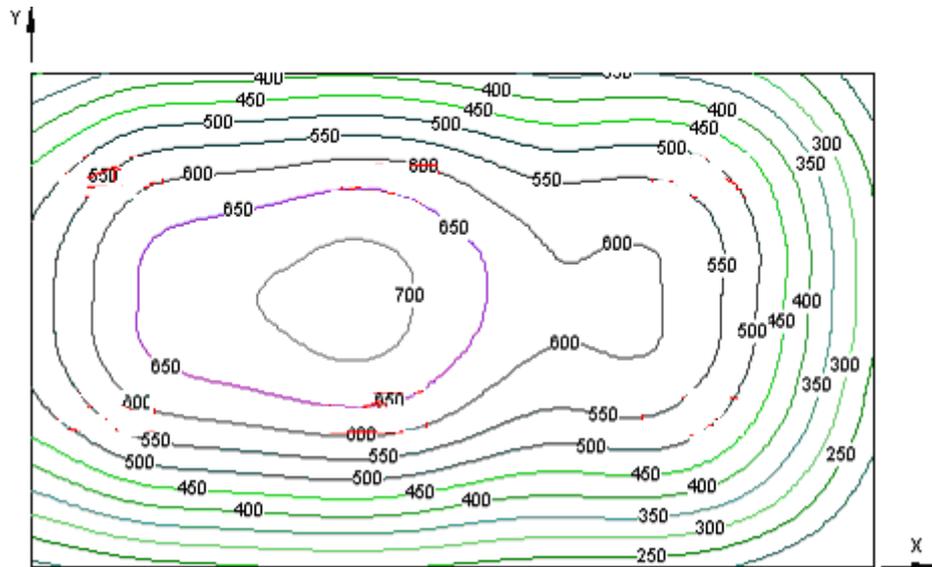


Figura 1.6 Diagrama isolux de la oficina de la carpeta.

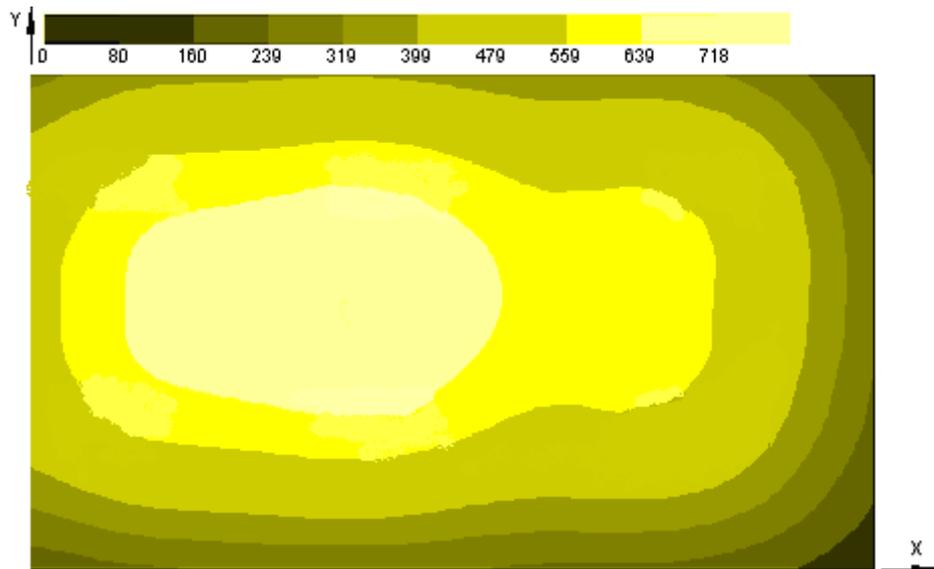


Figura 1.7 Proyección de los puntos de luz sobre la oficina de la carpeta.

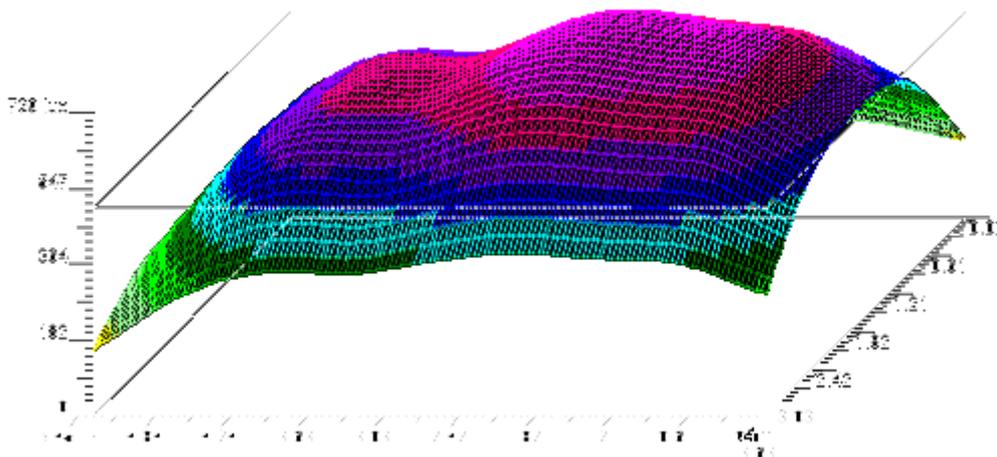


Figura 1.8 Gráfico tridimensional de los niveles de iluminación (lux) de la oficina de la carpeta.

- **Calle de servicio.**

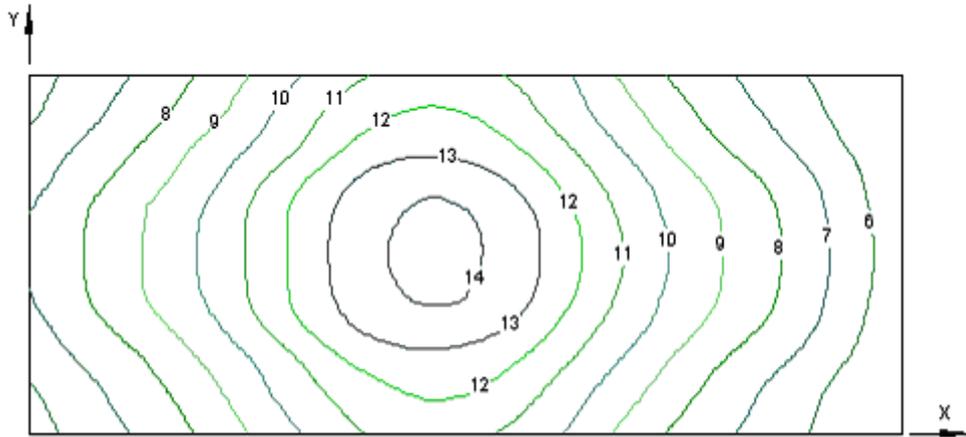
Emín= 5 lux

Ems= 10 lux

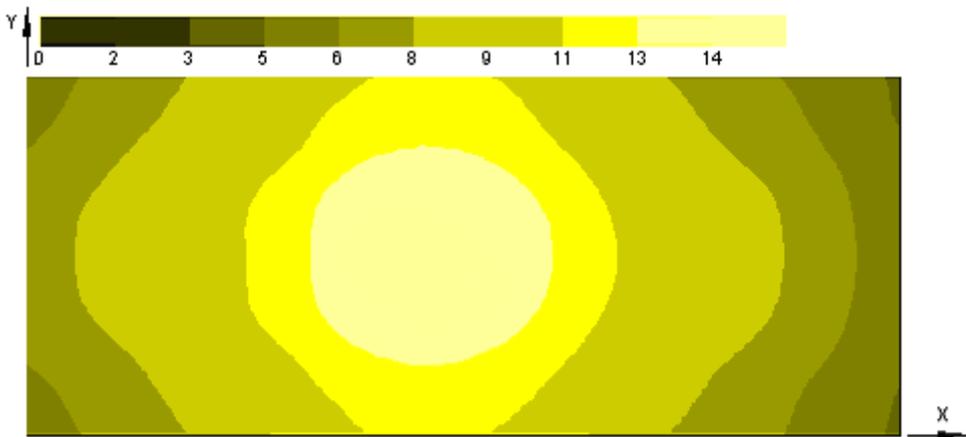
Emáx= 14 lux



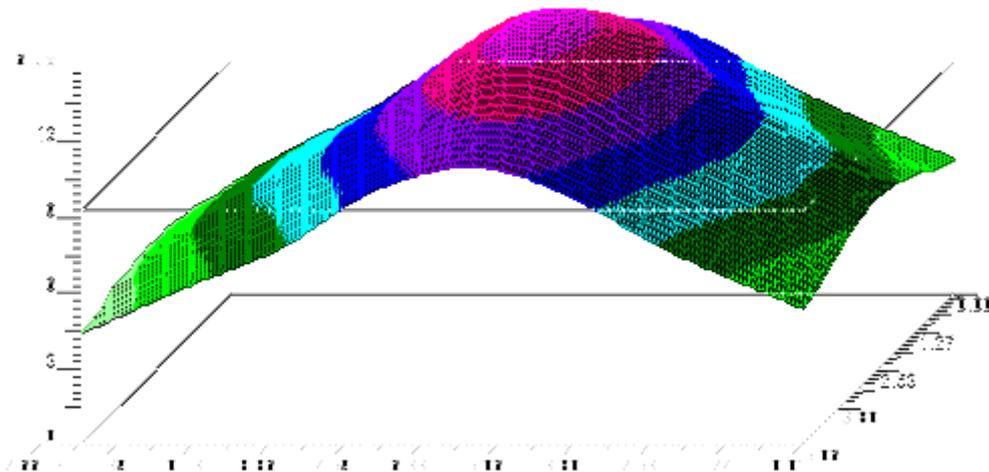
**Figura 1.9** Distribución de los lux que llegan a la calle de servicio.



**Figura 1.10** Diagrama isolux de la calle de servicio.



**Figura 1.11** Proyección de los puntos de luz sobre la calle de servicio.



**Figura 1.12** Gráfico tridimensional de los niveles de iluminación (lux) de la calle de servicio.

- **Cancha de Baloncesto.**

Emín=56 lux

Ems= 100 lux

Emáx=118 lux

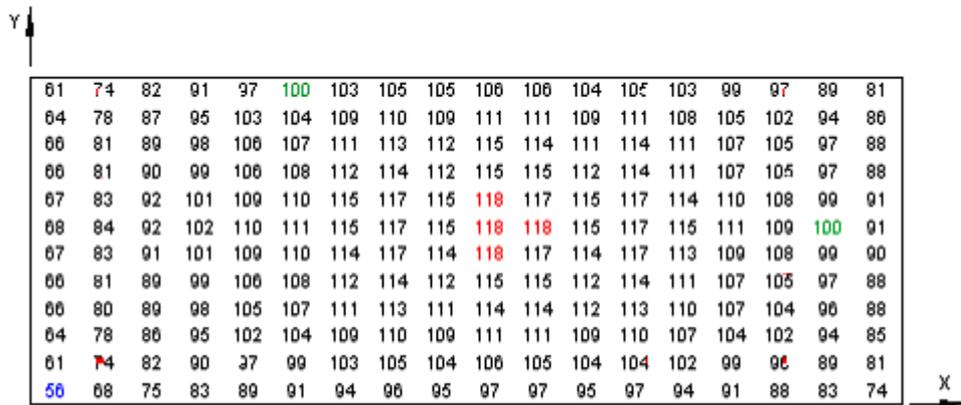


Figura 1.13 Distribución de los lux que llegan a la cancha de baloncesto.

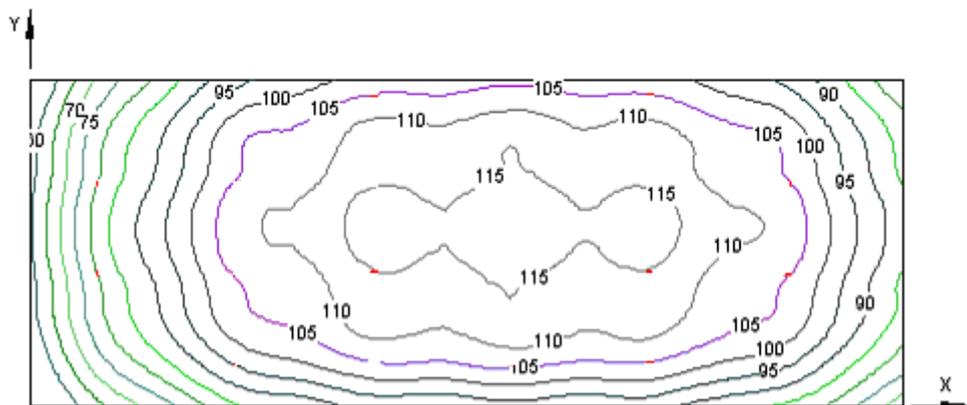


Figura 1.14 Diagrama isolux de la cancha de baloncesto.

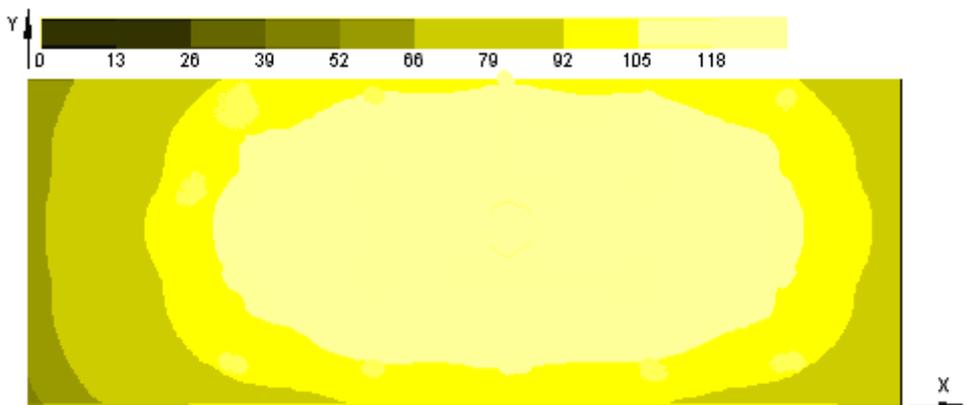
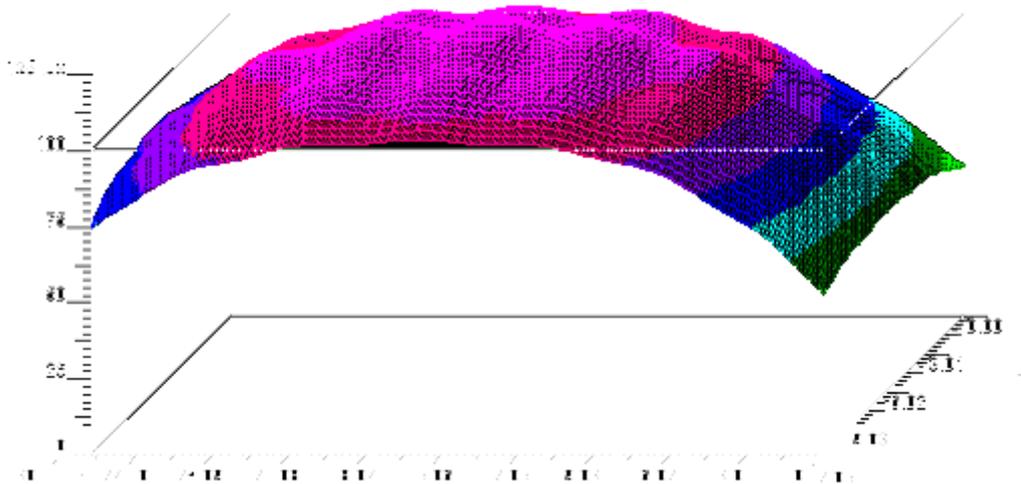


Figura 1.15 Proyección de los puntos de luz sobre la cancha de baloncesto.



**Figura 1.16** Gráfico tridimensional de los niveles de iluminación (lux) de la cancha de baloncesto.

### **3.4 Valoración ambiental y medidas tomadas para evitar la contaminación lumínica.**

#### **Valoración Ambiental.**

Aunque las instalaciones de alumbrado parece que tienen poca interacción con el medio ambiente, dado que se trata de instalaciones estáticas que a nivel local no producen emisiones si profundizamos en su funcionamiento y ciclo de vida, vemos rápidamente varios problemas importantes relacionados, de mayor importancia son la eliminación y tratamiento de lámparas agotadas, la contaminación lumínica y la eficiencia energética. Cada estas problemáticas tiene un tratamiento diferenciado.

#### **Efectos Ecológicos**

La producción de energía eléctrica no es un proceso limpio, (ecológicamente):

- Residuos radioactivos
- Consumo de carbón o petróleo
- Emisión de gases a la atmósfera (lluvia acida)
- Emisión de CO<sub>2</sub> (efecto invernadero)
- Generación de residuos:

Las instalaciones de alumbrado, dentro de su ciclo de vida, en cada una de sus fases, generan residuos que afectan en mayor o menor medida al medio ambiente. Pero sin duda alguna, el principal problema ambiental del alumbrado

se presenta en la fase de explotación y derribo, y viene dado por el abandono incontrolado de los subproductos que dejan de ser útiles. Así los subproductos que más se desechan en el alumbrado público son las lámparas de descargas, las cuales se han de considerar como residuos especiales que requieren una gestión específica, desde la recogida, el transporte, el tratamiento, hasta la deposición. Aunque el uso de estas lámparas representa un paso importante para el ahorro energético, la tecnología empleada en las lámparas de descarga obliga a utilizar elementos químicos de gran toxicidad en pequeñas cantidades, mercurio, plomo, estroncio, europio o itrio. Sus efectos medioambientales no son significativos a nivel individual, pero sí que lo son por el volumen global a considerar por las acciones acumulativas sobre el medio.

Las lámparas de descarga presentan, globalmente, cuatro características básicas:

- Un contenido importante de sustancias tóxicas en pequeñas cantidades por lámpara.
- Un consumo cada vez mayor de lámparas, sobre todo en el ámbito industrial.
- Las características propias de las lámparas que las hacen frágiles a maniobras de transporte y almacenaje.
- La gran dispersión en el consumo.

La solución al problema pasa por establecer una relación controlada y respetuosa con el medio ambiente sin olvidar la importancia de diseñar nuevos productos reduciendo la cantidad de elementos tóxicos, alargando su vida útil y facilitando su reutilización y reciclado.

### **Efectos medioambientales.**

El exceso de iluminación tiene efectos negativos sobre la flora y fauna.

- Cambios en el comportamiento territorial y de nidificación de pájaros.
- Desorienta a las aves migratorias.
- Dificulta y disminuye la reproducción de insectos, debido a que la actividad sexual de estos animales se efectúa muy especialmente de noche.
- Dificulta la visión de muchos animales nocturnos.

### **Intromisión de luz o Light Trespass:**

Puede ser descrita como la luz o la iluminancia que se escapa de su propósito original de iluminación. En el caso de un sistema de iluminación de vías, se desea tener toda la luz dirigida sobre la vía y no en el área adyacente. Las lámparas de baja calidad de iluminación, las que generalmente no son del tipo cut-off, dejarán que algo de luz caiga lejos de la vía misma, como casas y patios. Un diseño de iluminación pobre, el cual ha empleado una errónea distribución luminaria, puede acarrear intromisión de luz no deseada. Cierta gente se molesta por la luz que entra directamente en su propiedad o ventanas. Los mismos problemas involucran a conductores de vehículos y aviones.

### **Medidas contra la Contaminación Lumínica.**

- Utilizar el tipo de alumbrado más adecuado según su uso: vial, viario, zonas de peatones, ornamental.
- Asegurar que el alumbrado no permanezca encendido durante las horas de luz natural.
- Disponer que los cierres de las luminarias sean planos y el material utilizado tenga gran calidad de transmisión y resista los efectos de la intemperie y el paso del tiempo.
- No utilizar luminarias tipo globo sin reflector en la parte superior ya que proyectan una gran emisión de luz por encima de la horizontal.
- Es necesario evitar la emisión de luz por encima de la horizontal, sobre todo en el alumbrado de viales y calles.

¿Por qué hay que combatir la contaminación lumínica?

- Disminuye el consumo energético e indirectamente el consumo de combustibles.
- Protege al medio ambiente nocturno ya que devuelve a la naturaleza estadios de hábitat original, al tiempo que se protegen las aves y mamíferos nocturnos.
- Se reduce el deslumbramiento de los conductores, con lo que se aumenta la seguridad vial.
- Se colabora con la visibilidad nocturna del tráfico aéreo y marítimo.

- Permite la observación astronómica, tanto a profesionales como a aficionados.

Se cumple con el precepto de la Declaración Universal de las Generaciones Futuras de la UNESCO que recoge el derecho a una Tierra indemne y no contaminada, incluyendo el derecho a un cielo puro.

### 3.5 Valoración Económica.

#### Cálculo Económico del Diseño.

Para el financiamiento de este proyecto se analizaron dos variantes. Primeramente se realizó un cálculo económico para determinar el presupuesto necesario a invertir en una remodelación completa e integral del sistema de alumbrado de la instalación; posteriormente, ante la necesidad imperiosa de disminuir el costo de implantación del proyecto, nos dimos a la tarea de buscar otra alternativa mas económica y que respondiera a las necesidades de iluminación requeridas en dicha instalación.

#### Variante I

En la proyección de esta variante se tuvieron en cuenta todos los materiales necesarios para la realización de un proyecto que cumpliera con todos los índices técnicos (la confiabilidad, la comodidad de explotación, duración de la instalación, y volúmenes de las reparaciones. El listado de los materiales incluidos se ofrece en la tabla 3.6.

**Tabla 3.6** Listado de materiales (Variante I).

Recursos	U	Precio unitario (C.U.C)	Cantidad	Precio total (C.U.C)
Luminaria fluorescente 36 W	U	22.94	557	12777.58
Luminaria fluorescente 18 W	U	11.47	142	1628.74
Luminaria V.S.A.P 250 W	U	94.60	130	12298.00
Lámpara fluorescente 36 W	U	1.20	1101	1321.2
Lámpara fluorescente 18 W	U	0.60	284	170.4
Lámpara V.S.A.P 250 W	U	10.00	130	1300.00
Cable de cobre 6 mm <sup>2</sup>	M	1.88	3986	7493.68

Conductor de Cobre 8 desnudo	Tn	4200.00	0.3	1260.00
Tornillos de máquina 1/2 *12.	U	0.67	130	87.10
Brazos para Lámparas.	U	24.90	130	3237.00
Perchas con pasadores.	U	4.25	260	1105.00
Aisladores de Polea.	U	0.91	260	236.60
Type Plástico.	U	0.30	7	2.10
Type de goma.	U	0.30	7	2.10
Pintura Anticorrosiva gris.	Ltr	2.00	30	60.00
Torres de alumbrado.	U	60	130	7800.00
Cimientos para torres.	U	30	130	3900.00
<b>Total</b>				<b>54679.5</b>

Además del costo de los materiales, para determinar el costo de implantación es necesario conocer el valor de la fuerza de trabajo que se empleara para la ejecución del proyecto. Para calcular se tuvo en cuenta:

- La cantidad de obreros que laboraran en el montaje del nuevo sistema de alumbrado.
- La calificación del personal y el salario correspondiente.
- La cantidad de horas de trabajo.
- El por ciento acumulado por concepto de vacaciones.
- El por ciento acumulado por seguridad social.

**Tabla 3.7** Datos de la fuerza de trabajo (**Variante I**).

Cantidad de obreros	de	Salario/hora (MN)	Horas de trabajo	de	Salario por categorías (MN)
3	electricista A	2.75	240		1980
3	electricista B	2.62	240		1886.4
3	electricista C	2.49	240		1742.8
<b>Total</b>					<b>5608</b>

Una vez que ya se conoce el total del salario por categoría, a este valor se le debe agregar un 0.9 % por concepto de vacaciones y un 10 % por concepto de

seguridad social. De manera el valor general de la fuerza de trabajo queda expresado por la siguiente ecuación:

$$F.T = S_{cat} + 0.9\% + 10\%$$

Donde: F.T= fuerza de trabajo

(1.1)

$S_{cat}$  = salario por categoría.

$$F.T = 5608 \text{ MN} + 50.47 \text{ MN} + 560.8 \text{ MN}$$

$$F.T = 6219.27 \text{ MN}$$

Conociendo el valor de la fuerza de trabajo y del costo de los materiales estamos en condiciones de calcular el costo de implantación, el cual viene expresado por la siguiente ecuación:

$$C.I = C.M + F.T$$

(1.2)

Donde: C.I = costo de implantación.

C.M = costo de los materiales.

F.T = fuerza de trabajo.

$$C.I = 54679.5 \text{ CUC y } 6219.27 \text{ MN}$$

Idealmente esta variante satisface todas las necesidades de iluminación que requiere la instalación pero, como podemos apreciar, el volumen de capital que se debe desembolsar se aleja mucho del que realmente se puede invertir en este proyecto, teniendo en cuenta la situación económica por la que atraviesa el país en estos momentos.

Además, para realizar una remodelación integral es necesario dismantelar todo el sistema de alumbrado que existe actualmente, lo cual nos resulta imposible porque dejaría a oscuras la instalación en horario nocturno lo cual traería como consecuencia serias afectaciones en la entrada de dinero a la empresa. A partir de este análisis nos vemos obligados a buscar otra vía más económica y que satisfaga las necesidades de iluminación que se requiere.

## **Variante II**

Para disminuir el costo de implantación obtenido en la variante I, proponemos realizar una recuperación de todos los materiales en buen estado, existentes en el sistema de alumbrado actual de la instalación. De esta forma se disminuye considerablemente el volumen de capital a invertir por concepto de

lámparas, luminarias y otros materiales. Los materiales se ofrecen en la tabla 3.8.

**Tabla 3.8** Listado de materiales (Variante II).

<b>Recursos</b>	<b>U</b>	<b>Precio unitario (C.U.C)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio total (C.U.C)</b>
Luminaria fluorescente 36 W	U	22.94	478	10965.32
Luminaria fluorescente 18 W	U	11.47	142	1628.74
Luminaria V.S.A.P 250 W	U	94.60	101	9554.6
Lámpara fluorescente 36 W	U	1.20	957	1148.4
Lámpara fluorescente 18 W	U	0.60	284	170.4
Lámpara V.S.A.P 250 W	U	10.00	117	1170.00
Cable de cobre 6 mm <sup>2</sup>	M	1.88	1800	3384.00
Conductor de Cobre 8 desnudo	Tn	4200.00	0.2	840.00
Tornillos de máquina 1/2 *12.	U	0.67	101	67.67
Brazos para Lámparas.	U	24.90	101	2514.9
Perchas con pasadores.	U	4.25	202	858.5
Aisladores de Polea.	U	0.91	202	183.82
Type Plástico.	U	0.30	5	1.50
Type de goma.	U	0.30	5	1.50
Pintura Anticorrosiva gris.	Ltr	2.00	25	50
Torres de alumbrado.	U	60	101	6060
Cimientos para torres.	U	30	101	3030
<b>Total</b>				<b>41628.95</b>

Los datos de la fuerza de trabajo necesaria para la implantación del sistema de alumbrado propuesto, aparecen relacionados en la tabla 3.9. A diferencia de la variante anterior en esta se propone un número de trabajadores más reducido, debido a la magnitud de los trabajos es bastante menor. El tiempo planificado para la duración de la instalación de 30 a 24 días.

**Tabla 3.9** Datos de la fuerza de trabajo (**Variante II**).

Cantidad de obreros	Salario/hora (MN)	Horas de trabajo	Salario por categorías (MN)
1 electricista A	2.75	192	528
1 electricista B	2.62	192	503.04
2 electricista C	2.49	192	956.16
			Total 1987.2

Al disminuir la magnitud de los trabajos también disminuye el valor de la fuerza laboral, la cual queda expresada de la siguiente forma:

$$F.T = S_{cat} + 0.9\% + 10\% \quad (1.3)$$

Donde: F.T= fuerza de trabajo

$S_{cat}$  = salario por categoría.

$$F.T = 1987.2 + 17.88 \text{ MN} + 198.72 \text{ MN}$$

$$F.T = 2005.08 \text{ MN}$$

Conocido ya el valor del costo de los materiales y de la fuerza de trabajo, podemos calcular el costo de implantación, el cual está dado por la siguiente ecuación:

$$C.I = C.M + F.T \quad (1.4)$$

Donde: C.I = costo de implantación.

C.M = costo de los materiales.

F.T = fuerza de trabajo.

$$C.I = 41628.95 \text{ CUC y } 2005.08 \text{ MN}$$

Como hemos podido observar la variante II resulta ser más económica que la variante anterior, al punto que en ella se ahorra por concepto de compra de materiales unos 13050.15 USD, lo cual representa una disminución de un 23.17%. Por concepto de fuerza de trabajo se ahorran unos 4214.19 MN representando una disminución de un 67.76%.

Sin duda la variante II resulta más económica y aunque no alcance la calidad de iluminación de la primera variante, si va a resolver en gran medida las

dificultades existentes con la iluminación en la instalación hotelera; por lo tanto consideramos que debe ser la alternativa a utilizar.

### **3.6 Conclusiones.**

En este último capítulo se propuso de manera práctica la solución a las principales dificultades encontradas en el sistema de iluminación en la instalación hotelera. Se dejaron bien claras transformaciones a realizar para elevar los niveles medios de iluminación en servicio en los locales interiores y área exteriores, así como los equipos a incrementar a la hora de darle cumplimiento al trabajo realizado, sin dejar por alto el costo económico.

Según las variantes económicas analizadas consideramos que la solución más factible para resolver el problema existente en la instalación es la aplicación de la variante II, debido a que esta es más económica y se adapta a las condiciones técnico-financieras de la empresa.

Desde el punto de vista medio ambiental para el montaje de las lámparas, se debe tener en cuenta los indicadores que influyen de una forma u otra en el hombre, para evitar crearle molestias visuales en la realización de los trabajos.

# RECOMENDACIONES

- Realizar la ejecución de este proyecto por parte de la dirección de la instalación hotelera en el transcurso de este año y el próximo.
- Las luminarias situadas, no deben exceder un ángulo de  $10^{\circ}$  con respecto a la horizontal, evitando de esta forma que estas provoquen deslumbramiento y se desperdicie luz hacia el espacio.
- Realizar la poda de todos los elementos naturales que puedan afectar el tendido eléctrico.
- Efectuar una limpieza periódica a las luminarias y lámparas del sistema para garantizar su óptimo funcionamiento
- Utilizar en la iluminación del hall de entrada y la recepción mecanismos de encendido y de graduación de la luz para satisfacer los diferentes requerimientos de día y de noche.
- Equipar con una iluminación de mesa adecuada, disponible para la lectura en las habitaciones.

# CONCLUSIONES GENERALES

- Se mejoró la eficiencia del sistema de iluminación del hotel, hasta el punto de proporcionar confort visual a los trabajadores y huéspedes del hotel.
- Para la simulación de los locales, áreas exteriores y la representación de los niveles de iluminación en las distintas instalaciones del hotel, se utilizó el software profesional TROLL LITESTAR 5.3S permitiendo alcanzar los valores establecidos por las normas del CIE.
- Se tuvo en cuenta la contaminación lumínica, la cual representa un gasto energético y económico injustificado.
- Se demostró de manera detallada los beneficios económicos que proporcionaría la implantación de este sistema de iluminación.
- Se demostró que la variante más económica lo constituye el empleo de los materiales existentes en la instalación, por lo que se propone en el nuevo proyecto de alumbrado.
- Se determinó que el nivel de iluminación en la instalación no es el adecuado
- Se comprobó la inadecuada selección de las luminarias, así como la escasez y la incorrecta distribución de las mismas.
- Con el proyecto propuesto se mejorará el nivel de iluminación de la instalación, a partir del incremento del número de luminarias con una correcta distribución y selección.
- La metodología utilizada se sustenta en bases científicas, que permite hacer un análisis integral de los sistemas de iluminación teniendo en cuenta las deficiencias en la proyección del mismo.

# BIBLIOGRAFÍA

1. Alemany Barreras, A. Climatología, iluminación y acústica. Aplicación en la arquitectura. ISPJAE. Departamento de ediciones. 1986.
2. Alumbrado con proyectores <http://Bdd.unizar.es/pag2/tomo2/tema9/9-4.htm>.2001.
3. Alumbrado de exteriores. <http://Bdd.unizar.es/pag2/tomo2/tema9/9-4.htm>.1999.
4. Arámbula González, R- Tesis Profesional- Procedimientos de diseños para iluminar Exteriores – Universidad Iberoamericana México- 1995.
5. BJC. España. Catalogo General de Iluminación. 1987-88
6. BJC. Fabrica Electrotécnica Josa S.A, Barcelona, (España). Catálogo Iluminación. 1995
7. Catálogo General de la Luz Osran. 1998/1999.
8. Catálogo General de iluminación Indalux (1995).
9. Catálogo de iluminación Effetre (1995).
10. Contaminación lumínica. [http:// www14.brinkster. com. /lumínica/](http://www14.brinkster.com./lumínica/).1998.
11. Fábrica Electrotécnica Josa S.A Barcelona, España. Catalogo General de Iluminación 1987-88
12. Fedorov, A.A.; Eduardo Rodríguez López. Suministro Eléctrico de Empresas Industriales. Primera reimpresión. Poligráfico Alfredo López, 1982 342p.
13. Frier, J, P y Gasley N. E.- Sistemas de Iluminación Industriales.- Ed. Limusa, 1986.
14. Manual de alumbrado Edición Revolucionaria (Traducción al Castellano del manual de Alumbrado Westinghouse).1986.
15. Manual de Procedimiento para el Diseño y Cálculo de una Instalación de Alumbrado. Centros de Proyectos del Níquel. 1999.
16. Masorra, Soto, J; Gironella Fernández, J. Suministro Eléctrico Industrial. Facultad de Energética, ISPJAE, MES. 1986. 283p
17. Oportunidades de Proyectos MDL en Cuba. 2003.
18. Papel Central que la Iluminación juega en Ferias. [http://www.ctio.noao.edu/light\\_pollution/1999](http://www.ctio.noao.edu/light_pollution/1999).

19. Representación de las Características luminosas de las Lámparas y Luminarias 2002.
20. Revista Ingeniería de la Iluminación (reimpresión) Mayo, Junio 1967.
21. Sistemas de Iluminación. <http://www.octanorm.es/silumina.htm>.2000.
22. <http://www.energia.com> 1999.
23. <http://www.stilar.net>
24. <http://www.cepri.cl/iku>.1998.
25. [http://www.ctio.noao.edu/light pollution/1999](http://www.ctio.noao.edu/light%20pollution/1999).
26. <http://www.octanorm.es/silumina.htm>.2000.

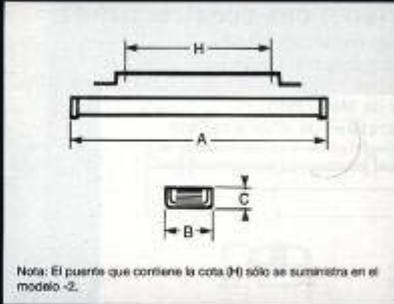
**ANEXOS**

# ANEXOS

Anexo # 1 Luminarias y lámparas fluorescentes instaladas actualmente en la instalación hotelera.

**BJC**

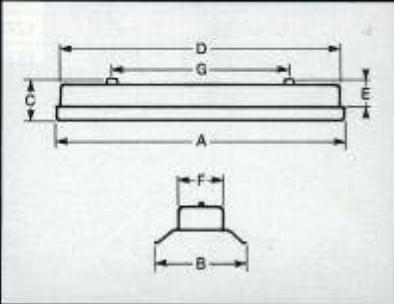
### Regletas perfiladas



Nota: El puerto que contiene la cota (H) sólo se suministra en el modelo -2.

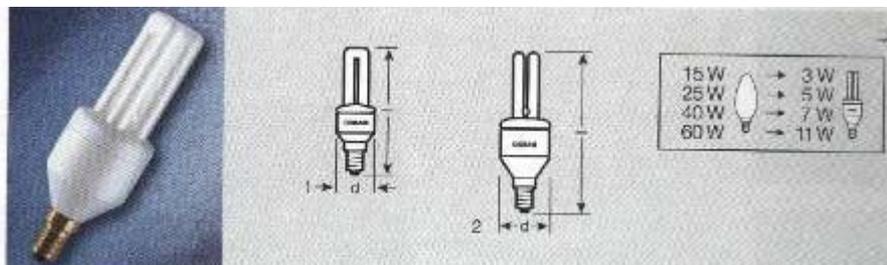
Clase I IP 20

### Pantallas



Clase I IP 20

**Anexo # 2 Luminarias y lámparas fluorescentes compactas (bombillos ahorradores) instaladas actualmente en la instalación hotelera.**

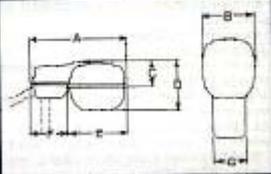


## Anexo # 3 Luminarias propuestas para el alumbrado de calles.

**EBC** **Urban-lux | E-40**



**Clase I Ⅱ Ⅲ IP 54**  
\* Impermeable, a prueba de polvo, resiste la lluvia.



MEDIDAS						
A	B	C	D	E	F	G
669	380	190	324	430	240	180



**SUPORTE PARA TAMBOR**  
El soporte está fabricado en aluminio anodizado. Permite la instalación en la estación de transformación y en la estación de regulación.



**ALIMENTACIÓN EN BLOQUE**  
El sistema de alimentación en bloque permite la instalación en la estación de transformación y en la estación de regulación.



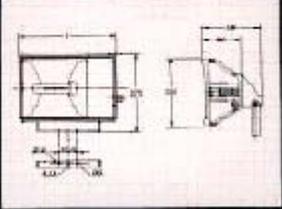
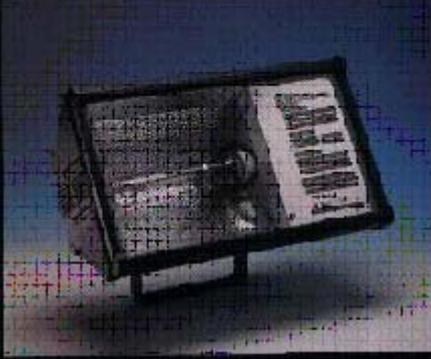
**REGULADOR DE FLUJO DE LUZ**  
El regulador de flujo de luz permite la instalación en la estación de transformación y en la estación de regulación.



**RENDIMIENTO OPTICO**  
El rendimiento óptico permite la instalación en la estación de transformación y en la estación de regulación.

## Anexo # 4 Luminarias propuestas para el alumbrado de las instalaciones deportivas y el área exterior.

**EIC** **Proyectores Polaris**



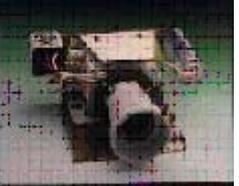
Clase I    IP 65



Cuenta con diámetro extendido y  
trazo variable en función de  
altura de montaje y uso.



Disco integrado rotatorio, para  
ángulos de 2-110°.



El cuerpo está realizado en  
una única pieza de aluminio  
Pentium 6061.

## Anexo # 5 Luminarias propuestas para el alumbrado de los locales interiores.

