



PROGRAMA INTEGRAL DE “ASISTENCIA TÉCNICA Y CAPACITACIÓN PARA LA FORMACIÓN DE ESPECIALISTAS EN AHORRO Y USO EFICIENTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE GUATEMALA”

**CURSO – TALLER
PROMOTORES DE AHORRO Y EFICIENCIA DE
ENERGÍA ELÉCTRICA**

MÓDULO II: AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS DE ILUMINACIÓN



Guatemala, Guatemala

1 – 5 / Marzo / 2010



2. Ahorro de Energía en Iluminación.

Los componentes de un equipo de iluminación son: luminarias, lámparas y balastos.

Una luminaria, es aquel aparato compuesto por un gabinete o armadura de metal que sirve para repartir, filtrar la iluminación a través de un reflector y accesorios necesarios para fijar, proteger y conectar la(s) lámpara(s) al circuito de alimentación eléctrica, junto con este, va incluido un refractor que tiene como finalidad proporcionar la mejor distribución luminosa de una fuente de luz artificial.

La selección de luminarias depende del uso que se dará a la iluminación, existen luminarias especiales para altas concentraciones de la luz, existen otras para las cuales el mayor aprovechamiento luminoso se da hacia el frente de donde están colocadas, las hay con amplia o cerrada curva de distribución. Y también se diseñan para diferentes alturas de montaje.

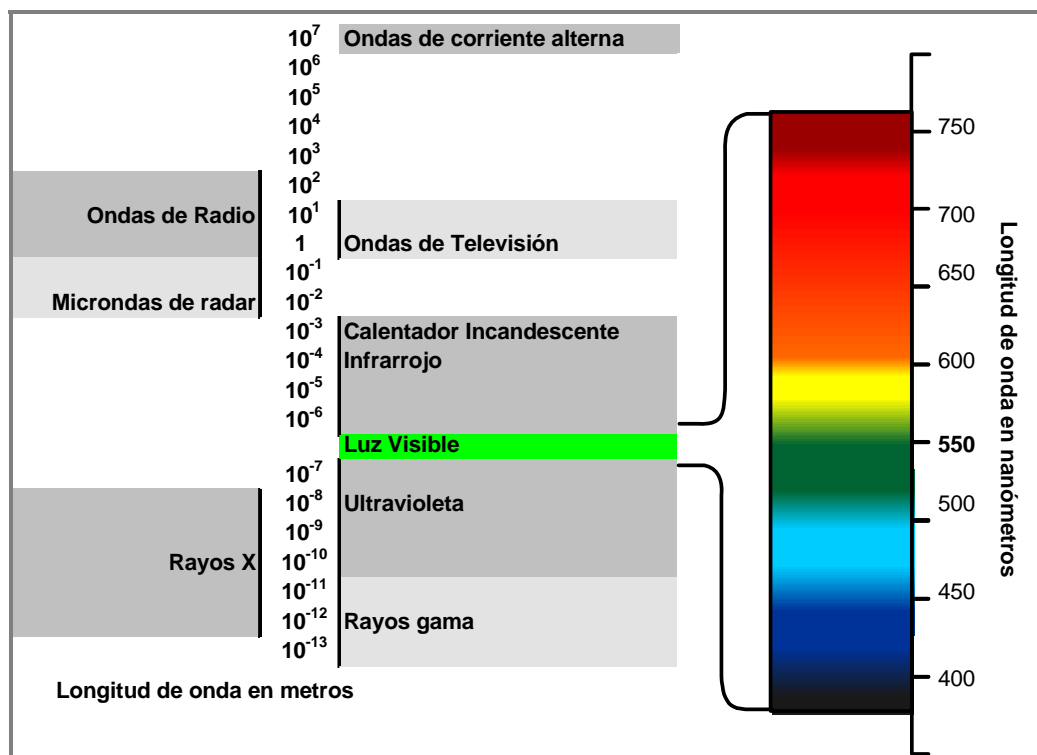
Una mala selección de luminarias llevara inevitablemente a malas condiciones luminosas, evidenciándose en bajos niveles de iluminación y en una iluminación no uniforme. Evidentemente esto conducirá a un grave cansancio y fatiga visual de los usuarios de la iluminación, lo que los hará menos productivos y con ansiedad de terminar a la brevedad las labores realizadas.

2.1. FUNDAMENTOS DE ILUMINACION

2.1.1. Introducción

La luz es el medio mediante el cual el ojo es capaz de percibir visualmente ciertos objetos. La luz físicamente es una radiación electromagnética capaz de propagarse en un movimiento ondulatorio transversal a una velocidad de 300,000 km/seg.

Figura 2.1.1 Espectro Electromagnético

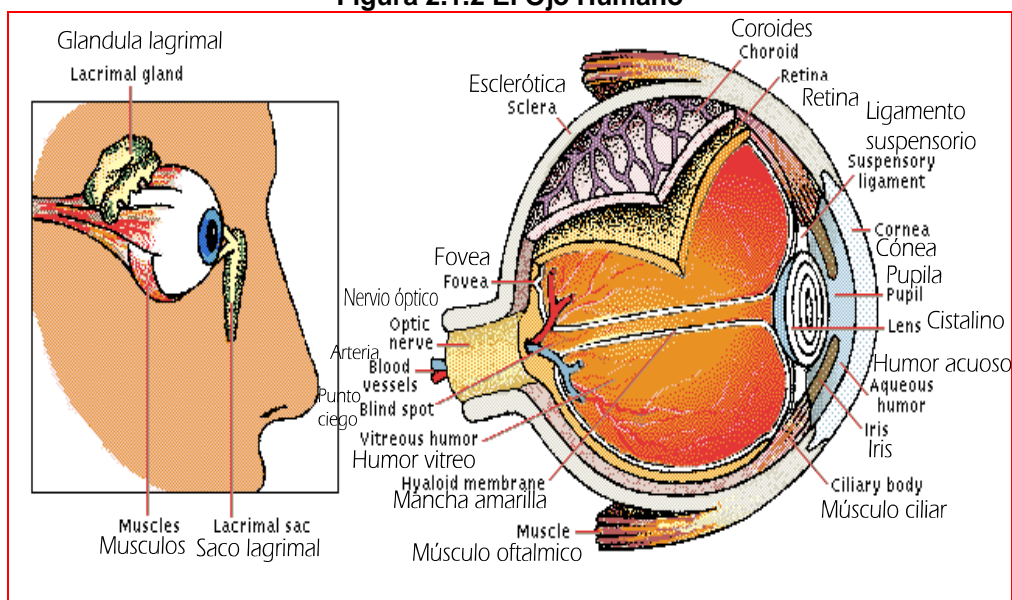




2.1.2. Características de la Visión del Ojo Humano

El ojo es el órgano fisiológico mediante el cual se experimentan las sensaciones visuales, el ojo es capaz de ver un objeto gracias a la brillantez que presente el mismo objeto. En otras palabras el ojo ve brillantez no iluminación. Todo objeto al recibir la incidencia de la luz se presenta en cierto grado de brillantez. La brillantez de un objeto depende de la intensidad de luz incidente y de la cantidad de luz reflejada.

Figura 2.1.2 El Ojo Humano



Párpado. Protege al ojo y lo ayuda a regular la cantidad de luz que recibe.

Cornea. Es la porción transparente de la membrana envolvente del ojo (esclerótica) que se encuentra al frente formando parte del sistema refractor.

Iris. Funciona como un diafragma regulando la cantidad de luz que penetra dentro del ojo.

Pupila. Es una abertura en el centro del iris por la cual pasa la luz, su tamaño es regulado en forma involuntaria de acuerdo los movimientos del iris.

Cristalino. Es una cápsula transparente a modo de lente colocada atrás del iris, tiene la propiedad de variar su curvatura para enfocar objetos en función de su distancia. El proceso de movimiento de ajuste lo realizan los músculos ciliares cambiando su curvatura.

Retina. Es la parte interna del ojo sensible a luz que esta constituida por una serie de ramificaciones nerviosas que se conectan con el nervio óptico, estas ramificaciones terminan en los conos y bastones.

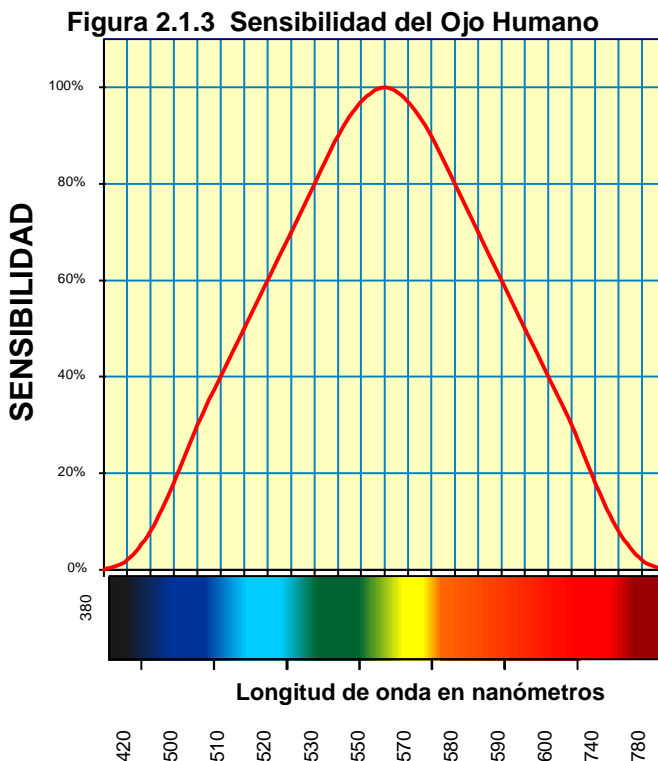
Conos. Son los sensores que detallan los objetos finos y perciben el color, siendo insensible en bajos niveles de iluminación. Su mayor concentración está en la fovea donde se encuentran solamente conos y es donde se forma la imagen que va a ser visualizada.

Bastones. Son los sensores sensibles a bajos niveles pero no perciben los colores, se podría decir que con ellos se ve en blanco y negro, sirven también para lograr una visión periférica del ambiente. Su número aumenta a medida que aumenta la distancia desde la fovea.

Punto Ciego. Es el punto en el cual se une la retina al nervio óptico y en el cual no hay terminales sensibles.



El ojo humano normal percibe luz en diferentes colores de acuerdo a su sensibilidad (figura 2.1.3), la cual es mayor para longitudes de onda de 550m nanómetros en la visión de día y para 507 nm en caso de la visión nocturna. En otras palabras el ojo no es igualmente sensible para todas las longitudes de onda del espectro visible, incluso la sensibilidad varía según el individuo y/o su edad.



Adaptación. Es la capacidad que posee el ojo para ajustarse automáticamente a las diferentes iluminaciones de los objetos. Este ajuste lo realiza la pupila de manera similar a una cámara fotográfica, en su movimiento de cierre y apertura. Cuando la iluminación es intensa, por ejemplo a la luz del día, la pupila se cierra reduciendo la luz que entra al cristalino; por el contrario cuando la iluminación es baja la pupila se expande para captar mejor los objetos.

Al pasar de un local muy iluminado a otro casi a oscuras, es ojo experimenta un proceso de adaptación con duración de 30 minutos. La figura 2.1.4, muestra la relación existente entre la sensibilidad del ojo humano y su tiempo de adaptación. La adaptación en el proceso contrario de pasar de un local poco iluminado a otro muy iluminado dura unos cuantos segundos.

Acomodación. Es la capacidad que tiene el ojo para ajustarse automáticamente a las diferentes distancias de los objetos y obtener imágenes nítidas en la retina. Esta habilidad del ojo disminuye con la edad a consecuencia del endurecimiento del cristalino.

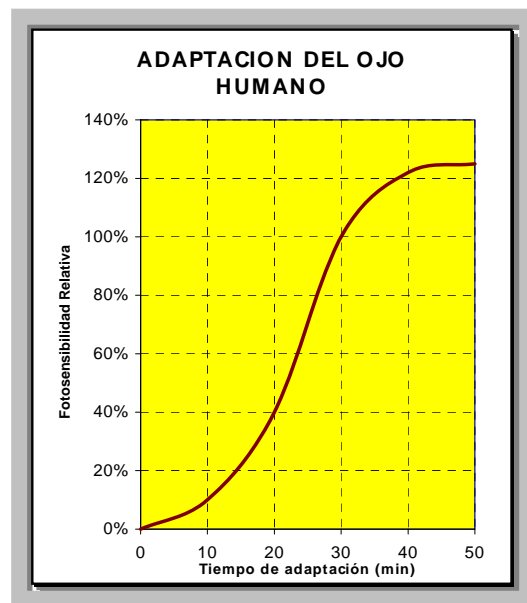


Figura 2.1.4 Proceso de adaptación



La iluminación en un lugar de trabajo debe cumplir ciertas características mínimas para que nuestra vista perdure en condiciones adecuadas, en México se han establecidos los siguientes valores en la Norma Oficial Mexicana 025

Niveles de iluminación

Los niveles mínimos de iluminación que deben presentarse en el plano de trabajo, para cada tipo de tarea visual o área de trabajo, son los establecidos en la tabla.

TAREA VISUAL DEL PUESTO DE TRABAJO	ÁREA DE TRABAJO	NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN (LUX)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Áreas generales exteriores: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Áreas generales interiores: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Áreas de servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pailería.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble e inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies, y laboratorios de control de calidad.	750
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas y acabado con pulidos finos.	Áreas de proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulido fino.	1,000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Áreas de proceso de gran exactitud.	2,000

2.1.3. Conceptos Básicos para los Sistemas de Iluminación.

En los sistemas de iluminación participan diferentes componentes, como son la luminaria, difusor, lámparas, balastro y algunos más. En esta sección se mostrará las principales definiciones de estos conceptos.

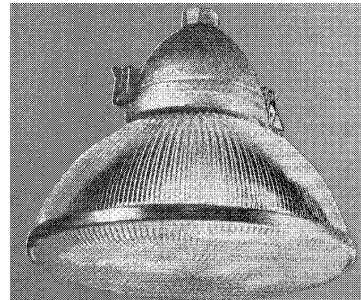
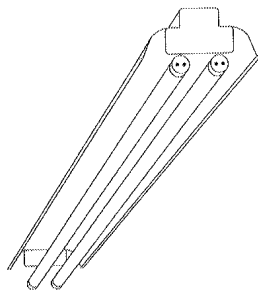
Lámpara. Es el aparato mediante el cual se transforma la energía eléctrica en energía luminosa. Existen diferentes tipos de lámparas.



Balastro. Es el equipo electromagnético o electrónico empleado para operar las lámparas de descarga eléctrica, proporciona a la lámpara sus condiciones de operación correcta.



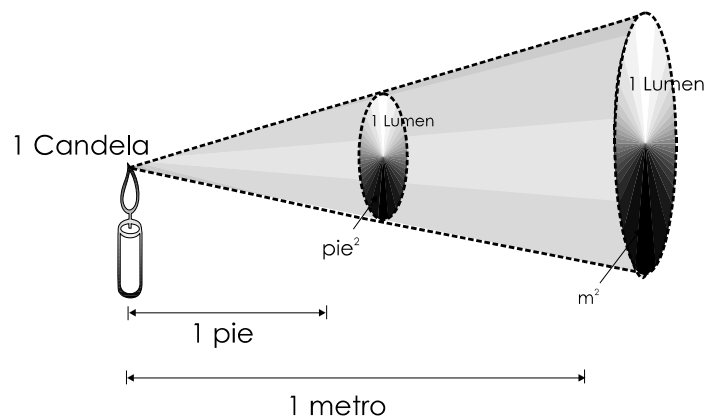
Luminario. Es el gabinete contenedor de lámparas y en algunos casos también balastos, se utiliza para dirigir y controlar el flujo luminoso de una o más lámparas.

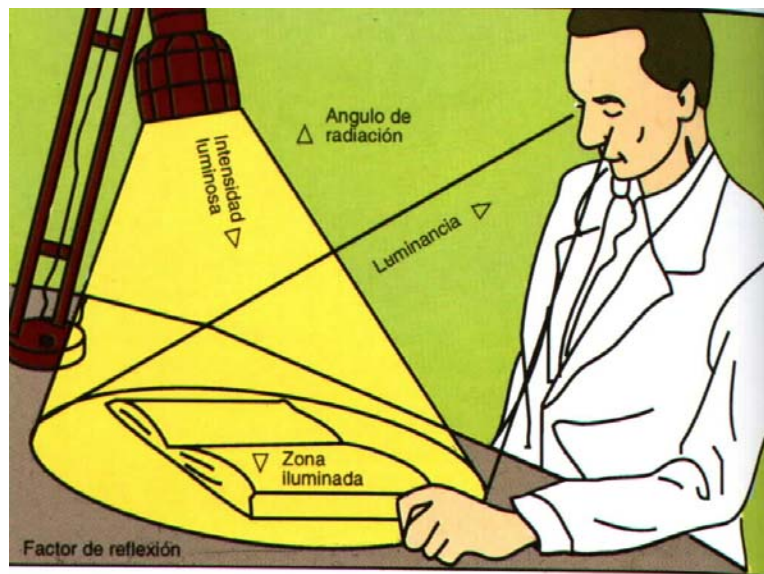


Candela. Es la unidad de Intensidad Luminosa. Imagina un punto de luz en una pared, el haz de luz tiene una magnitud (o intensidad) de un cierto número de candelas dirigidas a la pared.

Flujo Luminoso. Es la cantidad de luz emitida por una fuente luminosa en cierto ángulo sólido.

Lumen. Es la unidad de flujo luminoso. es igual a un flujo emitido por una esfera unitaria de cuya intensidad luminosa es de una candela.





Nivel de Iluminación o de Iluminancia. Se define como la densidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie, su unidad de medida es el lux. Un lux es igual a un lumen por metro cuadrado. El nivel de iluminación se recomienda en un cierto valor mínimo de luxes de acuerdo a la tarea a desarrollar y tipo de lugar de trabajo.

$$\text{Lux} = \frac{\text{Lumen}}{\text{m}^2}$$

Footcandle. Por definición, es un lumen sobre una superficie de un pie cuadrado.

$$\text{Footcandle} = \frac{\text{Lumen}}{\text{pie}^2}$$

Brillantez o Luminancia. Es la relación entre la intensidad luminosa existente en una cierta superficie en la dirección de visión del ojo. La luz puede ser reflejada por la superficie, como en la reflexión de luz sobre una pared o un pedazo de papel, transmitida a través de un material o emitida por la superficie de un material, como un difusor, o generada por una superficie como una lámpara fluorescente. Su símbolo es L y su unidad es la cd/m² (candela sobre metro cuadrado). También es posible encontrar otras unidades como el stilb (1 sb = 1 cd/cm²) o el nit (1 nt = 1 cd/m²). En el sistema inglés la unidad es el Footlambert y es igual a un lumen de luz emitida por un pie cuadrado de área.

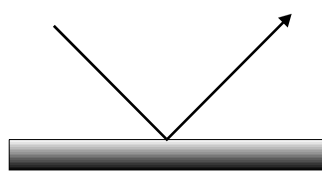
Luminancia

$$L = \frac{I}{S_{\text{aparente}}} = \frac{I}{S \cdot \cos \alpha}$$

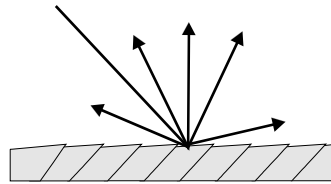
Símbolo: L

Unidad: cd/m²

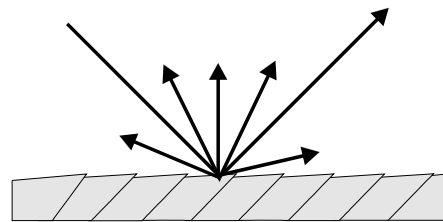
Reflector. Dispositivo empleado para aprovechar la reflexión de la luz. La reflexión de la luz es especular cuando los rayos luminosos reflejados se orientan en direcciones preferentes de acuerdo a las características geométricas de las superficies en las que se produce la reflexión. La reflexión de la luz es difusa cuando la reflexión se da en todas direcciones.



Reflexión Especular

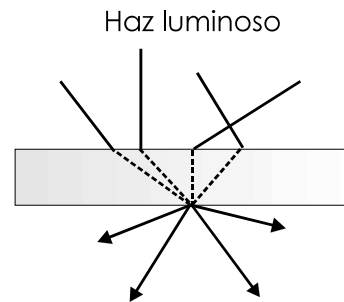


Reflexión Difusa



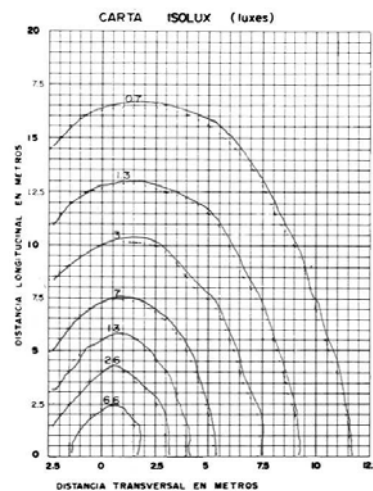
Reflexión Mixta

Refractor. Es el dispositivo empleado para controlar los cambios de dirección de un haz luminoso cuando pasa de un cierto medio a otro de diferente densidad, usualmente son fabricados con acrilico o policarbonato. El mejor control de la luz se logra empleando lentes ópticas.



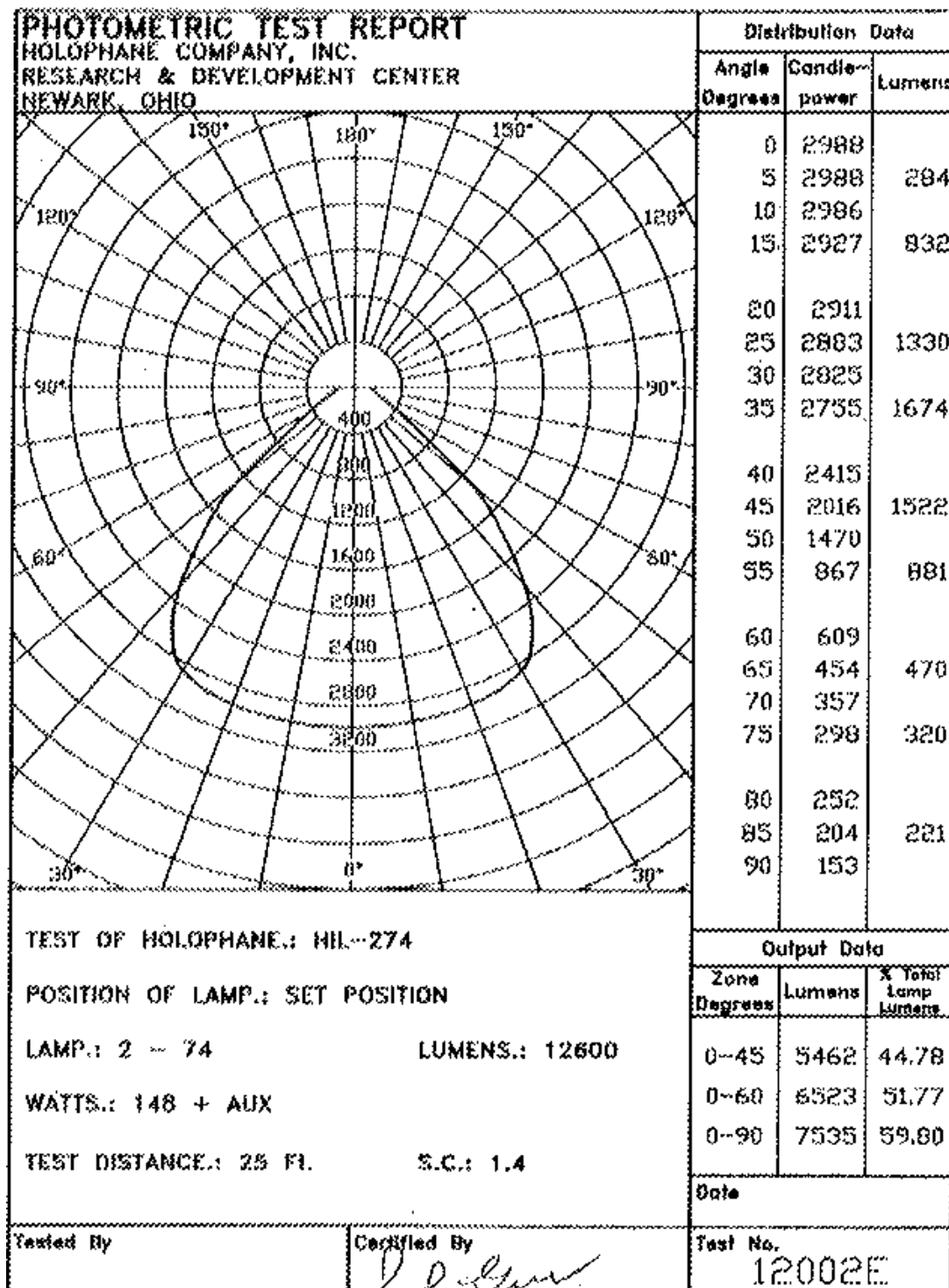
Refractor o Controlente

Curva Isolux. Son curvas que representan iguales niveles de iluminación sobre un plano de trabajo.





Curva de distribución. Es la representación gráfica del comportamiento del flujo luminoso emitido por una luminaria, se representa en coordenadas polares y sus valores están dados en candelas.

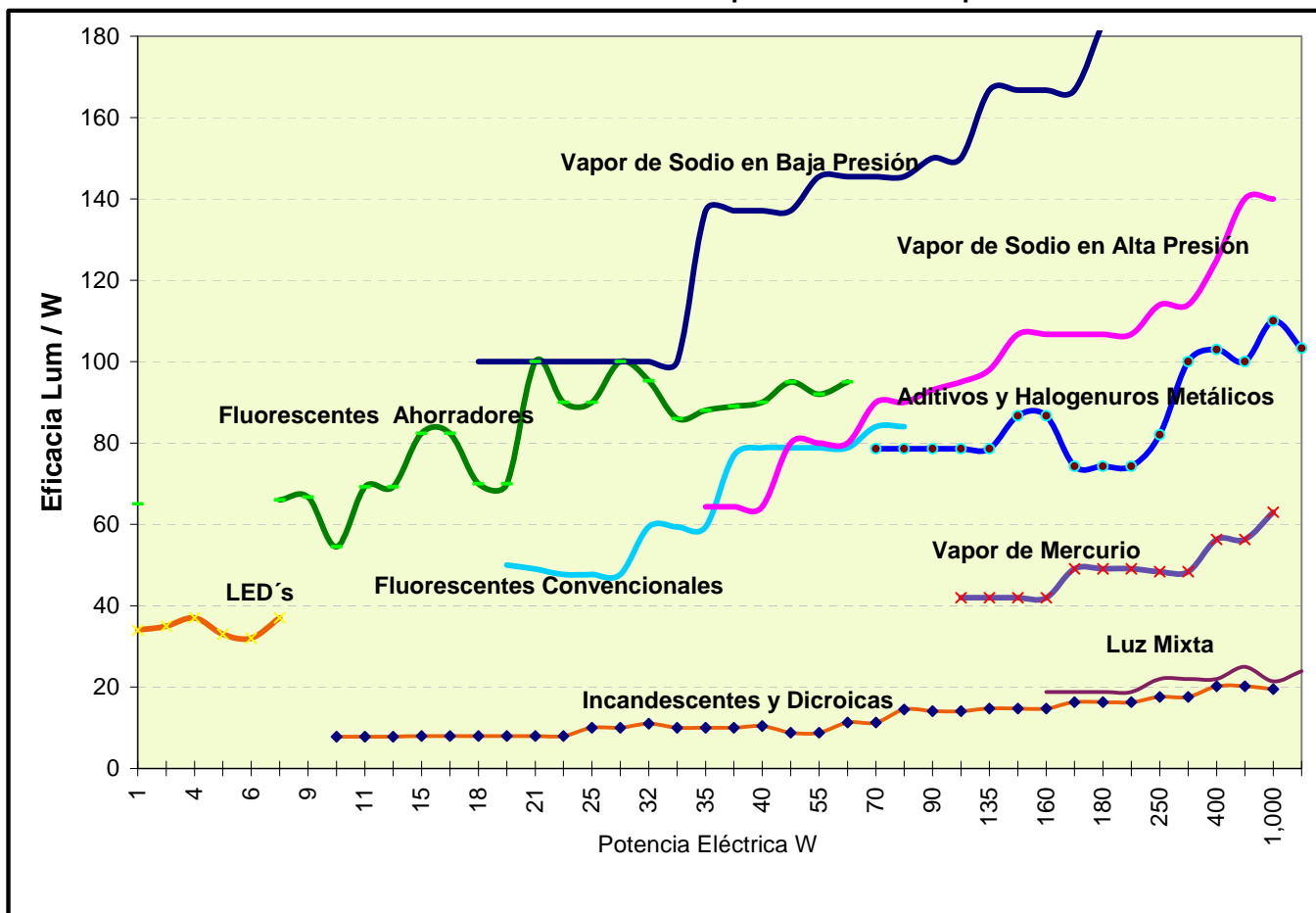




Eficacia de una Lámpara. Es el flujo luminoso emitido de una lámpara entre la potencia eléctrica (Watt) que requiere para operar, se expresa como lumen/W, en la gráfica 2.1.1 se muestra la eficacia de diferentes lámparas.

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Lúmenes}}{\text{Watt}}$$

Gráfica 2.1.1 Eficacia de diferentes lámparas a diferentes potencias.



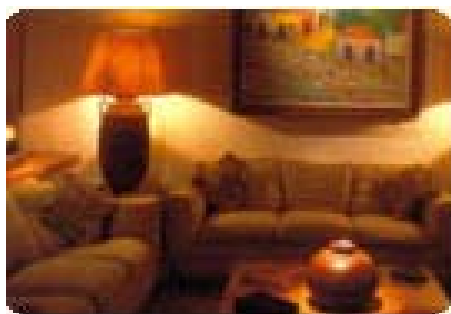
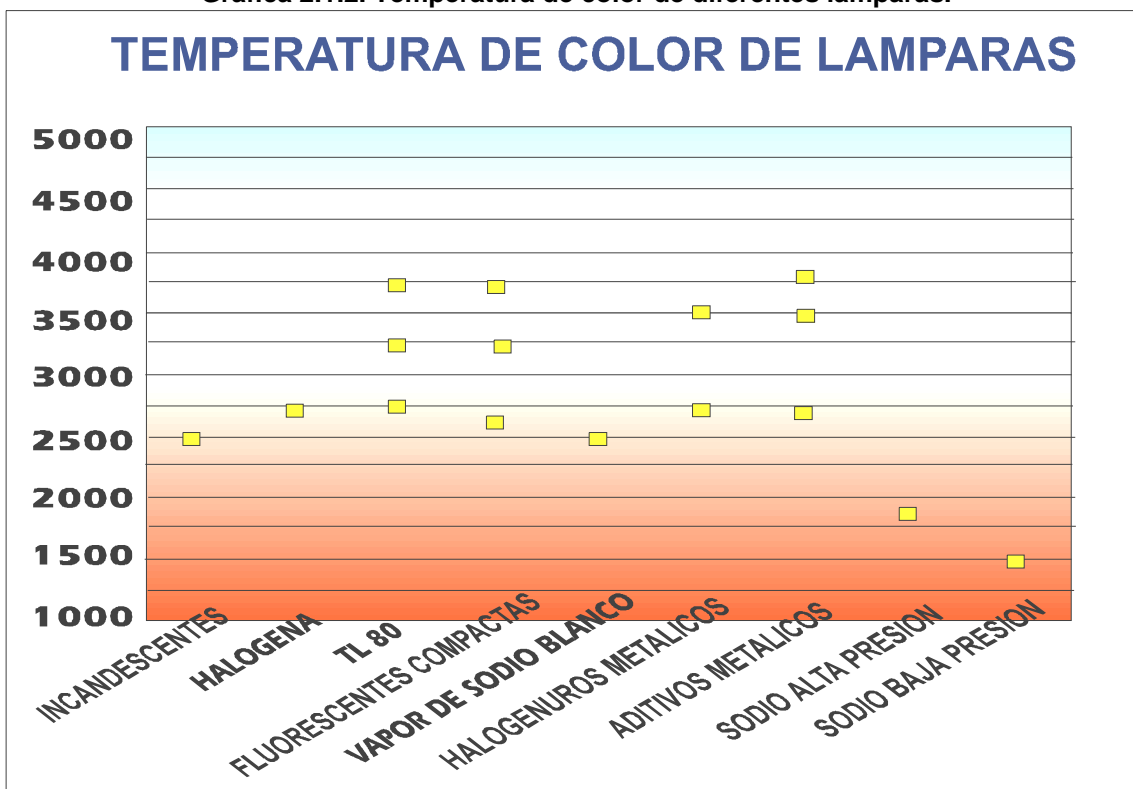
Eficacia de una Luminaria. Es el flujo luminoso emitido por el conjunto de lámparas que aloja una luminaria entre la potencia eléctrica (Watt) que requiere para operar incluidos los balastos, se expresa como lumen/W.

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Lúmenes}}{\text{Watt}}$$



Temperatura de Color. Es una medida del color de la luz emitida por un cuerpo negro a una temperatura en particular, es expresada en grados Kelvin (K). Las lámparas incandescentes tienen una baja temperatura de color (2800 K) denotada por un tono rojo-amarillo; las lámparas luz de día poseen alta temperatura de color (aproximadamente 6000 K) y aparecen como azulado. En la actualidad el fósforo usado en lámparas fluorescentes puede graduarse para proveer cualquier temperatura de color deseada en el rango de 2800 a 6000 K (ver gráfica 2.1.2).

Gráfica 2.1.2. Temperatura de color de diferentes lámparas.

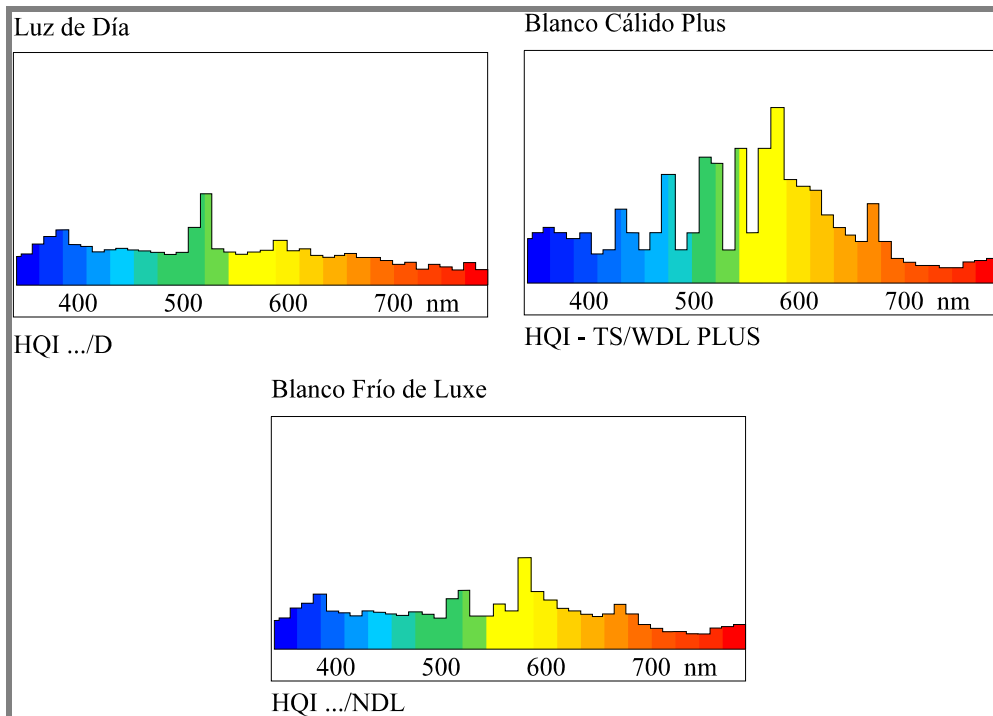


Ambiente Frío



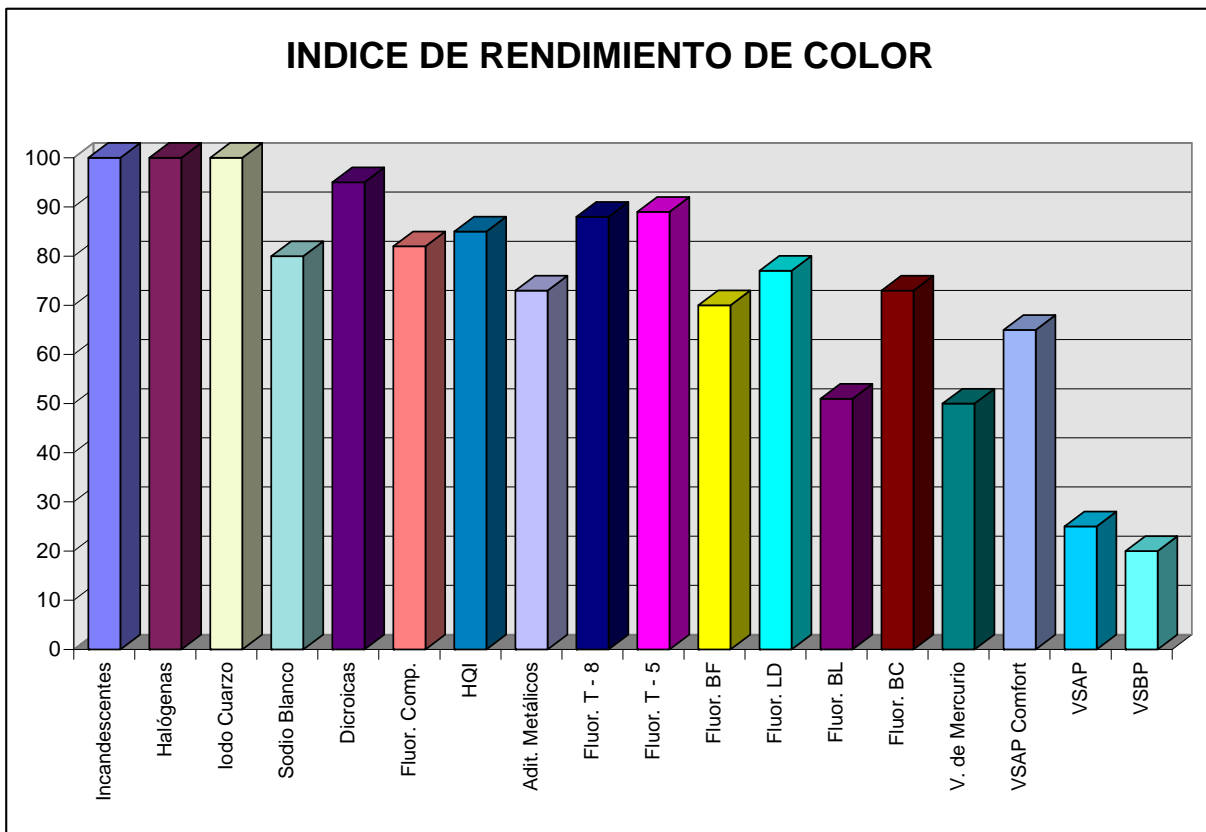
Ambiente Cálido



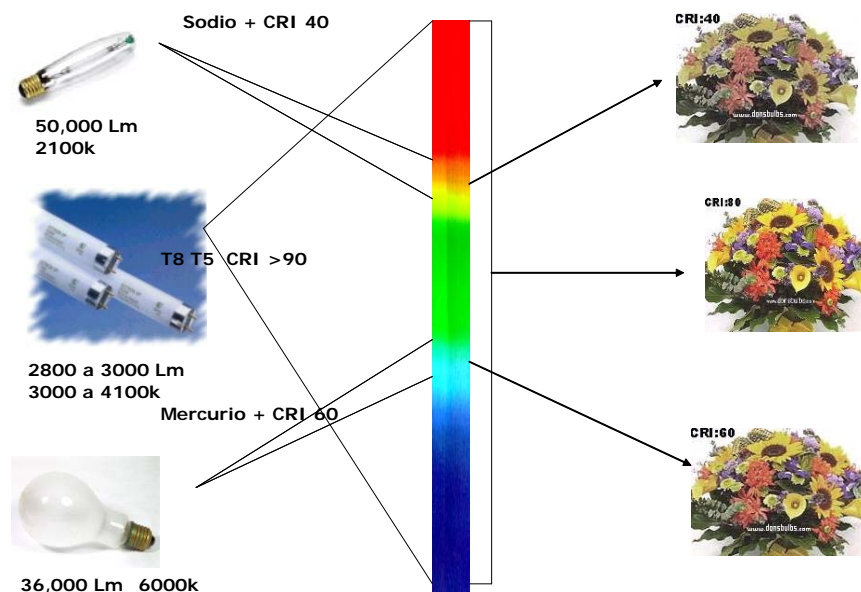


Índice de Rendimiento de Color (CRI). Es una medida que describe la calidad de la reproducción de colores de la luz de una lámpara, debe ser considerada en toda aplicación de iluminación, se mide en una escala del 0 al 100, o en porcentaje. La luz del sol y la luz incandescente tienen un CRI de 100. Es importante saber que los objetos y personas iluminados bajo una luz con alto CRI se ven más naturales, además que el nivel de iluminación se percibe como mayor.

En aplicaciones comerciales, las lámparas con alto índice de rendimiento de color hacen que la mercancía sea más atractiva al cliente, la comida sea más apetitosa en los restaurantes y la gente en general luzca mejor, saludable y más natural. En las oficinas se incrementa la productividad del trabajador, se reduce el ausentismo y se disminuye el riesgo de cometer errores.



COMPARATIVO DE EFECTO VISUAL



Coefficiente de Utilización. Es la relación entre el flujo luminoso saliente de un luminario y el incidente sobre un plano de trabajo. En cierta forma es una medida de la eficiencia de un luminario, los luminarios con mayores coeficientes de utilización aprovechan en mejor forma el flujo luminoso de las lámparas.



El coeficiente de utilización de la luminaria es dependiente tanto de la geometría del luminario como de las características físicas del local a iluminar; estas características son: longitudes y colores internos. El coeficiente de utilización toma en cuenta la iluminación que es absorbida y reflejada por las paredes, colores, y la textura misma. Estos valores se pueden encontrar en los catálogos de los fabricantes de luminarias.

$$\text{Coeficiente de Utilización} = \frac{\text{Flujo luminoso en área de Trabajo}}{\text{Flujo total de lámpara luminaria}}$$

Por ejemplo, si se tiene una luminaria con 4 lámparas y cada una de ellas tiene un flujo luminoso de 3,000 lúmenes, por otro lado, el flujo luminoso que se tiene en el campo de trabajo es de 6,000 lúmenes.

$$CU = \frac{6,000}{12,000} = 0.50$$

El CU de una luminaria esta especificado para cada tipo, es función de tres factores: las características físicas y geométricas de la luminaria, las dimensiones y proporciones del local (la relación entre el área de la superficie de la pared vertical con el área de la superficie horizontal), y el porcentaje de luz reflejada por las superficies del cuarto (las reflectancias del local).

COEFICIENTES DE UTILIZACION HOLOPHANE No. HIL-238 2-38 W / BLANCO FRIO TEST1201E											
PISO	TECHO	20%									
		80%			50%			10%			0%
PARED	0	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0%
			1	.63	.60	.58	.59	.57	.55	.54	.53
	2	.56	.52	.49	.52	.50	.47	.49	.47	.45	.44
	3	.50	.45	.42	.47	.43	.41	.44	.41	.39	.38
R	4	.44	.40	.36	.42	.38	.35	.40	.37	.34	.33
C	5	.40	.35	.32	.38	.34	.31	.36	.33	.30	.29
R	6	.36	.31	.28	.36	.31	.28	.33	.30	.27	.26
	7	.33	.28	.25	.32	.28	.25	.30	.27	.24	.23
	8	.30	.26	.22	.29	.25	.22	.28	.24	.22	.21
	9	.28	.23	.20	.27	.23	.20	.26	.22	.20	.19
	10	.26	.21	.18	.25	.21	.18	.24	.21	.18	.17

La relación de cavidad del local se determina con la siguiente ecuación:

$$RCL = \frac{5 \times H \times (L + B)}{A}$$

El coeficiente de utilización no debe confundirse con la eficiencia de la luminaria, ya que esta relaciona el flujo luminoso de las lámparas y el flujo que sale..

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Flujo de Salida de la Luminaria}}{\text{Flujo Total de Lámparas Luminaria}}$$

Por otro lado, el valor de la eficiencia de la luminaria no cambia como una función de las características del local, mientras que el CU es dinámico, es decir, varía con las proporciones y reflectancias de las superficies.



Entre los elementos que hay que analizar están:

- Los colores, los claros permiten mayor reflexión en techos, paredes y pisos.
- Que el tipo de lámparas sea adecuado para la altura de montaje.
- El estado de las luminarias, en cuanto aprovechan el flujo luminoso de las lámparas.
- Sí el nivel de iluminación actual cumple con los recomendados para cada actividad en particular.
- El control de encendido y apagado, individual y/o general.
- El tipo de luminaria, si su diseño es acorde con el local y las tareas que el se realizan.
- El tipo de lámparas y balastos, de que tipo de tecnología son y en que color de lámpara se utiliza.
- El tipo de difusor, si esta amarillento, corroído, etc.

Reflectancias aproximadas

Tono	Color	% de reflexion
Muy claro	Blanco nuevo	88%
	Blanco viejo	76%
	Azul verde	76%
	Crema	81%
	Azul	65%
	Miel	76%
	Gris	83%
Claro	Azul verde	72%
	Crema	79%
	Azul	55%
	Miel	70%
	Gris	73%
Mediano	Azul verde	54%
	Amarillo	65%
	Miel	63%
	Gris	61%
Obscuro	Azul	8%
	Amarillo	50%
	Café	10%
	Gris	25%
	Verde	7%
	Negro	3%

2.2. Tipos de Lámparas

2.2.1 Lámparas Incandescentes.

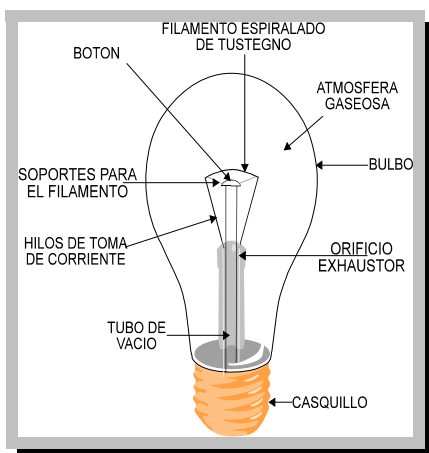


Figura 2.2.1 Diagrama Esquemático, Lámpara incandescente.

A través de un filamento metálico de cierta resistencia eléctrica (frecuentemente tungsteno, alojado al vacío dentro de una ampolla de vidrio en la atmósfera de un gas inerte), se hace pasar corriente eléctrica, lo que produce que el filamento llegue a un punto de incandescencia emitiendo así radiaciones luminosas y caloríficas, ver figura 2-1. Las radiaciones electromagnéticas emitidas por una lámpara incandescente son 90 a 95% infrarrojas y 10% a 5% visibles, esto las convierte como buenas fuentes de calor.

La construcción de un foco incandescente es relativamente sencilla, su funcionamiento también es simple y sin necesidad de aditamentos como balastos o reactores, en la tabla 2.2.2 se muestran los datos técnicos de este tipo de lámparas.



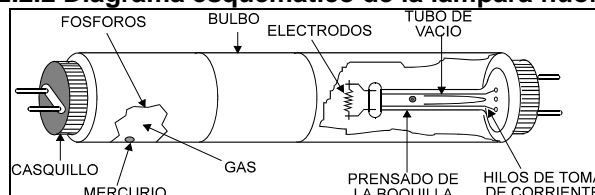
Tabla 2.2.2 Datos de lámparas incandescentes.

POTENCIA Watt	FLUJO LUMINOSO lumenes	EFICACIA lum/W	VIDA horas	DEPRECIACION LUMINOSA
10	78	7.8	1,000	90.0%
15	120	8.0	1,000	90.0%
25	250	10.0	1,000	90.0%
40	415	10.4	1,000	87.5%
50	440	8.8	1,000	90.0%
60	675	11.3	1,000	93.0%
75	1,090	14.5	1,000	92.0%
100	1,410	14.1	1,000	90.5%
150	2,200	14.7	1,000	89.5%
200	3,250	16.3	1,000	90.0%
300	5,290	17.6	1,000	89.0%
500	10,100	20.2	1,000	89.0%
1,000	19,500	19.5	1,000	82.0%

Lámparas Fluorescentes.

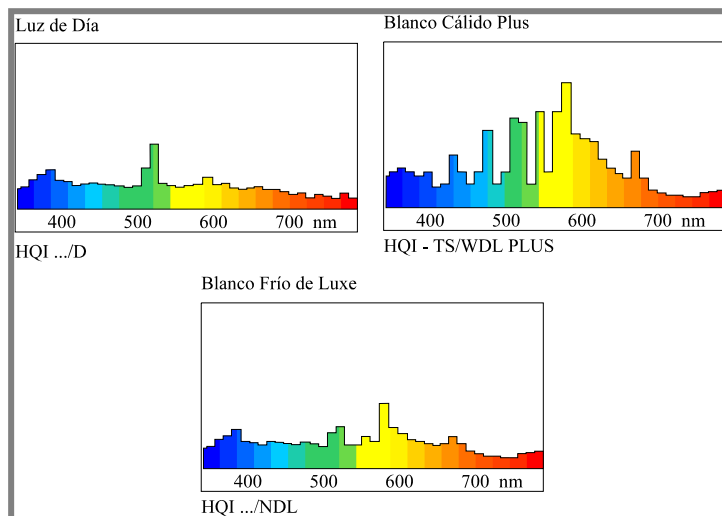
La luz se produce debido al fenómeno de fluorescencia por medio de una descarga eléctrica dentro de un tubo cuya longitud es mucho mayor que su diámetro, en una atmósfera de vapor de mercurio a baja presión. La radiación de mercurio en estas condiciones no es visible, por lo que se utilizan polvos fluorescentes, los cuales tienen la propiedad de cambiar la longitud de onda ultravioleta del arco a longitudes dentro del espectro visible, ver figura 2.2.2.

Figura 2.2.2 Diagrama esquemático de la lámpara fluorescente.



La apariencia de la luz producida es una consecuencia de las características especiales de los polvos fluorescentes. Una lámpara luz de día hace resaltar los colores azules, disminuyendo los rojos; una lámpara blanco cálido por el contrario reproduce en mejor forma los colores rojos mientras que los azules los desplaza hacia el gris; la lámpara blanco frío es de una aplicación intermedia, reproduciendo mucho mejor los colores naranja, verde y amarillo opacando un poco los rojos y azules.

La lámpara fluorescente posee la ventaja de no producir la luz desde un mismo punto focal, sino de hacerlo en forma suave y difusa por toda su extensión sin producir resplandores ni sombras acentuadas. Por ello su luz aparece fresca y más eficiente reduciendo el esfuerzo visual. La limitación de uso de lámparas fluorescentes se encuentra sobre todo en su altura de montaje, ya que para alturas superiores a los 3 metros su aprovechamiento es reducido drásticamente. Las lámparas fluorescentes requieren de un reactor o balastro para operar, generalmente los balastos se diseñan para operar a la vez un par de lámparas, recientemente se han diseñado balastos para operar tres o cuatro lámparas. De acuerdo a su tecnología de arranque las lámparas fluorescentes se dividen en tres grupos:

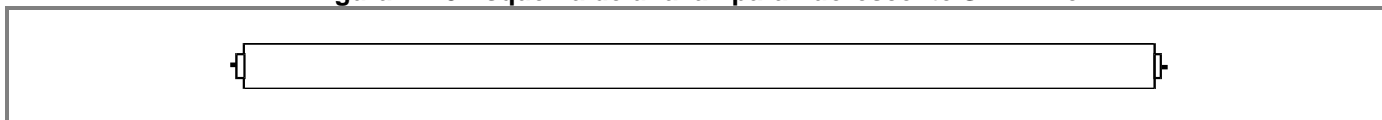




- ⌚ Arranque instantáneo.
- ⌚ Arranque Rápido.
- ⌚ Arranque por Pre calentamiento.

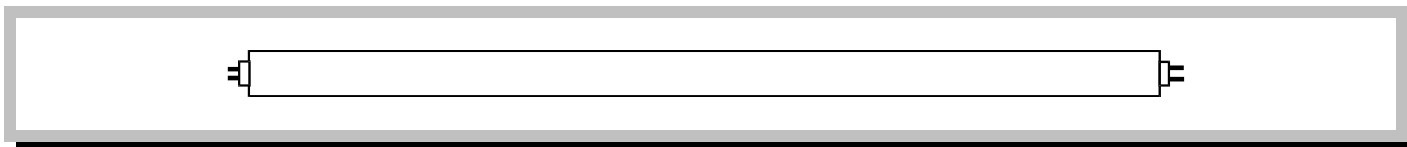
Arranque instantáneo. Estas también reciben el nombre “SLIM LINE”, a la vista se identifican por su casquillo de un solo contacto o pin en cada extremo. Estas lámparas no requieren calentamiento previo ni arrancador, pero requieren de un elevado voltaje de arranque. El balastro enciende las lámparas en serie una después de la otra, una vez encendidas las dos lámparas una parte del balastro deja de operar, en caso de que alguna de las lámparas se funda la otra puede seguir operando, no obstante el balastro sigue funcionando y puede recibir daños de gravedad, ver figura 2-3.

Figura 2.2.3 Esquema de una lámpara fluorescente Slim Line.



Arranque rápido. Las lámparas encienden en forma suave y con un ligero retardo de hasta dos segundos, las características técnicas se muestran en la tabla 2.2.3. El balastro suministra una tensión de arranque menor que en caso Slim Line, no obstante el balastro hace que los cátodos de las lámparas estén permanentemente calientes. La identificación simple de estas lámparas se realiza identificando sus dos contactos o pines en cada uno de los casquillos de sus extremos, ver figura.

Figura 2.2.4 Esquema de una lámpara fluorescente arranque rápido.



Arranque por pre calentamiento. Estas lámparas requieren además del balastro de un arrancador, las lámparas para poder operar deben pasar primero por una corriente mayor que la de su operación normal, con la que se calientan sus cátodos. Estas lámparas se encuentran ya casi fuera del mercado. También presentan dos contactos o pines en cada extremo.

Tabla 2.2.3 Datos de lámparas Fluorescentes Convencionales.

POTENCIA Watt	FLUJO LUMINOSO lumenes	EFICACIA lum/W	VIDA horas	DEPRECIACION LUMINOSA	OBSERVACIONES
20	1,300	65.0	9,000	72.0%	AR Blanco Frío
20	1,075	53.8	9,000	72.0%	AR Luz de Día
21	1,030	49.0	7,500	81.0%	Al Luz de Día
22	1,050	47.7	12,000	72.0%	AR Circular B. Frío
22	850	38.6	12,000	72.0%	AR Circular L. d/Día
32	1,900	59.4	12,000	82.0%	AR Circular B. Frío
32	1,500	46.9	12,000	82.0%	AR Circular L. d/Día
39	3,000	76.9	9,000	82.0%	Al Blanco Frío
39	2,500	64.1	9,000	82.0%	Al Luz de Día
40	2,900	72.5	12,000	84.0%	AR TIPO U BF
40	3,150	78.8	12,000	83.0%	AR Blanco Frío
40	2,600	65.0	12,000	83.0%	AR Luz de Día
75	6,300	84.0	12,000	89.0%	Al Blanco Frío
75	5,450	72.7	12,000	89.0%	Al Luz de Día



Lámparas T – 8 y T- 5.



Los sistemas denominados T8, y T- 5, lámparas de una (8/8, 5/8) pulgada o menos de diámetro, son lámparas fluorescentes que poseen las características más avanzadas en calidad y eficiencia. Con un CRI de 90, un flujo luminoso arriba de los 104 lúmenes por Watt operando con balastro electrónico y un diámetro de 25mm., las lámparas T8 son la mejor opción para diseños de iluminación de oficinas, bibliotecas, tiendas, hospitales y otras múltiples aplicaciones en donde sea importante ahorrar energía y tener una iluminación de alta calidad. Estos productos cuentan con una gran variedad de temperaturas de color para crear ambientes y efectos diferentes. Pueden encontrarse lámparas fluorescentes ahorradoras con una **depreciación luminosa de 95%**, estas son una excelente opción para oficinas, tiendas comerciales y aplicaciones industriales gracias a su alto CRI. Por otra parte, es posible obtenerlas de diferentes longitudes: 61, 91, 122, y 152 cm.



Además, las lámparas T8 incorporan un polvo fluorescente a base de fósforos activados con tierras raras, que proporcionan un mayor flujo luminoso, de excelente rendimiento de color, y con la posibilidad de elegir entre tres distintas temperaturas de color: 3000 K, 3500 K y 4100 K.

FLUORESCENTES LARGAS AHORRADORAS DE ENERGIA					
POTENCIA	FLUJO LUMINOSO	EFICACIA	VIDA	DEPRECIACION	OBSERVACIONES
Watt	lumenes	lum/W	horas	LUMINOSA	
14	1,350	96.4	20,000	92.0%	AR T5 3000 K, 61 cm
14	1,200	85.7	20,000	92.0%	AR T5 4000 K, 61 cm
14	1,100	78.6	20,000	92.0%	AR T5 6500 K, 61 cm
21	2,100	100.0	20,000	92.0%	AR T5 3000 K, 92 cm
21	1,900	90.5	20,000	92.0%	AR T5 4000 K, 92 cm
21	1,750	83.3	20,000	92.0%	AR T5 6500 K, 92 cm
28	2,900	103.6	20,000	92.0%	AR T5 3000 K, 122 cm
28	2,900	103.6	20,000	92.0%	AR T5 4000 K, 122 cm
28	2,400	85.7	20,000	92.0%	AR T5 6500 K, 122 cm
54	5,200	96.3	20,000	92.0%	AR T5 6500 K, 122 cm
32	2,800	87.5	20,000	90.0%	AR T8 U, 61 cm
17	1,400	82.4	20,000	90.0%	AR T8, 61 cm
25	2,250	90.0	20,000	90.0%	AR T8, 92cm
32	3,050	95.3	20,000	90.0%	AR T8, 122 cm
59	5,900	100.0	15,000	90.0%	AI T8, 244 cm
40	3,200	80.0	12,000	89.0%	AR Circular
60	5,400	90.0	12,000	89.0%	AI Blanco Frío T12



2.2.4 Lámparas fluorescentes compactas.

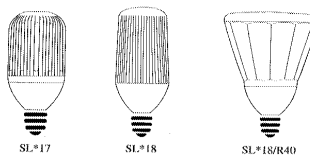
Son lámparas pequeñas que funcionan bajo el principio de generación de luz fluorescente, requieren de equipo adicional como un balastro o adaptador para poder ser instaladas. Las lámparas fluorescentes compactas son una opción eficiente para sustituir un foco incandescente, ahorran hasta un 75% de energía eléctrica por cada lámpara. Existen lámparas compactas que cuentan con alto índice de rendimiento de color (un CRI de 82), además utilizan 75% menos electricidad y con un tiempo de vida 10 veces mayor que un foco incandescente, ver tabla 2.2.4. Su aplicación es ideal para pasillos, corredores, anuncios de emergencia, luz exterior y están disponibles en una gran variedad de longitudes, potencias y temperaturas de color.

Tabla 2.2.4 Algunos tipos de lámparas fluorescente ahorradora, existentes en el mercado.

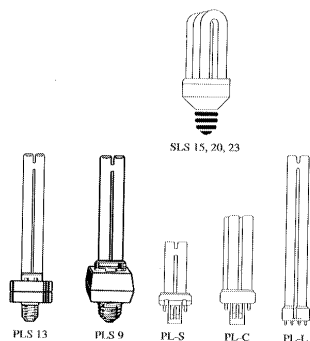
FLUORESCENTES COMPACTAS AHORRADORAS DE ENERGIA				
POTENCIA	FLUJO LUMINOSO	EFICACIA	VIDA	OBSERVACIONES
Watt	lumenes	lum/W	horas	
7	400	57.1	10,000	PL-S
9	600	66.7	10,000	PL-S
9	430	47.8	10,000	SL-S
11	600	54.5	10,000	ER-L SL-S
13	900	69.2	10,000	PL-S
13	860	66.2	10,000	PL-C
15	900	60.0	10,000	SL-S
15	600	40.0	80,000	SL-S/R30, 2700K
15	675	45.0	80,000	SL-S/R40, 2700K
16	900	56.3	7,000	SL/T
17	600	35.3	10,000	SL/G Globo
17	870	51.2	10,000	SL/O
18	1,200	66.7	12,000	PL-L
18	1,100	61.1	10,000	ER-L SL
18	800	44.4	10,000	SL-S/R40, 2700K
20	1,200	60.0	10,000	SL-S
23	1,550	67.4	10,000	SL-S
25	1,750	70.0	10,000	SL-S



Lámparas EARTH LIGHT SL



Lámparas EARTH LIGHT SL-S



PL integradas con adaptador



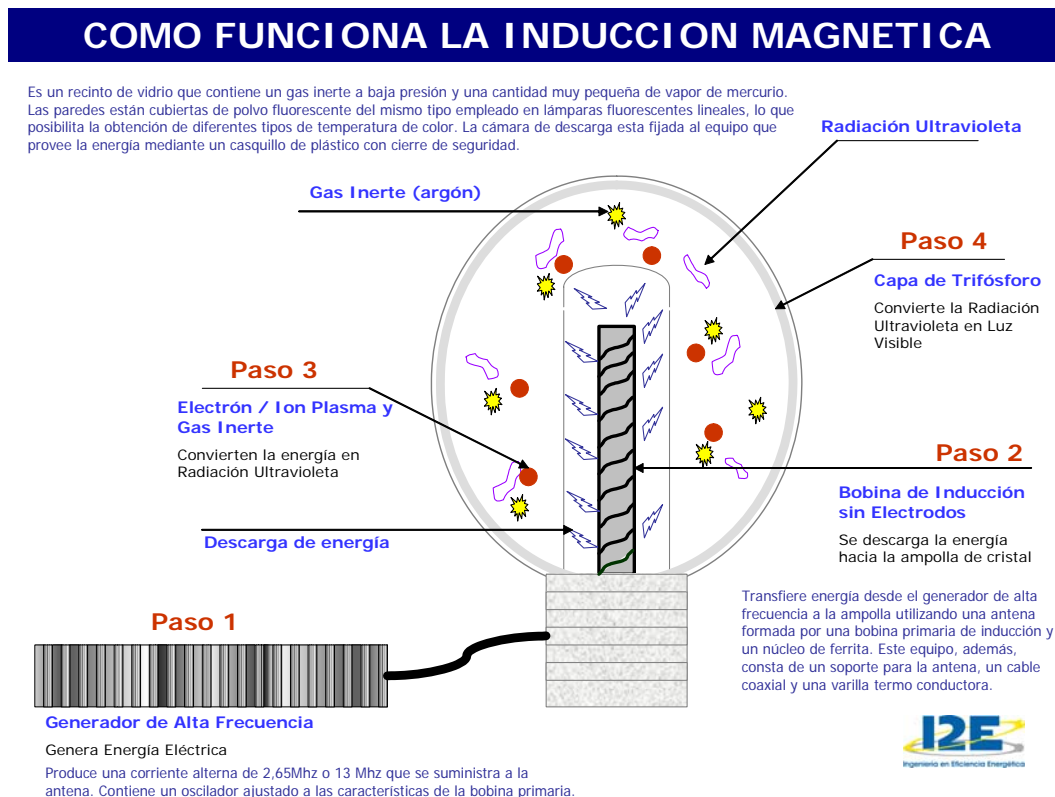
2.2.5 Las lámparas de inducción

Una de las alternativas para iluminación en vialidades así como en centros comerciales con el menor consumo, casi nulo mantenimiento, 100,000 horas de vida útil y una buena distribución de luz son las lámparas de inducción.

Las de inducción son lámparas que no ocupan electrodos, la energía para generar la luz se produce externamente a través de dos electroimanes que producen la inducción magnética de la lámpara.

Es una lámpara de vidrio que contiene un gas inerte a baja presión y una cantidad muy pequeña de vapor de mercurio. Las paredes están cubiertas de polvo fluorescente del mismo tipo empleado en lámparas fluorescentes lineales, lo que posibilita la obtención de diferentes tipos de temperatura de color. La cámara de descarga esta fijada al equipo que provee la energía mediante un casquillo de plástico con cierre de seguridad.

1. Un Generador de Alta Frecuencia genera Energía Eléctrica. Produce una corriente alterna de 2,65Mhz o 13 Mhz que se suministra a una antena. La cual contiene un oscilador ajustado a las características de la bobina primaria.
2. Bobina de Inducción sin Electrodos, se descarga la energía hacia la ampolla de cristal. Transfiere energía desde el generador de alta frecuencia a la ampolla utilizando una antena formada por una bobina primaria de inducción y un núcleo de ferrita. Este equipo, además, consta de un soporte para la antena, un cable coaxial y una varilla termo conductora.
3. La descarga eléctrica opera en forma semejante a las fluorescentes con cátodos, Electrón / Ion Plasma y Gas Inerte, se convierten la energía en Radiación Ultravioleta.
2. La película fluorescente, Capa de Trifósforo, convierte la Radiación Ultravioleta en Luz Visible



Las lámparas de inducción tienen las siguientes ventajas:

- La mayor vida del mercado; igual o superior a cualquier otro medio de iluminación, incluyendo los LEDs.
- Durante su vida, no requieren de mantenimiento ni reposición. Son perfectas para ser instaladas en lugares de difícil o caro acceso.
- Mismo consumo y rendimiento mientras lucen. No hay "tirón" en el arranque. Tampoco cambios de color ni ruidos.
- Excelente índice de reproducción cromática, superior a cualquier otro medio de alumbrado.



- Disponibilidad de varias temperaturas en grados Kelvin , desde las "cálidas" de 2700º, hasta el "blanco total" de los 6500º, con un segmento intermedio de 4100º.
- Posibilidad de encendido/apagado incluso continuo. Sin segundos de espera para el encendido y para su máxima potencia.
- No parpadean.
- No deslumbran.
- Ahorran energía, ayudando a la conservación del medio ambiente.

Existen modelos compactos, con balastro electrónico, integrado o remoto.

COMPACTAS. Con balastro electrónico integrado. Su vida es de 50.000 horas, aunque el tiempo de garantía se cifra en 5 años. Su potencia (Watt): 15, 23 y 40W. Con formas similares a las bombillas de bajo consumo y algunas circulares.

BALASTO SEPARADO. Su vida es de 100.000 horas, aunque el tiempo de garantía se cifra en 10 años. Su potencia (Watt)s es el siguiente: 40, 80, 120 y 200W. Diseños poligonales, rectangulares; y algunas circulares.

Lámpara fluorescente sin electrodos



El sistema ENDURA ha sido desarrollado especialmente para aplicaciones en las que continuo reemplazo de lámparas representa un enorme costo, como en túneles iluminación de fábricas.

La ENDURA de OSRAM tiene una extraordinaria vida de 100 mil horas, esto aproximadamente 5 veces más el servicio de vida normal de una lámpara fluorescente convencional.

En contraste con las lámparas fluorescentes convencionales, la descarga necesaria para generar la luz, no tiene lugar entre dos electrodos sino que se genera a través de dos electroimanes.

- 100 mil horas de vida.
- Alto flujo luminoso.
- Encendido instantáneo sin parpadeos.
- Alta eficacia luminosa
- Excelente calidad de luz IRC 80.
- Alto flujo luminoso de 90% aún en temperaturas extremas. (desde -25°C has 125°C)
- Ideal para luminarios de pequeñas dimensiones.
- Baja depreciación lumínica.
- Puede usarse en sistemas de corriente directa.
- Funciona con balastro electrónico.

ENDURA®				
W	Acabado	K	lm	t (h)
70	Blanco	3 500	6 200	100 000





FLUORESCENTES DE INDUCCION				
POTENCIA	FLUJO LUMINOSO	EFICACIA	VIDA	OBSERVACIONES
Watt	lumenes	lum/W	horas	
70	6,200	88.6	100,000	3500 K
70	6,200	88.6	100,000	4100 K
100	8,000	80.0	100,000	3500 K
100	8,000	80.0	100,000	4100 K
150	12,000	80.0	100,000	3500 K
150	12,000	80.0	100,000	4100 K

Modelo Venus (Compactas) 12 V

- Potencias, vatajes (Watts): 15, 23 y 40 W.



Modelo Saturn 24 V

- Potencias, vatajes (Watts): 40 W



Modelo CL 24 V

- Potencias, vatajes (Watts): 40 W

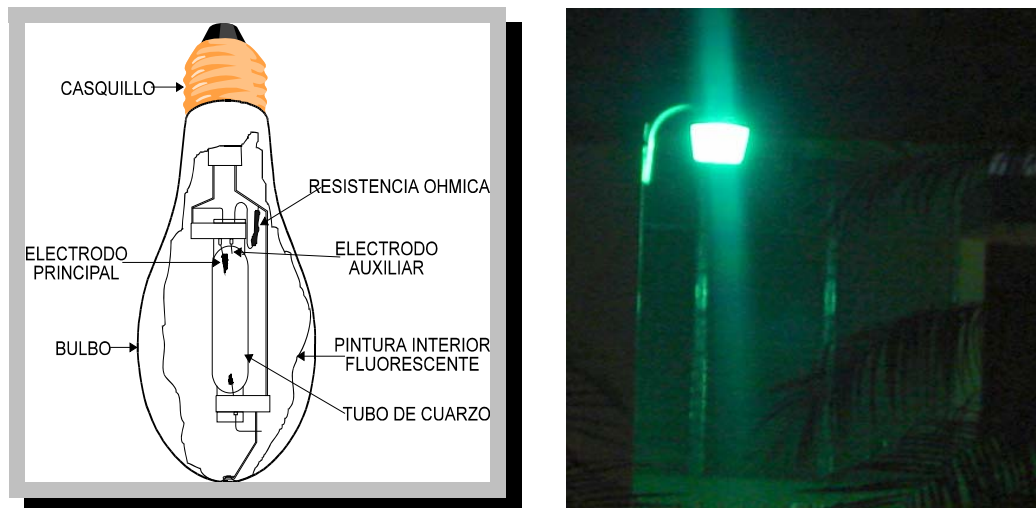




2.2.6 Lámparas de Vapor de Mercurio.

Estas lámparas pertenecen a la familia identificada como Lámparas de Alta Intensidad de Descarga (HID), ver figura 2.2.5. La luz se produce al paso de una corriente eléctrica a través de gas de mercurio gasificado de baja presión. Las lámparas de alta intensidad de descarga llevan un tubo de descarga gaseosa que va alojado en el interior de un bulbo protector, este tubo de descarga opera a presiones y densidades de corriente de magnitud suficiente alta para producir la radiación visible, cuando en sus electrodos se aplica una tensión que da lugar a un arco eléctrico que posteriormente ioniza el gas. Esto vaporiza el mercurio, calentándose rápidamente la lámpara, hasta alcanzar una condición estable.

Figura 2.2.5 Diagrama esquemático, lámpara de vapor de mercurio.



La cantidad de mercurio puro que contiene una lámpara se gradúa con exactitud, también se incluye gas argón para facilitar la descarga eléctrica. Las lámparas producen una luz verde azulada blanquecina debido a la ausencia de radiaciones rojas que provoca la combinación mercurio argón, ver tabla 2.2.5.

Tabla 2.2.5 Datos de Lámparas de Mercurio

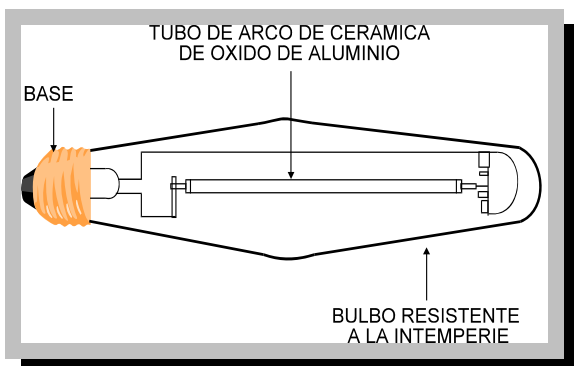
POTENCIA	FLUJO LUMINOSO	EFICACIA	VIDA	DEPRECIACION
Watt	lumenes	lum/W	horas	LUMINOSA
100	4,200	42.0	24,000	82.0%
175	8,600	49.1	24,000	89.0%
250	12,100	48.4	24,000	84.0%
400	22,500	56.3	24,000	86.0%
1,000	63,000	63.0	24,000	77.0%



2.2.7 Lámparas de Vapor de Sodio en Alta Presión (VSAP).

Estas lámparas funcionan bajo el mismo principio que las de Vapor de Mercurio pero varían en sus componentes y geometría. Sus componentes son sodio, mercurio y un gas noble que puede ser argón o xenón; el principal productor de la luz es el sodio que a diferencia de las lámparas de mercurio se encuentra en alta presión, el mercurio en este caso es un corrector de color y controlador de voltaje, el xenón es empleado para iniciar la descarga eléctrica.

Figura 2.2.6 Diagrama esquemático, lámpara de V.S.A.P.



Poseen una alta eficacia luminica pero con bajo rendimiento del color, ver tabla 2.2.6. Requieren de un periodo de calentamiento de 3 a 4 minutos para lograr su completa brillantez, si existe una interrupción momentánea el tiempo de reencendido es casi de un minuto. La función de arranque se efectúa por la intervención de un circuito electrónico llamado ignitor, que trabaja en conjunto con los componentes magnéticos del balastro. Estas lámparas producen una luz dorada blanquecina provocada por el predominio del sodio y la corrección de color del mercurio.

Tabla 2.2.6 Lámparas de Vapor de Sodio de Alta Presión.

POTENCIA Watt	FLUJO LUMINOSO lumenes	EFICACIA lum/W	VIDA horas	DEPRECIACION LUMINOSA
35	2,250	64.3	24,000	90.0%
50	4,000	80.0	24,000	90.0%
70	6,300	90.0	24,000	90.0%
100	9,500	95.0	24,000	90.0%
150	16,000	106.7	24,000	90.0%
250	28,500	114.0	24,000	90.0%
400	50,000	125.0	24,000	90.0%
1,000	140,000	140.0	24,000	90.0%



2.2.8 Lámparas de Vapor de Sodio en Baja Presión (VSBP).

El principio de operación es el mismo que las demás lámparas de descarga, empero el gas de sodio se encuentra a baja presión y su geometría es de mayores dimensiones llegando a presentar una longitud mayor a un metro. Este tipo de fuentes luminosas es la de mayor eficacia lumínica; pero también las de menor rendimiento de color tan solo 20%, por ello su brillantez es totalmente monocromática en diferentes tonos de amarillo.

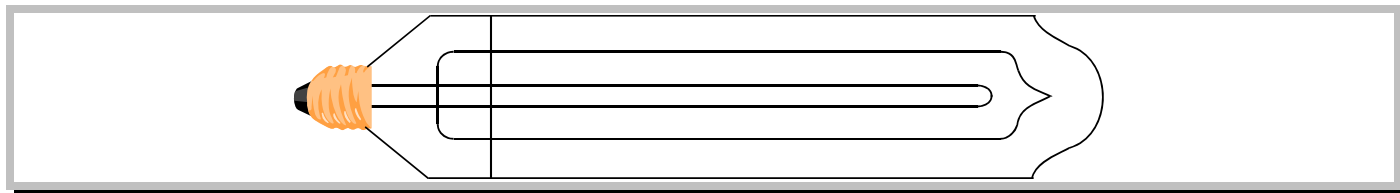


Para iluminación de seguridad, las lámparas de sodio de baja presión ofrecen la mayor eficacia luminosa. Debido a que en el espectro de frecuencias que emite esta lámpara está presente únicamente el color amarillo, se puede aplicar a lugares con mucha niebla y lugares con contaminación ya que el ojo es más sensible a este color y facilita su visión, ver datos técnicos en la tabla 2.2.7.

Tabla 2.2.7 Datos de Lámparas de Vapor de Sodio en Baja Presión.

POTENCIA Watt	FLUJO LUMINOSO lumenes	EFICACIA lum/W	VIDA horas	DEPRECIACION LUMINOSA
18	1,800	100.0	10,000	100.0%
35	4,800	137.1	24,000	100.0%
55	8,000	145.5	24,000	100.0%
90	13,500	150.0	24,000	100.0%
135	22,500	166.7	24,000	100.0%
180	33,000	183.3	24,000	100.0%

Figura 2.2.7 Lámpara vapor de sodio baja presión.





2.2.9 Lámpara de Aditivos Metálicos.



Es otra lámpara de alta intensidad de descarga se caracteriza por su luz blanca y ser la de mejor rendimiento de color con alta eficacia lumínica. Cuando se requiere de iluminación de gran calidad en la reproducción de colores y en locales con altura superior a los tres metros de altura esta fuente luminosa es la opción adecuada. Sin embargo en locales donde la reproducción de colores no es necesidad imperiosa es uso de estas lámparas resulta un lujo. Sus aplicaciones son bastante versátiles pudiéndose



emplear tanto en locales interiores como en exteriores. Son especialmente recomendables para clubes deportivos, centros comerciales, alumbrado decorativo y espectacular, naves industriales donde se realizan tareas de precisión y clasificación por colores. La temperatura de color de este tipo de lámparas es de 4100 K., los datos técnicos se muestran en la tabla 2.2.8.

Tablas 2.2.8 Datos de lámparas de Aditivos Metálicos.

ADITIVOS (AM) Y HALOGENUROS METALICOS					
POTENCIA	FLUJO LUMINOSO	EFICACIA	VIDA	DEPRECIACION LUMINOSA	OBSERVACIONES
Watt	lúmenes	lum/W	Horas		
70	5,200	74.3	10,000	80.0%	HQI Blanco Cálido
70	5,500	78.6	10,000	80.0%	HQI Blanco Frío
150	12,000	80.0	10,000	80.0%	HQI Blanco Cálido
150	12,500	83.3	10,000	80.0%	HQI Blanco Frío
150	13,000	86.7	10,000	90.0%	Metalarc Saver 4000 K
200	19,000	95.0	15,000	90.0%	Metalarc 4200 y 4000 K
250	19,000	76.0	10,000	80.0%	HQI Luz de Día
320	32,000	100.0	20,000	90.0%	Metalarc 4300 K
360	36,000	100.0	20,000	90.0%	Metalarc Saver 4000 K
400	33,000	82.5	10,000	80.0%	HQI Luz de Día
400	42,000	105.0	20,000	90.0%	Metalarc 4000 y 3600 K
750	75,000	100.0	12,000	90.0%	Metalarc 4000 y 3700 K
175	13,000	74.3	10,000	77.0%	AM
250	20,500	82.0	10,000	83.0%	AM
400	36,000	90.0	20,000	90.0%	AM
1,000	110,000	110.0	12,000	80.0%	AM
1,500	155,000	103.3	3,000	92.0%	AM

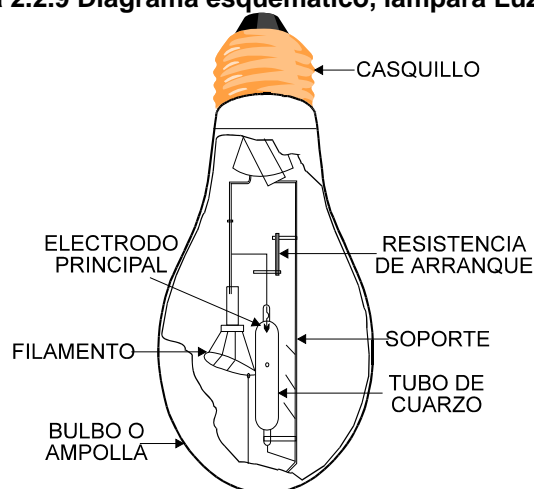
La nueva generación de este tipo de lámparas se conoce como Halogenuros Metálicos, ellas presentan una nueva tecnología que ha permitido reducir sus necesidades de potencia eléctrica así como sus dimensiones de diseño. Esto permite emplearlas en aplicaciones de baja altura (entre 3 y 5 metros) dentro de oficinas, auditorios, centros comerciales, tiendas de ropa, joyerías etc.



2.2.10 Lámparas de Luz Mixta.

Las lámparas de luz mixta fueron creadas para corregir la luz azulada de las lámparas de mercurio y para esto se adiciona dentro del mismo bulbo un filamento incandescente. Estas lámparas se pueden conectar a la red eléctrica sin necesidad de emplear un balastro, puesto que el filamento además de fuente luminosa, actúa como resistencia limitante de la corriente eléctrica. Normalmente operan a un voltaje de 220 V, ver figura 2.2.9.

Figura 2.2.9 Diagrama esquemático, lámpara Luz Mixta.



Estas lámparas se aplican en el alumbrado de interiores y exteriores sustituyendo directamente a la iluminación incandescente de altas potencias, los datos técnicos se muestran en la tabla 2.2.9. Su índice de reproducción de colores es de los más altos, pero su eficacia lumínica es baja, redundando en altos consumos de energía.

Tabla 2.2.9 Datos de Lámparas de Luz Mixta.

POTENCIA Watt	FLUJO LUMINOSO lumenes	EFICACIA lum/W	VIDA horas	DEPRECIACION LUMINOSA	OBSERVACIONES
160	3,000	18.8	6,000	57.0%	LUZ MIXTA
250	5,500	22.0	6,000	65.0%	LUZ MIXTA
500	12,500	25.0	6,000	74.0%	LUZ MIXTA
500	10,950	21.9	2,000	96.0%	iodo CUARZO
1,000	21,400	21.4	2,000	96.0%	iodo CUARZO
1,500	35,800	23.9	2,000	96.0%	iodo CUARZO



**Guía Rápida de Valores Promedio para
Potencia de Operación de Balastos para Lámparas Fluorescentes**

Arranque Instantáneo "slim line"		
Potencia	Arreglo	Potencia en Línea Watts
21	2x21 T-12 Electromagnético	61
21	1x21 T-12 Electromagnético	41
39	2x39 T-12 Electromagnético	102
39	1x39 T-12 Electromagnético	61
59	2x59, T-8 Electrónico	110
60	2x60 T-12 Electromagnético	140
60	2x60 T-12 Electrónico	123
75	2x75 T-12 Electromagnético	173
75	2x75 T-12 Electrónico	158
75	1x75 T-12 Electromagnético	120

Arranque Rápido		
Potencia	Arreglo	Potencia en Línea Watts
17	2x17 T-8 Electromagnético	38
17	2x17 T-8 Electrónico	34
20	2x20 T-12 Electromagnético	52
28	2x28 T-5 Electrónico	47
32	2x32 T-8 Electrónico	59
32	2x32 T-8 Electromagnético	66
32	3x32 T-8 Electrónico	98
34	2x34 T-12 Electromagnético	72
40	2x40 T-12 Electromagnético	96
54	2x54 T-5 Electrónico	110

Como mejor referencia se recomienda consultar catálogos específicos de fabricantes



**Valores Promedio de Potencia de Operación de Balastos
para Lámparas de Alta Intensidad de Descarga**

Alta Intensidad de Descarga		
Potencia	Arreglo	Potencia en Línea
100	1x100 V. Mercurio	128
175	1x175 V. Mercurio	200
250	1x250 V. Mercurio	290
400	1x400 V. Mercurio	455
100	1x100 Aditivos Metálicos	129
175	1x175 Aditivos Metálicos	200
250	1x250 Aditivos Metálicos	290
400	1x400 Aditivos Metálicos	455
1000	1x1000 Aditivos Metálicos	1080
70	1x70 VSAP	88
100	1x100 VSAP	138
150	1x150 VSAP	190
250	1x250 VSAP	300
400	1x400 VSAP	457
35	1x35 VSBP	38
55	1x55 VSBP	59
90	1x90 VSBP	103
135	1x135 VSBP	145
180	1x180 VSBP	200

2.2.11 Los Diodos Emisores de Luz, LED's

Los 4 componentes básicos de su estructura son:

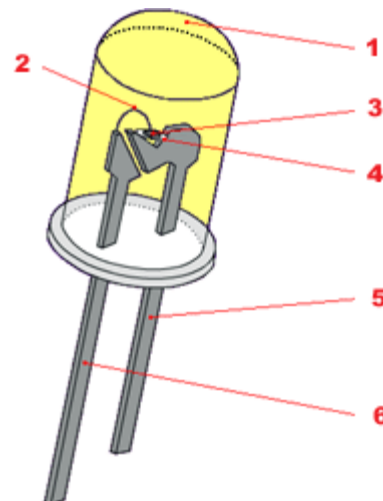
1. Material emisor semiconductor, montado en un chip-reflector, este material determina el color de la luz.
2. Los postes conductores (cátodo y ánodo).
3. El cable conductor que une los dos polos.
4. Un lente que protege al material emisor del LED y determina el haz de la luz.

Recuerde que LED significa Diodo Emisor de Luz (Light Emitting Diode), es un objeto que permite el flujo de corriente en una sola dirección. Dos materiales conductivos cualesquiera forman un diodo cuando son puestos en contacto. Cuando la electricidad pasa a través de un diodo, los átomos de uno de los materiales (contenido en un chip-reflector) son excitados a un mayor nivel. Los átomos en el primer material retienen mucha energía y requieren liberarla. Esta energía se libera como electrones al segundo material dentro del chip-reflector, durante esta liberación se produce la luz. El color de la luz es relativo a los materiales emisores semiconductores y procesos de elaboración del chip-reflector.



Partes de un LED

1. **Lente Epóxico**, Este lente mantiene todo el paquete estructurado, determina el haz de luz, protege al chip reflector, además de extraer el flujo luminoso.
2. **Cable Conductor**, Es un cable muy delgado de oro, el cual conecta cada terminal a cada uno de los postes conductores.
3. **Chip**, Consiste en dos capas de material emisor semiconductor, cuando los átomos son excitados por un flujo de corriente intercambiando electrones, creando la luz.
4. **Reflector**, Está por debajo del Chip reflejando y proyectando luz hacia fuera, sólo un 3% se queda atrapada.
5. **Cátodo**, Poste hecho de aleación de cobre y conduce carga negativa, el cátodo es más corto que el ánodo para facilitar un ensamble más rápido y preciso en el circuito.
6. **Ánodo**, Poste hecho en aleación de cobre y conduce carga positiva.



	Hanging Grid Lamp	SP-6013	30W, 2400Lm, IP:40 Color Temperature:5000~6000k Voltage:90~260VAC 50/60HZ Beam Angle:LED 130° Lux/Distance(H/M):80/4 Color Rendering Property:80Ra
	Hanging Grid Lamp	SP-6014	60W, 4800Lm, IP:40 Color Temperature:5000~6000k Voltage:90~260VAC 50/60HZ Beam Angle:LED 130° Lux/Distance(H/M):120/4 Color Rendering Property:80Ra
	Hanging Grid Lamp	SP-6015	45W, 3600Lm, IP:40 Color Temperature:5000~6000k Voltage:90~260VAC 50/60HZ Beam Angle:LED 130° Lux/Distance(H/M):80/4 Color Rendering Property:80Ra
	Hanging Grid Lamp	SP-6016	60W, 4800Lm, IP:40 Color Temperature:5000~6000k Voltage:90~260VAC 50/60HZ Beam Angle:LED 130° Lux/Distance(H/M):120/4 Color Rendering Property:80Ra
	Hanging Grid Lamp	SP-6017	45W, 3600Lm, IP:40 Color Temperature:5000~6000k Voltage:90~260VAC 50/60HZ Beam Angle:LED 130° Lux/Distance(H/M):80/4 Color Rendering Property:80Ra

Comparativo LED contra Fluorescentes



Tipo Luminaria	2x39 Convencional	2x32 T-8	Led 40	Led 30	Led 45	2x28 T-5
Flujo	5,000	6,000	3,250	2,400	3,600	5,600
Potencia	96	60	50	30	45	54
Eficacia	52.08	100	65	80	80	103.7
Depreciación LL	0.8	0.95	1	1	1	0.95
Factor Suciedad	0.8	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Factor de Balastro	0.8	0.88	1	1	1	1
Coefficiente de Utilización	0.75	0.75	0.9	0.9	0.9	0.75
Lúmenes Útiles	1,920	3,574	2,779	2,052	3,078	3,791
Eficacia Lúmenes útil	20	59.57	55.58	68.4	68.4	70.19

LAMPARAS DE 1 WATT

Imagen	Color	Producto	Ángulo	WLD/Flux	Luxes (1m)
	Azul Verde Âmbar Rojo Blanco Cálido Blanco	SERIE E - 1 W MR16 12V AC/DC CE	15° Narrow Spot	470nm, 8 Lm 525nm, 35 Lm 590nm, 36 Lm 625nm, 36 Lm 3500K, 25 Lm 6000K, 30 Lm	60 900 1200 1200 360 400
	Azul Verde Âmbar Rojo Blanco Cálido Blanco	SERIE M - 1 W MR16 12V AC/DC CE	35° Wide Spot	470nm, 8 Lm 525nm, 35 Lm 590nm, 36 Lm 625nm, 36 Lm 3500K, 25 Lm 6000K, 30 Lm	140 350 600 600 190 260
	Azul Verde Âmbar Rojo Blanco Cálido Blanco	SERIE M - 1 W GU10 100-240 VAC CE	35° Wide Spot	470nm, 15 Lm 525nm, 40 Lm 590nm, 40 Lm 625nm, 40 Lm 3500K, 30 Lm 6000K, 40 Lm	100 300 400 400 150 260

Comparación LED vs Halógena

PRODUCTO	HALOGENA	LED
Fuente de Luz	Bulbo cuarzo halógeno	Led de Alta Intensidad
Promedio de Vida	2 000 horas	50 000 horas
Temperatura de Lámpara	250°C	70°C
Potencia	20W (5X)	4W (1X)
Flujo Luminoso (1 mts.)	200 Lm - 3500°K	100 Lm - 3500°K
Eficacia luminosa	12 Lúmenes / watt	25 Lúmenes / watt
Selección de Color	Único color	Opciones de Color
Estabilidad del color con el tiempo	Pobre	Buena
Radiación UV o IR	SI	NO
Mercurio u otros contaminantes	SI	NO
Costo Inicial	Bajo	Alto
Costo operativo a largo plazo	Alto	Bajo



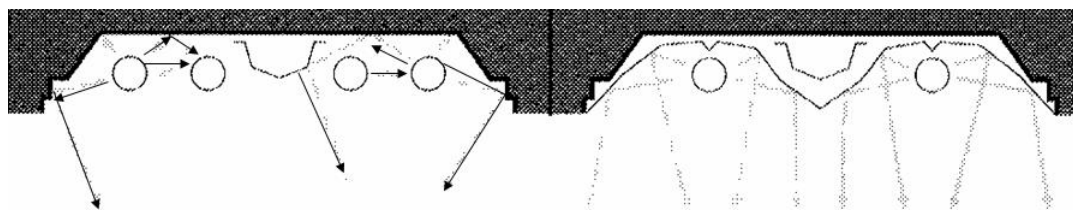
2.2.12 Aplicación de Reflectores Especulares.

Los reflectores especulares pueden ser una buena alternativa de ahorro, si se utilizan de forma adecuada y no como una receta de cocina, ya que las consecuencias de un uso inadecuado pueden ser nefastas, tales como una disminución significativa en los niveles de iluminación aunado a una inversión no redituable.

Los reflectores especulares son fabricados con una variedad de materiales para diferentes aplicaciones:

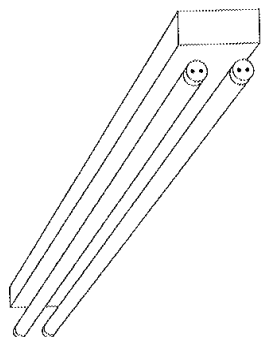
- ⇒ Película de Plata Especular - Reflectancia Especular Mínima de 94%
- ⇒ Película de Aluminio - Reflectancia Especular Mínima de 85%
- ⇒ Aluminio Pulido - Reflectancia Especular Mínima de 82%

En la siguiente figura se presenta la diferencia en como se dirigen los haces luminosos entre un reflector convencional y un reflector especular.



Los siguientes arreglos, ilustran algunas de las aplicaciones que se tienen con los reflectores especulares, sin perder de vista que se debe realizar un estudio de iluminación para asegurar que los niveles de iluminación no serán afectados significativamente.

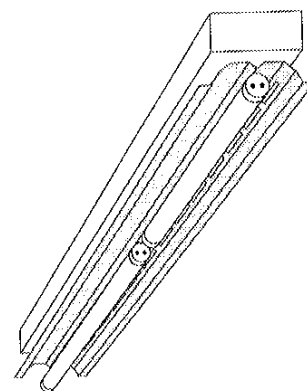
Actual

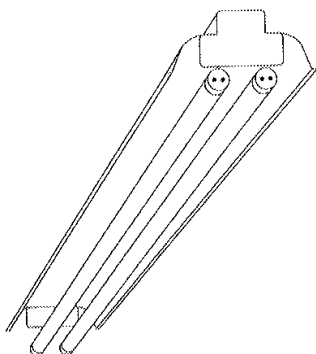


Comparativo

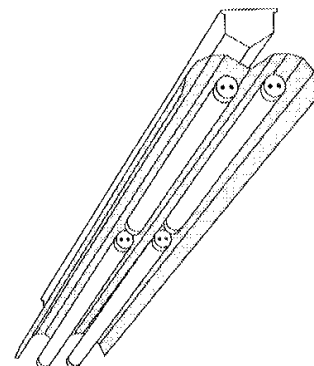
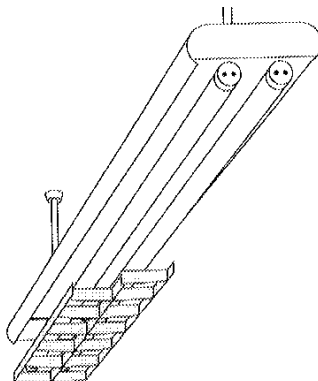
Concepto	Antes	Después
Luminario	Sobreponer	Mismo
Dimensiones (cm)	30 x 240	Mismo
Lámpara	(2) F96T12 75 W	(2) F032T8
Balastro	(1) Standar Electromagnético	(1) 2-lámp. T8 Electrónico
Lente o Refractor	Ninguno	Mismo
Reflector	Ninguno	Reflector Especular
Potencia (Watts)	175	61
Ahorro (%)		65%
Otros		Vida de Lámpara Mayor

Con reflector

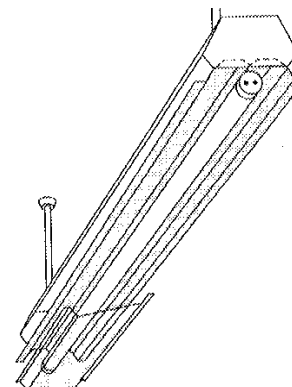
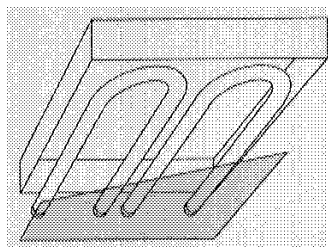


**Actual****Comparativo****Con reflector**

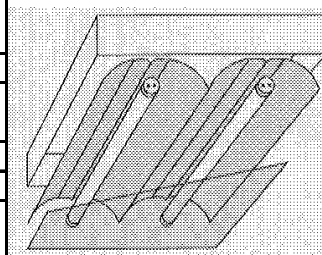
Concepto	Antes	Después
Luminario	Colgar	Mismo
Dimensiones (cm)	30 x 240	Mismo
Lámpara	(2) F96T12 HO 95 W	(4) F032T8
Balastro	(1) Standar Electromagnético	(2) 2-lámp. T8 Electrónico
Lente o Refractor	Ninguno	Mismo
Reflector	Ninguno	Reflector Especular
Potencia (Watts)	219	122
Ahorro (%)		44%
Otros		

**Actual****Comparativo****Con reflector**

Concepto	Antes	Después
Luminario	Fijar	Mismo
Dimensiones (cm)	30 x 120	Mismo
Lámpara	(2) F40T12 39 W	(2) F032T8
Balastro	(1) Standar Electromagnético	(1) 2-lámp. T8 Electrónico
Lente o Refractor	Reticula	Nuevo Difusor
Reflector	Ninguno	Reflector Especular
Potencia (Watts)	96	31
Ahorro (%)		68%
Otros		Vida de Lámpara Mayor

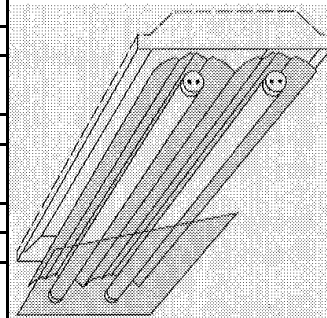
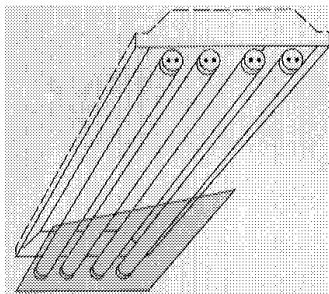
**Actual****Comparativo****Con reflector**

Concepto	Antes	Después
Luminario	Sobreponer	Mismo
Dimensiones (cm)	30 x 30	30 x 30
Lámpara	(2) F40T12 U-bend	(2) F017T8
Balastro	(1) Standar Electromagnético	(1) Ahorrador Electrónico
Lente o Refractor	Prismático	Mismo
Reflector	Ninguno	Reflector Especular
Potencia (Watts)	96	31
Ahorro (%)		68%
Otros		Vida de Lámpara Mayor

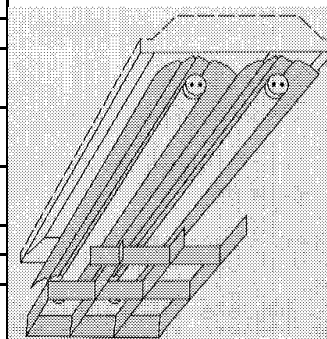
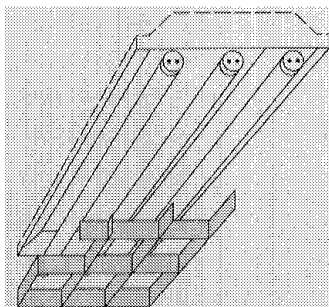


**Actual****Comparativo****Con reflector**

Concepto	Antes	Después
Luminario	Empotrar	Mismo
Dimensiones (cm)	60 x 120	Mismo
Lámpara	(4) F40T12 39 W	(2) F032T8
Balastro	(1) Standar Electromagnético	(1) 2-lámp. T8 Electrónico
Lente o Refractor	Prismático	Mismo
Reflector	Ninguno	Reflector Especular
Potencia (Watts)	192	61
Ahorro (%)		68%
Otros		Vida de Lámpara Mayor

**Actual****Comparativo****Con reflector**

Concepto	Antes	Después
Luminario	Empotrar	Mismo
Dimensiones (cm)	60 x 120	Mismo
Lámpara	(3) F40T12 39 W	(2) F032T8
Balastro	(1) Standar Electromagnético	(1) 2-lámp. T8 Electrónico
Lente o Refractor	Louver Parabolico 18 Celdas	Mismo
Reflector	Ninguno	Reflector Especular
Potencia (Watts)	138	61
Ahorro (%)		56%
Otros		Vida de Lámpara Mayor

**Restricciones de Uso:**

Es importante recordar que no todos los reflectores son o debieran ser diseñados de la misma forma, aquellos que son fabricados de manera standard para diferentes aplicaciones de luminarios, número de lámparas y alturas de montaje, etc., no funcionan adecuadamente y seguramente afectaran los niveles de iluminación. Los reflectores especulares deben ser personalizados de acuerdo a las características del sistema de iluminación.

En el caso de que los niveles de iluminación actuales sean más bajos que los niveles que define la Secretaria del Trabajo y Previsión Social o los recomendados por el IESNA, no se recomienda la aplicación de los mismos, al menos que el estudio de iluminación garantice que no se verán afectados los niveles de iluminación.

Cuando la Uniformidad de la iluminación es baja tampoco deben aplicarse los reflectores especulares, dado que agudizaría esta situación, debido a que ellos por ser reflectores concentran la luz. En este sentido es fundamental observar el factor de espaciamiento que nos indica que tan cerca debe quedar colocada una luminaria con respecto a otra.



2.2.13 Dispositivos Sencillos de Control Automático

Dentro de ellos encontramos a los sensores de presencia, relojes (temporizadores o timers), fotoceldas y otros. Estos dispositivos pueden ser utilizados de manera individual o en conjunto.

Relevadores de Temporización

La forma más fácil de programación es utilizando unidades de tiempo. Su aplicación más sencilla es la de encender o apagar a una hora determinada diversas cargas como aire acondicionado y en sistemas de iluminación para exteriores.

Los hay electrónicos que utilizan circuitos integrados y alta precisión que incorporan funciones como calendarios y ajustes astronómicos para 365 días. Este tipo de dispositivos controlan la energía de los circuitos por medio de relevadores. Algunos tienen la posibilidad de manejar dos o más relevadores con diferentes horarios, por lo general, tienen una batería de respaldo por si falla el suministro de energía eléctrica.



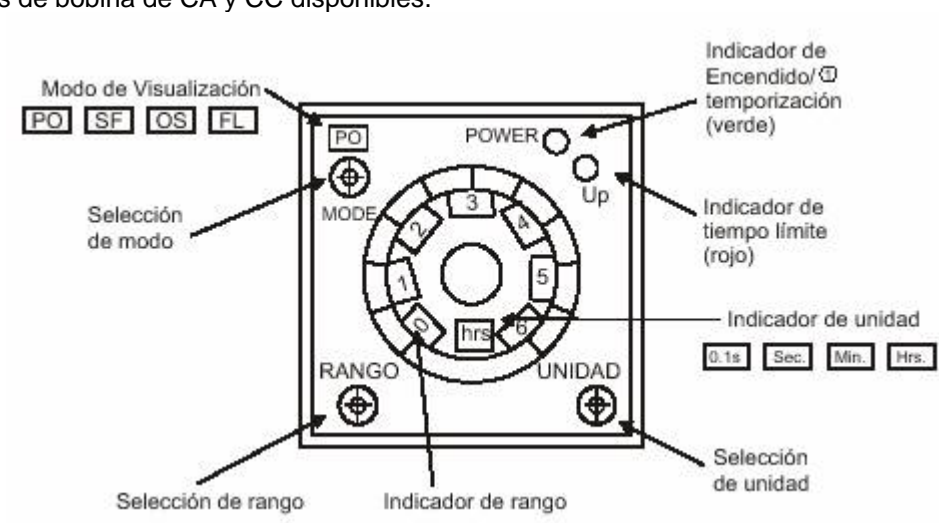
Los hay electrónicos que utilizan circuitos integrados y alta precisión que incorporan funciones como calendarios y ajustes astronómicos para 365 días. Este tipo de dispositivos controlan la energía de los circuitos por medio de relevadores. Algunos tienen la posibilidad de manejar dos o más relevadores con diferentes horarios, por lo general, tienen una batería de respaldo por si falla el suministro de energía eléctrica.

Características Generales:

- Relevadores de temporización para fines generales Tipo H
- Versiones de rango de una sola Temporización
- Versiones de rango de temporizaciones múltiples hasta 100horas
- Versiones de una sola función o múltiples funciones.
- Versiones de bobina de CA y CC disponibles.

Rango de Temporización

Unidad	Rango			
	0.05-0.06s	0.1-1.2s	0.25-3s	0.5-6s
0.1s	0.05-0.06s	0.1-1.2s	0.25-3s	0.5-6s
sec.	0.5-6s	1-12s	2.5-30s	5-60s
min.	0.5-6m	1-12m	2.5-30m	5-60m
hrs	0.5-6h	1-12h	2.5-30h	5-60h





Sensores de Presencia

Este tipo de dispositivos fue desarrollado en un principio para la industria de la seguridad, ya que son de alta fiabilidad en la detección de personas en el lugar de su instalación.

Los controles para iluminación ofrecen un ahorro potencial, igual o mayor, que los luminarios y lámparas eficientes. Una estimación conservadora, nos sugiere que puede existir un ahorro del 30% en el consumo de un edificio comercial, utilizando una estrategia de control adecuada.

Las lámparas y luminarios eficientes, pueden reducir la potencia del sistema de iluminación; mientras que los controles, pueden reducir el tiempo de uso de esa potencia.

Los modelos más eficientes requieren que el usuario encienda las luces en el área controlada, mientras que la función de apagado es automática.

Este tipo de controles proporciona un ahorro potencial entre el 25 y 50% y funcionan con alguna de las tres técnicas explicadas a continuación.

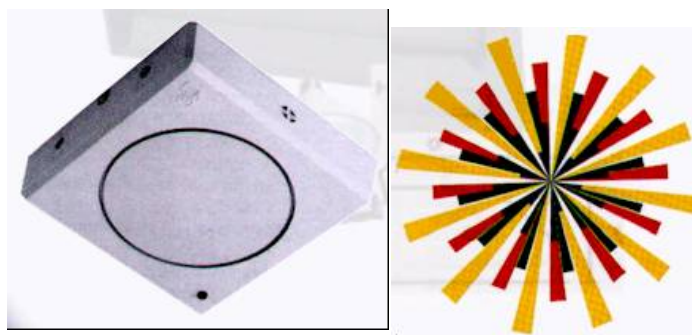


Detectores PIR Infrarrojos (passive infrared): perciben y responden a los patrones de calor del movimiento. Los patrones de calor del cuerpo puede ser diferenciado fácilmente de otras fuentes de calor. Esta tecnología es la que se utiliza para los sistemas de seguridad residencial, industrial y comercial.

Detectores ultrasónicos: son de tipo activo. Emiten y reciben una señal producida por la oscilación de un cristal de cuarzo, la cual es inaudible. Responden cuando retorna la señal producido por el movimiento de alguno de los ocupantes.

Generalmente son omnidireccionales (360°).

Detectores Duales: La tecnología dual es una de las más avanzadas para control automático de alumbrado. Reúne las ventajas de la tecnología de rayos infrarrojos y ultrasónicos.





En su configuración estándar, los detectores encienden la luz, cuando ambas tecnologías detectan alguna presencia. La mantienen encendida mientras la sigan percibiendo. Y la apagan automáticamente una vez desocupada el área.

Los sensores de presencia se colocan generalmente en los siguientes lugares:

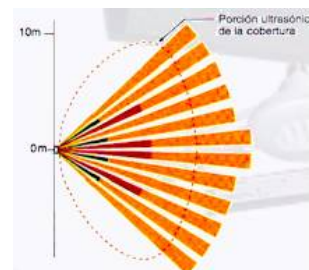
En el techo: Para cubrir toda el área del cuarto y evitar interferencia. Los sensores omnidireccionales (o para centro) son utilizados en espacios rectangulares, tales como oficinas y salones de clases.

Los sensores unidireccionales (o para esquina o pared) se utilizan en grandes oficinas o salas de juntas. Los bidireccionales se utilizan en corredores, bibliotecas e iglesias.



En la pared: Este tipo de sensores sustituye directamente a interruptores de pared, y los mejores incluyen un interruptor manual. Algunos se diseñan con un sensor fotoeléctrico incorporado, lo cual evita que las lámparas o luminarias se enciendan cuando existe aportación de luz natural suficiente; sin embargo, han sido fuertemente criticados, ya que no detectan el nivel de iluminación en el plano de trabajo.

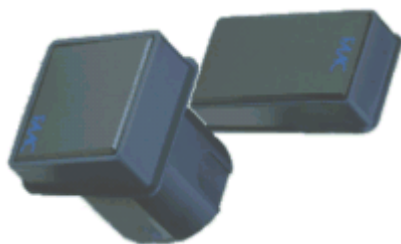
En general, los sensores de presencia son efectivos cuando se aplican en oficinas privadas, salones de clase, y ciertas áreas de servicios como en los aeropuertos y en todos aquellos lugares con visitas esporádicas y que no requieren de una iluminación constante.



En general, se deben considerar los siguientes aspectos para cualquier proyecto que considere sensores de presencia:

- Considerar la posibilidad de ciclos frecuentes de encendido-apagado, especialmente en sistemas fluorescentes.
- Tiempo que opera el sistema de iluminación innecesariamente.
- Forma y dimensiones del área a controlar.
- Presencia de barreras u obstáculos.
- Ubicación del sensor.
- Tipo de sensor (PIR, Ultrasónico, Dual).
- Ajuste de sensibilidad y tiempo.
- Mantenimiento (reemplazo de lámparas).

Fotosensores o Fococeldas



Estos dispositivos censan el nivel de iluminancia y generan una señal proporcional a éste que se procesa en la unidad de control, para después mandar una señal a los interruptores o dispositivos de atenuación. Lo anterior permite tener un ajuste del nivel de iluminancia de acuerdo a las condiciones que perciba el control.

La ubicación de los fotosensores es un aspecto crítico que determina la correcta operación del sistema de control, por lo que el diseñador deberá decidir si se controla el nivel de iluminancia en el plano de trabajo (mantenimiento del nivel de lúmenes) o el de la fuente de luz natural (uso de luz natural y estrategia de adaptación-compensación).