



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

CAMPO 4

EVALUCION DE NUEVAS TECNOLOGIAS LED Y PULSE START
PARA EL AHORRO DE ENERGIA EN LA PLANTA SMURFIT

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERIO MECANICO ELECTRICISTA

PRESENTA:

JUAN BENITO CASTELAN SANCHEZ

ASESOR: ING. CASILDO RODRIGUEZ ARCINIEGA

CUAUTITLAN IZCALLI, 2011



UNAM
CUAUTITLÁN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

| | Paginas |
|---|----------------|
| Resumen | 3 |
| Hipótesis | 4 |
| Objetivos | 4 |
| Introducción | 4 |
| Materiales y Metodología | 8 |
| | |
| CAPITULO 1 ANTECEDENTES GENERALES | |
| | |
| 1.1 El Ojo Humano | 21 |
| 1.2 Elementos constitutivos del ojo | 22 |
| 1.3 Patologías del ojo | 23 |
| 1.4 Proceso Visual | 25 |
| 1.5 ¿Qué es la luz? | 26 |
| 1.6 Principios de Iluminación | 28 |
| | |
| CAPITULO 2 FUENTES LUMINOSAS | |
| | |
| 2.1 Lámparas Incandescentes | 34 |
| 2.1.2 Ventajas y Desventajas | 35 |
| 2.2 Lámparas Incandescentes Halógenas | 38 |
| 2.3 Lámparas Fluorescentes | 39 |
| 2.3.1 Principios de funcionamiento | 40 |
| 2.3.2 Componentes de lámparas fluorescentes | 41 |
| 2.3.4 Vida | 42 |
| 2.3.5 Depreciación de las Lámparas | 46 |
| 2.3.6 Tipos | 47 |
| 2.3.7 Ventajas y Desventajas | 47 |
| 2.4 Fluorescentes Compactas | 48 |
| 2.4.1 Ventajas | 49 |
| 2.5 Lámparas de Inducción | 49 |
| 2.5.1 Principios de funcionamiento | 49 |
| 2.5.2 Características de operación | 50 |
| 2.5.3 Ventajas y desventajas | 51 |
| 2.6 Lámparas de Alta intensidad | 51 |
| 2.6.1 Lámparas de Mercurio | 51 |
| 2.6.2 Lámparas de Aditivos Metálicos | 52 |
| 2.6.3 Lámparas de Sodio Alta Presión | 52 |
| 2.6.4 Lámparas de Sodio Baja Presión | 53 |

CAPITULO 3 NUEVAS TECNOLOGIAS LED Y PULSE START

| | |
|----------------------------|----|
| 3.1 Led's | 55 |
| 3.2 Componentes de un Led | 56 |
| 3.3 Tipos de Led's | 57 |
| 3.4 Ventajas de los Led's | 62 |
| 3.5 Tecnología Pulse Start | 64 |
| 3.5.1 Tubo de Arqueo | 66 |
| 3.5.2 Balastro | 67 |

CAPITULO 4 TIPOS DE LAMPARAS

| | |
|--|----|
| 4.1 Luminario | 68 |
| 4.1.1 Dispositivos de Control | 69 |
| 4.1.2 Elementos Mecánicos | 70 |
| 4.1.3 Componentes Eléctricos | 70 |
| 4.2 Clasificación de Luminarias | 71 |
| 4.2.1 Clasificación por Características fotométricas | 71 |
| 4.3 Clasificación por Aplicación (Industrial, Comercial, Oficinas) | 72 |
| 4.3.1 Industria Alimenticia | 72 |
| 4.3.2 Industria de Acero y Maquinado | 74 |
| 4.3.3 Industria Celulosa y de Pape | 76 |
| 4.4 Comercio y Residencias | 78 |
| 4.5 Clasificación de las luminarias según el grado de protección | 79 |
| 4.5.1 Áreas Clasificadas | 81 |
| 4.5.2 Cuartos Limpios | 83 |

CAPITULO 5 DESARROLLO DEL PROYECTO

| | |
|---|-----|
| 5.1 Datos del centro de trabajo evaluado | 84 |
| 5.2 Datos del Área a Evaluar | 85 |
| 5.3 Calculo para Alumbrado Planta Smurfit los Reyes | 88 |
| 5.4 Calculo de Oficinas | 98 |
| 5.4.1 Planta Baja | 98 |
| 5.4.2 Planta Alta | 103 |
| RESULTADOS | 108 |
| DISCUSION | 117 |
| CONCLUSION | 120 |
| BIBLIOGRAFIA | 121 |
| APENDICE | 122 |

RESUMEN

La iluminación Industrial es uno de los principales factores ambientales de carácter micro climático, que tiene como principal finalidad el facilitar la visualización de las cosas dentro de su contexto espacial, de modo que el trabajo y las actividades se puedan realizar en unas condiciones aceptables de eficacia, comodidad y seguridad.

Para una buena visibilidad se requiere una buena iluminación. Aunque una buena visibilidad de los objetos relevantes es una condición necesaria, no siempre es una condición suficiente para llevar a cabo actividades fácilmente y con comodidad. En interiores donde se realiza un trabajo, la función principal de la iluminación es el confort de las tareas visuales allí realizadas, sin embargo, en áreas de circulación o lugares de descanso el criterio a destacar es el de agrado y comodidad visual. Por lo tanto, los criterios más importantes relacionados con la iluminación son la visibilidad y la satisfacción visual.

Con esto en este trabajo se realiza una evaluación y control de los niveles de iluminación, en los puestos de trabajo de la planta smurfit, con el fin de lograr un ahorro energético, modificando el sistema de iluminación existente así como su distribución, y si es necesario instalar iluminación complementaria o localizarla donde se requiera.

Se entregará una propuesta donde se propondrán nuevas tecnologías Led's y Pulse start, realizando un estudio de ahorro de energía, si se logran los objetivos no solo ahorraremos energía sino que también repercutirá en la gente reduciendo la tasa de errores y de accidentes, y contribuyendo a aumentar la calidad del trabajo.

HIPOTESIS

Si se instalan lámparas led y pulse start en las áreas de trabajo de la planta Smurfit Tlalnepantla entonces se podrá comprobar un ahorro de energía de un 30% esto en base a los cálculos del consumo de energía.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar una propuesta de iluminación, utilizando lámparas led y pulse start en planta Smurfit, mediante una comparación de estas tecnologías con las ya instaladas para verificar un ahorro de energía.

OBJETIVOS PARTICUALES

- 1.-Estimar los niveles de iluminación existentes en planta
- 2.-Evaluar la Calidad de iluminación en zonas de trabajo de acuerdo a la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-025-STPS-2008, condiciones de iluminación en los centros de trabajo.
- 3.-Elección de equipos de iluminación adecuado para áreas de trabajo.
- 4.-Elaborar una propuesta de iluminación utilizando nuevas tecnologías.
- 5.-Comparar la eficacias de lámparas ya instaladas contra tecnologías led y pulse Start
- 6.-Comprobación de condiciones de calidad de iluminación utilizando software Visual Lighting 2.6

INTRODUCCION

La industria involucra un amplio rango de tareas visuales y consideraciones económicas, las actividades que se pueden llevar a cabo pueden ser pequeñas o grandes, así mismo estas tareas a desarrollar pueden ser el ensamblaje de un objeto, el movimiento de un operador o ambos, por lo tanto la iluminación que debemos de proveer deben ser adecuados para la visibilidad durante el desarrollo de un producto o un material terminado, también es muy importante considerar los peligros que se pueden presentar dentro de la industria, en base a esto debemos considerar que tipo de luminaria proponer basándonos en nuevas tecnologías, para así lograr un ahorro energético.

El Ingeniero Guillermo González M. en el boletín de Marzo Abril del 2001 *El ahorro de energía en sistemas de iluminación de interiores* nos dice que debemos seguir una metodología para lograr exitosamente un ahorro de energía él nos recomienda hacernos

una serie de preguntas que son: ¿Qué hace la gente en ese espacio? ¿Estudia, come, opera máquinas, compra o vende? ¿Cuál es la cantidad y calidad del alumbrado necesario para realizar las tareas visuales? [1].

En la actualidad se han eliminado las lámparas de vapor de mercurio para ser reemplazadas por lámparas de aditivos metálicos y vapor de sodio de alta presión, ya que son más eficaces. Creadas para tener larga vida y usarse en pequeños luminarios, las lámparas de tungsteno halógeno son usadas en la actualidad para iluminación de detalle con lámparas halógenas dicróicas o iluminación de locales comerciales, fachadas de edificios y algunas áreas deportivas. Las lámparas fluorescentes son las preferidas para aplicaciones en alumbrado interior comercial. La producción de una gran variedad de temperaturas y rendimientos de color hacen fácil la introducción de estas lámparas en hogares, restaurantes y en algunas aplicaciones industriales que son sensibles al color y donde la altura de montaje no exceda de 5 metros. El reemplazo de alumbrado incandescente por lámparas fluorescentes compactas ofrece significativos ahorros al usuario. El ahorro a través de menor consumo de energía, menos cambios de lámparas y costos relacionados con el mantenimiento, pueden recuperar rápidamente la inversión inicial. [1]

Por otro lado la tecnología de las bombillas incandescentes no ha cambiado demasiado en más de un siglo, y ello demuestra su uso ineficiente de uso de electricidad. La bombilla fluorescente compacta, cada vez más popular ofrece una ventaja considerable en cuanto la eficiencia pero en realidad es una tecnología puente hacia la fuente de luz más energéticamente eficiente que se conoce hasta la fecha: el diodo emisor de la luz LED. [2]

La tecnología Led suena bastante moderna. En los últimos años han aparecido varias compañías, grandes y pequeñas, que fabrican productos de iluminación Led que permiten sustituir las bombillas incandescentes y los fluorescentes en edificios comerciales y en aplicaciones municipales, como los semáforos y los indicadores de salidas de autopistas.[2] Los sistemas de alumbrado presentan una excelente oportunidad para el ahorro de energía, ya que la iluminación consume un 22% de electricidad producida en el mundo, sin embargo deben tomarse en cuenta las tareas visuales efectuadas ya que una iluminación insuficiente disminuirá la productividad de las personas.

Adicionalmente, debe mencionarse que es necesario conocer los avances tecnológicos en luminarias y controles de alumbrado para seleccionar la mejor alternativa. [1]

HISTORIA DE LAS FUENTES DE ILUMINACIÓN

Las primeras fuentes luminosas empleadas por el hombre estuvieron basadas en alguna forma de combustión: el fuego, las antorchas, las velas, etc. Las lámparas más antiguas de que se tienen noticias aparecieron en el antiguo Egipto hacia el año 3000 a.C. y consistían en piedras ahuecadas rellenas de aceite, con fibras vegetales como mechas. Ya en la Edad Media, se fabricaban velas empleando sebo de origen animal. Más tarde, se reemplazó el sebo por cera de abejas o parafina. Las velas modernas pueden considerarse como la evolución de estas lámparas de grasa, pero su uso actual es casi por completo decorativo y ceremonial. Los griegos y romanos fabricaron lámparas de bronce o arcilla, con aceite de oliva u otros aceites vegetales como combustible. La evolución del diseño de estas lámparas condujo al agregado de elementos reflectores para mejorar el aprovechamiento de la luz producida. Con el correr del tiempo, se introdujeron muchas mejoras en el diseño y la fabricación de estas lámparas, aunque sin lograr que produjeran luz de manera razonablemente eficiente hasta 1874, cuando el químico suizo Argand inventó una lámpara que usaba una mecha hueca para permitir que el aire alcanzara la llama, obteniendo así una luz más intensa. Luego, a la lámpara de Argand se le agregaría un cilindro de vidrio para proteger la llama y permitirle arder mejor. Con el advenimiento de la industria del petróleo, el kerosén se transformaría en el combustible más utilizado en este tipo de lámparas. [3]

Alrededor del año 1800, se hizo muy común resolver el alumbrado de calles con lámparas de gas, que funcionaban prescindiendo de la mecha. Estas lámparas producían luz mediante una llama abierta caracterizada por un parpadeo considerable.

Hacia el final del siglo XIX y principio del XX se inició el reemplazo de las lámparas de gas por la lámpara eléctrica. La primera lámpara eléctrica fue la lámpara de arco de carbón, presentada en 1801 por Humphrey Davy, aunque la luz eléctrica sólo se impondría a partir del desarrollo de la lámpara incandescente por Joseph Swan (Inglaterra) y Tomás A. Edison (EE.UU.) trabajando independientemente. Edison patentó su invención en 1879, transformándola posteriormente en el éxito comercial que aún perdura. [3]

La Figura 1 ilustra la evolución de las diferentes fuentes luminosas. [3]

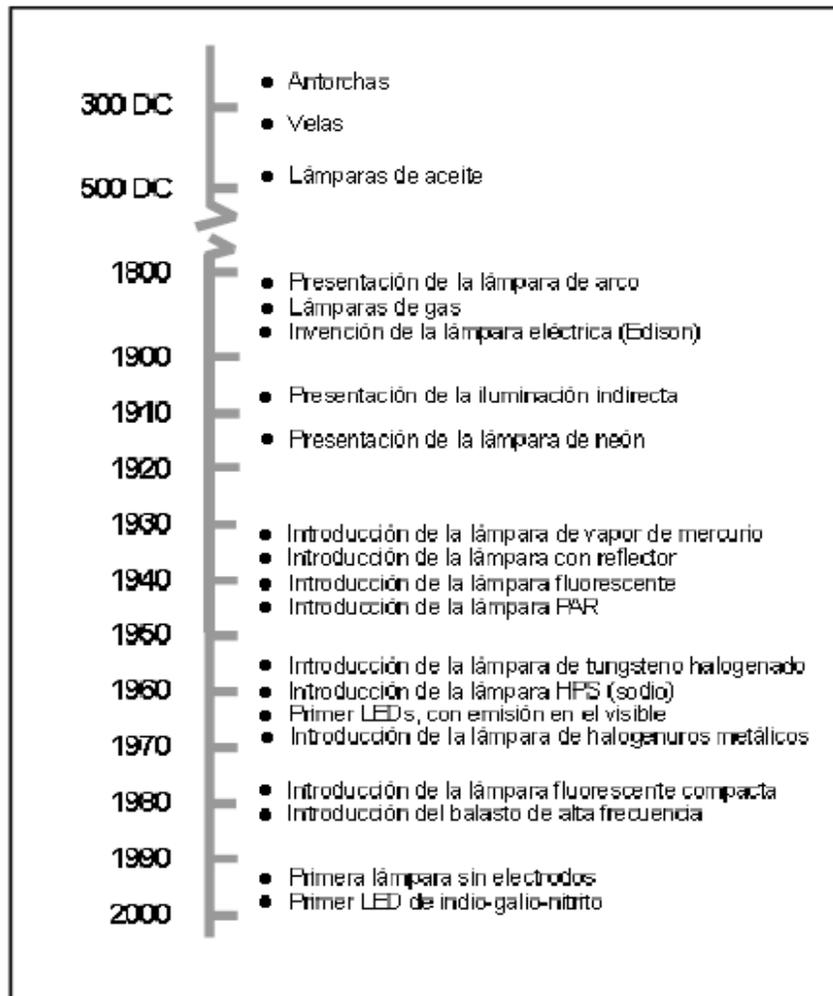


Figura 1. Evolución de las fuentes luminosas desde su aparición hasta la actualidad

La cantidad de fuentes luminosas de diversos tipos se ha visto enormemente incrementada durante el siglo XX, considerando las mejoras introducidas a la lámpara de Edison, la aparición de las lámparas de vapor de mercurio alrededor de 1930, la presentación de las lámparas fluorescentes en la Feria Mundial de 1939, la introducción de las lámparas de tungsteno halogenado alrededor de 1950, la aparición de las lámparas de sodio de alta presión y las de halogenuros metálicos en los años 1960, la introducción de las lámparas fluorescentes compactas en la década del 1970 hasta el surgimiento de las lámparas sin electrodos en los 1990. Dado el alto grado de dinamismo de esta industria, es de esperar que la evolución de las fuentes luminosas continúe al mismo ritmo en el presente siglo. [3]

MATERIALES Y METODOLOGIA

- ❖ Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo
- ❖ Catalogo Acuity Brandas décima Edición
- ❖ Catalogo Holophane tercera Edición
- ❖ Catalogo Philips
- ❖ Luxómetro Portátil
- ❖ Equipo de Computo
- ❖ Software Visual Lighting 2.6
- ❖ Software AutoCAD 2010
- ❖ Tarifas de CFE
- ❖ Lista de precios Lithonia Lighting
- ❖ Lista de Precios Holophane

1.-Lo primero a realizar antes de tomar cualquier decisión para modificar un sistema de alumbrado existente, es realizar una visita a la fábrica y realizar inspección al sistema de alumbrado con dos objetivos principales: uno es identificar donde se encuentra instalada la carga de alumbrado para realizar mediciones de los niveles de iluminancia esto se hará con un luxómetro portátil se tomaran mediciones en diversos puntos y de estas se obtendrá un promedio en base a estos niveles, se hará una propuesta para mejor los niveles existente.

2.- Observar la eficiencia de las luminarias, su distribución y estado físico.

3.-Identificar donde se puede reducir el uso de alumbrado para un ahorro energético.

4.-Tener los datos necesarios para elaborar el proyecto.

4.1.-Datos del Cliente

- A.-Razón Social
- B.-Dirección
- C.-Código Postal
- D.-Teléfono y correo
- E.-Nombre de la Persona
- F.-Puesto que desempeña

4.2.-Datos del área a realizar

- A.-Planos en AutoCAD de la planta
- B.-Dimensiones
 - 1. Largo
 - 2. Ancho
 - 3. Altura

C.-Tipo de techo

1. Horizontal
2. Dos Aguas
3. Tipo sierra
4. Tipo Bluter (estructura semicircular)

5.-Identificar la ubicación y altura de la maquinaria instalada en cada una de las áreas a iluminar.

6.-Identificar si existen áreas clasificadas.

7.-Si existen rack o estantería conocer su ubicación altura ancho del rack y pasillos.

8.-Localización de columnas.

9.- Método para calcular la iluminancia

Para poder diseñar la distribución de iluminación que mejor cumpla con los requerimientos de iluminación y uniformidad en el área de trabajo, se necesitan por lo general dos tipos de información:

1. Nivel de iluminación promedio.
2. Iluminación mínima en un punto dado.

El cálculo de iluminancia en puntos específicos se hace para ayudar al diseñador a evaluar la uniformidad de iluminación, especial cuando se usan luminarias donde las recomendaciones de espaciamiento máximas no son proporcionadas o donde los niveles de iluminación de acuerdo a la actividad deben ser verificados en el sitio de instalación.

Para calcular el coeficiente de utilización se puede aplicar dos métodos:

1.-En iluminación de interiores, se puede utilizar el método de cavidad zonal usando la tabla de coeficientes de utilización.

2.-Para aplicaciones de iluminación exterior, se provee una curva de coeficiente de utilización y el CU se lee directamente de la curva y se utiliza la fórmula del método de lumen estándar.

Método de Cavidad Zonal.

Es el método aceptado en la actualidad para calcular los niveles de iluminancia promedio para áreas interiores a menos que la distribución de la luz sea radicalmente asimétrica. Es un método aproximado porque toma en consideración el efecto que tiene la interreflectancia sobre el nivel de iluminación. A pesar que toma en consideración muchas variables, la premisa básica de que los footcandles o luxes son iguales al flujo sobre el área.

La base del método de cavidad zonal, es que el cuarto se compone de tres espacios o cavidades. El espacio entre el techo y los luminarios, si están suspendidos, se define como “cavidad de techo”; el espacio entre el plano de trabajo y el piso se denomina “cavidad de piso”; y el espacio entre los luminarios y el plano de trabajo, la “cavidad de cuarto”.

Hay cuatro pasos básicos en cualquier cálculo de iluminancia:

1. Determinar las relaciones de cavidad
2. Determinar las reflectancias de cavidad efectivas
3. Calcular el coeficiente de utilización
4. Determinar el nivel de iluminancia promedio

Paso 1:

Las relaciones de cavidad pueden ser determinadas mediante las siguientes ecuaciones:

$$\text{Relación de cavidad de techo (CCR)} = \frac{5 \text{ hcc} (L + A)}{L \times A}$$

$$\text{Relación de cavidad de cuarto (RCR)} = \frac{5 \text{ hrc} (L + A)}{L \times A}$$

$$\text{Relación de cavidad de piso (FRC)} = \frac{5 \text{ h/c} (L + A)}{L \times A}$$

Dónde:

(CCR –Ceiling Cavity Ratio) hcc= distancia en pies o metros de la parte baja del luminario al techo

(RCR- Room Cavity Ratio) hrc= distancia en pies o metros de la parte baja del luminario al plan de trabajo.

(FCR – Floor Cavity Ratio) hfc= distancia en pies o metros del plano de trabajo al piso.

L= Largo del cuarto, en pies o metros.

A= Ancho del cuarto, en pies o metros

Una ecuación alterna para calcular cualquier relación de cavidad es:

$$\text{Relación de cavidad} = \frac{2.5 \times \text{Altura de la Cavidad} \times h_{cc} \times \text{Perímetro}}{\text{Área}}$$

Paso 2:

La reflectancias de las cavidades bases deben ser determinadas para las cavidades de techo y piso. Estas pueden localizarse en la tabla A, bajo la combinación aplicable la relación de cavidad y las reflectancias actuales del techo, paredes y piso. Note que si el luminario es para montaje tipo empotrar o sobreponer, o si el piso es el plano de trabajo, el CCR o el FRC serán 0 y entonces la reflectancias actual del techo o el piso será también la reflectancias efectiva. Los valores de reflectancias efectivos encontrados serán entonces PCC (reflectancias efectiva de la cavidad de techo) y PFC (reflectancias efectiva de la cavidad de piso).

Tabla A

| Porcentaje de reflectancia efectiva en la cavidad de piso o techo para diferentes combinaciones de reflectancia | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| % Reflectancia de techo o piso | 90 | | | | 80 | | | | 70 | | | | 50 | | | | 30 | | | 10 | | |
| % Reflectancia de pared | 90 | 70 | 50 | 30 | 80 | 70 | 50 | 30 | 70 | 50 | 30 | 70 | 50 | 30 | 70 | 50 | 30 | 10 | 50 | 30 | 10 | |
| RSR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.2 | 89 | 88 | 86 | 85 | 78 | 78 | 77 | 76 | 68 | 67 | 66 | 49 | 48 | 47 | 30 | 29 | 29 | 28 | 10 | 10 | 09 | |
| 0.4 | 88 | 86 | 84 | 81 | 77 | 76 | 74 | 72 | 67 | 65 | 63 | 48 | 47 | 45 | 30 | 29 | 28 | 26 | 11 | 10 | 09 | |
| 0.6 | 87 | 84 | 80 | 77 | 76 | 75 | 71 | 68 | 65 | 63 | 59 | 47 | 45 | 43 | 30 | 28 | 26 | 25 | 11 | 10 | 08 | |
| 0.8 | 87 | 82 | 77 | 73 | 75 | 73 | 69 | 65 | 64 | 60 | 56 | 47 | 44 | 40 | 30 | 28 | 25 | 23 | 11 | 10 | 08 | |
| 1.0 | 86 | 80 | 75 | 69 | 74 | 72 | 67 | 62 | 62 | 58 | 53 | 46 | 43 | 38 | 30 | 27 | 24 | 22 | 12 | 10 | 08 | |
| 1.2 | 85 | 78 | 72 | 66 | 73 | 70 | 64 | 58 | 61 | 57 | 50 | 45 | 41 | 36 | 30 | 27 | 23 | 21 | 12 | 10 | 07 | |
| 1.4 | 85 | 77 | 69 | 62 | 72 | 68 | 62 | 55 | 60 | 55 | 47 | 45 | 40 | 35 | 30 | 26 | 22 | 19 | 12 | 10 | 07 | |
| 1.6 | 84 | 75 | 67 | 59 | 71 | 67 | 60 | 53 | 59 | 53 | 45 | 44 | 39 | 33 | 29 | 25 | 22 | 18 | 12 | 09 | 07 | |
| 1.8 | 83 | 73 | 64 | 56 | 70 | 66 | 58 | 50 | 58 | 51 | 42 | 43 | 38 | 31 | 29 | 25 | 21 | 17 | 13 | 09 | 06 | |
| 2.0 | 83 | 72 | 62 | 53 | 69 | 64 | 56 | 48 | 56 | 49 | 40 | 43 | 37 | 30 | 29 | 24 | 20 | 16 | 13 | 09 | 06 | |
| 2.2 | 82 | 70 | 59 | 50 | 68 | 63 | 54 | 45 | 55 | 48 | 38 | 42 | 36 | 29 | 29 | 24 | 19 | 15 | 13 | 09 | 06 | |
| 2.4 | 82 | 69 | 58 | 48 | 67 | 61 | 52 | 43 | 54 | 46 | 37 | 42 | 35 | 27 | 29 | 24 | 19 | 14 | 13 | 09 | 06 | |
| 2.6 | 81 | 67 | 56 | 46 | 66 | 60 | 50 | 41 | 54 | 45 | 35 | 41 | 34 | 26 | 29 | 23 | 18 | 14 | 13 | 09 | 06 | |
| 2.8 | 81 | 66 | 54 | 44 | 65 | 59 | 48 | 39 | 53 | 43 | 33 | 41 | 33 | 25 | 29 | 23 | 17 | 13 | 13 | 09 | 05 | |
| 3.0 | 80 | 64 | 52 | 42 | 65 | 58 | 47 | 37 | 52 | 42 | 32 | 40 | 32 | 24 | 29 | 22 | 17 | 12 | 13 | 09 | 05 | |
| 3.2 | 79 | 63 | 50 | 40 | 65 | 57 | 45 | 35 | 51 | 40 | 31 | 39 | 31 | 23 | 29 | 22 | 16 | 12 | 13 | 09 | 05 | |
| 3.4 | 79 | 62 | 48 | 38 | 64 | 56 | 44 | 34 | 50 | 39 | 29 | 39 | 30 | 22 | 29 | 22 | 16 | 11 | 13 | 09 | 05 | |
| 3.6 | 78 | 61 | 47 | 36 | 63 | 54 | 43 | 32 | 49 | 38 | 28 | 39 | 29 | 21 | 29 | 21 | 15 | 10 | 13 | 09 | 04 | |
| 3.8 | 78 | 60 | 45 | 35 | 62 | 53 | 41 | 31 | 49 | 37 | 27 | 38 | 29 | 21 | 28 | 21 | 15 | 10 | 14 | 09 | 04 | |
| 4.0 | 77 | 58 | 44 | 33 | 61 | 53 | 40 | 30 | 48 | 36 | 26 | 38 | 28 | 20 | 28 | 21 | 14 | 09 | 14 | 09 | 04 | |
| 4.2 | 77 | 57 | 43 | 32 | 60 | 52 | 39 | 29 | 47 | 35 | 25 | 37 | 28 | 20 | 28 | 20 | 14 | 09 | 14 | 09 | 04 | |
| 4.4 | 76 | 56 | 42 | 31 | 60 | 51 | 38 | 28 | 46 | 34 | 24 | 37 | 27 | 19 | 28 | 20 | 14 | 09 | 14 | 08 | 04 | |
| 4.6 | 76 | 55 | 40 | 30 | 59 | 50 | 37 | 27 | 45 | 33 | 24 | 36 | 26 | 18 | 28 | 20 | 13 | 08 | 14 | 08 | 04 | |
| 4.8 | 75 | 54 | 39 | 28 | 58 | 49 | 36 | 26 | 45 | 32 | 23 | 36 | 26 | 18 | 28 | 20 | 13 | 08 | 14 | 08 | 04 | |
| 5.0 | 75 | 53 | 38 | 28 | 58 | 48 | 35 | 25 | 44 | 31 | 22 | 35 | 25 | 17 | 28 | 19 | 13 | 08 | 14 | 08 | 04 | |

Figura 1.1 Tabla de Porcentaje de reflectancias efectiva en la cavidad de piso o techo

Paso 3:

Con estos valores de PCC, PFC y PW (reflectancias del techo, reflectancias del piso y reflectancias de la paredes respectivamente) y conociendo el rango de cavidad del cuarto (RCR), previamente calculado, encuentre el coeficiente de utilización (CU) en la tabla de coeficientes de utilización del luminario.

Note que la tabla es lineal, se puede hacer interpolaciones lineales para rangos de cavidad exactos o diferentes combinaciones de reflectancias.

El coeficiente de utilización encontrado será para un 20 % de reflectancia efectiva de cavidad de piso entonces, será necesario corregirlo para la reflectancia de la cavidad de piso determinada previamente; esto se hace multiplicando el CU determinado previamente por el factor de corrección de la tabla B el CU final será: CU (20%) X Factor de corrección. Si

es otro valor diferente a 10% o 30 %, entonces interpole o extrapole y multiplique por este factor.

Tabla B Factores de multiplicación para reflectancia de cavidad de piso diferente al 20 por ciento

| % de reflectancia efectiva en la cavidad de techo, pcc | 80 | | | | 70 | | | | 50 | | | 30 | | | 10 | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 70 | 50 | 30 | 10 | 70 | 50 | 30 | 10 | 50 | 30 | 10 | 50 | 30 | 10 | 50 | 30 | 10 |
| Para 30 % de reflectancia efectiva en la cavidad de piso (20 % = 1.00) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RCR | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 1.062 | 1.082 | 1.075 | 1.088 | 1.077 | 1.070 | 1.084 | 1.059 | 1.049 | 1.044 | 1.040 | 1.028 | 1.028 | 1.023 | 1.012 | 1.010 | 1.008 |
| 2 | 1.079 | 1.068 | 1.055 | 1.047 | 1.068 | 1.057 | 1.048 | 1.039 | 1.041 | 1.033 | 1.027 | 1.026 | 1.021 | 1.017 | 1.013 | 1.010 | 1.008 |
| 3 | 1.070 | 1.054 | 1.042 | 1.033 | 1.061 | 1.048 | 1.037 | 1.028 | 1.034 | 1.027 | 1.020 | 1.024 | 1.017 | 1.012 | 1.014 | 1.009 | 1.005 |
| 4 | 1.062 | 1.045 | 1.033 | 1.024 | 1.055 | 1.040 | 1.029 | 1.021 | 1.030 | 1.022 | 1.015 | 1.022 | 1.015 | 1.010 | 1.014 | 1.009 | 1.004 |
| 5 | 1.058 | 1.038 | 1.026 | 1.018 | 1.050 | 1.034 | 1.024 | 1.015 | 1.027 | 1.018 | 1.012 | 1.020 | 1.013 | 1.008 | 1.014 | 1.009 | 1.004 |
| 6 | 1.052 | 1.033 | 1.021 | 1.014 | 1.047 | 1.030 | 1.020 | 1.012 | 1.024 | 1.015 | 1.009 | 1.019 | 1.012 | 1.006 | 1.014 | 1.008 | 1.003 |
| 7 | 1.047 | 1.029 | 1.018 | 1.011 | 1.043 | 1.028 | 1.017 | 1.009 | 1.022 | 1.013 | 1.007 | 1.018 | 1.010 | 1.005 | 1.014 | 1.008 | 1.003 |
| 8 | 1.044 | 1.026 | 1.015 | 1.009 | 1.040 | 1.024 | 1.015 | 1.007 | 1.020 | 1.012 | 1.006 | 1.017 | 1.009 | 1.004 | 1.013 | 1.007 | 1.003 |
| 9 | 1.040 | 1.024 | 1.014 | 1.007 | 1.037 | 1.022 | 1.014 | 1.006 | 1.019 | 1.011 | 1.005 | 1.016 | 1.009 | 1.004 | 1.013 | 1.007 | 1.002 |
| 10 | 1.037 | 1.022 | 1.012 | 1.006 | 1.034 | 1.020 | 1.012 | 1.005 | 1.017 | 1.010 | 1.004 | 1.015 | 1.009 | 1.003 | 1.013 | 1.007 | 1.002 |
| Para 10 % de reflectancia efectiva en la cavidad de piso (20 % = 1.00) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RCR | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0.923 | 0.929 | 0.935 | 0.940 | 0.933 | 0.939 | 0.943 | 0.948 | 0.956 | 0.960 | 0.963 | 0.973 | 0.976 | 0.979 | 0.989 | 0.991 | 0.993 |
| 2 | 0.931 | 0.942 | 0.950 | 0.958 | 0.940 | 0.949 | 0.957 | 0.963 | 0.962 | 0.968 | 0.974 | 0.976 | 0.980 | 0.985 | 0.988 | 0.991 | 0.995 |
| 3 | 0.939 | 0.951 | 0.961 | 0.969 | 0.945 | 0.957 | 0.966 | 0.973 | 0.967 | 0.975 | 0.981 | 0.978 | 0.983 | 0.988 | 0.988 | 0.992 | 0.996 |
| 4 | 0.944 | 0.958 | 0.969 | 0.978 | 0.950 | 0.963 | 0.973 | 0.980 | 0.972 | 0.980 | 0.986 | 0.980 | 0.986 | 0.991 | 0.987 | 0.992 | 0.996 |
| 5 | 0.949 | 0.964 | 0.976 | 0.983 | 0.954 | 0.968 | 0.978 | 0.985 | 0.975 | 0.983 | 0.989 | 0.981 | 0.988 | 0.993 | 0.987 | 0.992 | 0.997 |
| 6 | 0.953 | 0.969 | 0.980 | 0.986 | 0.958 | 0.972 | 0.982 | 0.989 | 0.977 | 0.985 | 0.992 | 0.982 | 0.989 | 0.995 | 0.987 | 0.993 | 0.997 |
| 7 | 0.957 | 0.973 | 0.983 | 0.991 | 0.961 | 0.975 | 0.985 | 0.991 | 0.979 | 0.987 | 0.994 | 0.983 | 0.990 | 0.996 | 0.987 | 0.993 | 0.998 |
| 8 | 0.960 | 0.976 | 0.986 | 0.993 | 0.963 | 0.977 | 0.987 | 0.993 | 0.981 | 0.988 | 0.995 | 0.984 | 0.991 | 0.997 | 0.987 | 0.994 | 0.998 |
| 9 | 0.963 | 0.978 | 0.987 | 0.994 | 0.965 | 0.979 | 0.989 | 0.994 | 0.983 | 0.990 | 0.996 | 0.985 | 0.992 | 0.998 | 0.988 | 0.994 | 0.999 |
| 10 | 0.965 | 0.980 | 0.985 | 0.990 | 0.967 | 0.981 | 0.990 | 0.995 | 0.984 | 0.991 | 0.997 | 0.986 | 0.993 | 0.998 | 0.988 | 0.994 | 0.999 |

Figura 1.2 Tabla B Factores de multiplicación para reflectancias de cavidad de piso

Paso 4.

El cálculo del nivel de iluminación se realiza usando la fórmula del método de lumen estándar.

$$\text{Footcandles} = \frac{\text{\# de luminarios} \times \text{lámparas por luminario} \times \text{lúmenes por lámpara} \times \text{CU} \times \text{LLF}}{\text{Área en pies cuadrados o metros cuadrados}} \quad \text{o} \quad \text{luxes=}$$

Cuando el nivel de iluminancia inicial se conoce y se requiere conocer el número de luminarios necesarios para obtener ese nivel, la ecuación del método de lumen, puede expresarse de la siguiente forma:

$$\# \text{ De luminarios} = \frac{\text{Luxes mantenidos} \times \text{Área en pies o metros cuadrados}}{\text{Lúmenes por lámpara} \times \text{Lámparas por luminario} \times \text{CU} \times \text{LLF}}$$

Lúmenes de lámpara (LL) = Esta es la potencia luminosa inicial de las lámparas. Este valor no lo proporcionan los fabricantes.

Coefficiente de utilización= Es CU es la razón de lúmenes que llegan al plano de trabajo al total de lúmenes generados por la lámpara.

El factor de pérdida total de luz (LLF), se integra por dos factores básicos, depreciación de lumen de lámpara (LLD) y depreciación por suciedad de luminario (LDD). Si se han de

encontrar los niveles iniciales, se usa un multiplicador de 1. El factor de pérdida de luz, paralelamente con la salida total de lúmenes de la lámpara varía dependiendo del fabricante y tipo de lámpara o luminario y se determinan consultando la información publicada por cada fabricante.

En ocasiones, es necesario aplicar otros factores de pérdida de luz. Algunos de estos son: factor de balastro, temperatura ambiente que rodea al luminario, factor por variación de voltaje y depreciación por acumulación de polvo en las superficies del cuarto.

Método Lumen

La fórmula del lumen estándar también se utiliza para calcular los niveles de iluminancia promedio cuando los CU's se toman de una curva de utilización.

$$\text{Footcandles} \quad \text{o} \quad \text{Luxes} = \frac{\# \text{Numero de luminarias} \times \text{Lumenes de lámpara Instalada} \times \text{CU} \times \text{LLF}}{\text{Area}}$$

Para calcular el número de luminarios necesarios para producir los footcandles o luxes requeridos, se utiliza la siguiente ecuación.

$$\# \text{ De luminarios} = \frac{\text{Luxes Mantendidos} \times \text{Area en pies cuadrados o metros cuadrados}}{\text{Lumenes por lámpara} \times \text{Lámparas por Luminaria} \times \text{CU} \times \text{LLF}}$$

Una variación de esta fórmula, se utiliza principalmente en la iluminación de carreteras, y calcula que tan separados deben estar los luminarios para producir la iluminación promedio necesaria:

$$\text{Distancia Interpostal} = \frac{\text{Lumenes de la lámpara} \times \text{CU} \times \text{FM}}{\text{Nivel promedio de iluminacion en el Area} \times \text{Anchura de la Calle}}$$

Una curva isolux o footcandle muestra el porcentaje de luz que cae en un área que tiene un ancho designado y una longitud infinita. El ancho esta expresado en la curva isolux en términos de la relación del ancho del camino y altura de montaje del luminario.

El CU se encuentra ubicando las relaciones sobre el eje horizontal, después se traza una línea que intersecta perpendicularmente la línea punteada del CU, entonces este punto de intersección se proyectará sobre el eje vertical del lado derecho encontrado así el valor del CU. Los CU's para el lado calle y el lado casa del luminario son dados en forma independiente y pueden utilizarse para encontrar la iluminación en el camino o sobre la

banqueta o deberán ser sumados para encontrar la iluminación total sobre la calle en el caso de luminarios con altura de montaje medía.

10.-Calculo de ahorro de energía en donde se comparara la situación actual contra la propuesta a entregar al cliente en esta parte se llenaran las siguientes tablas.

A.-Tabla No.1 Análisis general de consumo de energía

FECHA:
 PROYECTO No.:
 PROYECTO:
 DIRECCIÓN:
 DESCRIPCIÓN: **AHORRO DE ENERGIA OFICINAS**
 CLIENTE:
 SOLICITO:
 DESARROLLO: DISEÑO & PROYECTOS

Tabla No.1: ANALISIS GENERAL DE CONSUMO DE ENERGÍA TOTAL

| PROYECTO SMURFIT KAPPA (TABLA GENERAL DE POTENCIA EN OPERACION). | | | | | | | | |
|--|-------|-------------------------|----------------|----------------------|------------------------|---------------------|----------------|------------------------------|
| TIPO | NIVEL | CANTIDAD DE LUMINARIAS* | # DE LAM./LUM. | POTENCIA DE LAMPARA* | POTENCIA DE LUMINARIA* | TIPO DE BALASTRO ** | POTENCIA REAL* | POTENCIA TOTAL* |
| PLANTA BAJA | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| PLANTA ALTA | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | POTENCIA TOTAL EN OPERACION* |

Notas:

- * Watts
- ** Cuando utilizamos un balastro magnético debemos agregar un 20% de energía para obtener la potencia real de utilización.
- ** Cuando utilizamos un balastro magnetico de alto factor de potencia debemos agregar un 10% de energía para obtener la potencia real de utilización.

| PROYECTO SMURFIT KAPPA (TABLA GENERAL DE POTENCIA PROPUESTA POR RISOU).) | | | | | | | | |
|--|-------|-------------------------|----------------|----------------------|------------------------|---------------------|----------------|-----------------------|
| TIPO | NIVEL | CANTIDAD DE LUMINARIAS* | # DE LAM./LUM. | POTENCIA DE LAMPARA* | POTENCIA DE LUMINARIA* | TIPO DE BALASTRO ** | POTENCIA REAL* | POTENCIA TOTAL* |
| PLANTA BAJA | | | | | | | | |
| | | | | | | ELECTRONICO | | |
| PLANTA ALTA | | | | | | | | |
| | | | | | | ELECTRONICO | | |
| | | | | | | | | POTENCIA TOTAL IDEAL* |

En esta se llenaran los datos empezando por la fecha, nombre del proyecto, la dirección en donde se encuentra localizado, la descripción en nuestro caso es el ahorro de energía planta de producción, el nombre del cliente y quien nos solicitó realizar el análisis, por último la persona quien desarrollo el análisis, se hace el cálculo de la potencia total en operación

| |
|---|
| Potencia total En Operación |
| Numero de lámparas X La potencia de las lámparas X El factor del balastro |

En seguida realizamos el cálculo la potencia total ideal

| | | |
|----------------------|-------------------------------|------------------------|
| Potencia total Ideal | | |
| Numero de lámparas X | La potencia de las lámparas X | El factor del balastro |

Se tendrá que agregar las nota como se muestra en la tabla 1 esta cambiaran de acuerdo al balastro utilizado.

B.-Tabla No.2 Análisis general de Lámparas propuestas contra lámparas instaladas

Tabla No.2: ANALISIS GENERAL LÁMPARAS PROPUESTAS VS INSTALADA

| ANALISIS I | ISTALADA | PROPUESTA |
|--------------------------------|-------------------------|-----------|
| | Potencia de la lámpara* | |
| Bulbo | | |
| CRI ** | | |
| Vida promedio (horas) | | |
| Flujo luminoso (Lumens Medios) | | |
| # de lámparas / luminaria | | |
| Consumo real de la luminaria * | | |
| Temperatura (°k) | | |
| # de luminarias | | |
| Consumo total * | | |
| Consumo total instalado (KW) | | |
| Ahorro de energía (KW) | | |
| Ahorro de energía (%) | | |

En esta segunda tabla se comparara las lámparas que se encuentran instaladas contra las de la propuesta se comenzara con la potencia de la lámpara, el tipo de bulbo, el CRI que es el índice de rendimiento de color de las lámparas, la vida promedio entre una y otra, el flujo luminoso que son los lúmenes medidos contra los nuevos, número de lámparas por luminaria, el consumo que nos generara la luminaria, la temperatura de color de las lámparas, el número de luminarias instaladas contra las que propondremos.

Por último se hará el cálculo potencia total en watts y en kilowatts de la siguiente manera:

| |
|--|
| Potencia total En Watts |
| Número de luminarias X El consumo real de la luminaria |

| |
|--|
| Potencia total En Kilowatts |
| $\frac{\text{Número de luminarias X El consumo real de la luminaria}}{1000}$ |

Finalizando con el cálculo del ahorro de energía y el porcentaje del mismo

| |
|--|
| Ahorro de energía |
| Potencia del sistema actual-Potencia del sistema propuesto |

| |
|--|
| Porcentaje |
| $\left[1 - \left(\frac{\text{Potencia del sistema propuesto}}{\text{Potencia del sistema actual}} \right) \right] * 100$ |

C.-Tabla Comparativa de ahorro de energía

Tabla No.3: TABLA COMPARATIVA DE AHORRO DE ENERGÍA TOTAL.

| <i>PROYECTO SMURFIT KAPPA (TABLA GENERAL DE POTENCIA EN OPERACION).</i> | <i>INSTALADA</i> | <i>IDEAL</i> |
|--|-------------------------|---------------------|
| HORAS DE USO DIARIAS | | |
| HORAS DE USO DE ENERGIA BASE | | |
| HORAS DE USO DE ENERGIA INTERMEDIA | | |
| HORAS DE USO DE ENERGIA PUNTA | | |
| HORAS DE USO DIARIAS | | |
| <i>COSTO ENERGETICO</i> | <i>INSTALADA</i> | <i>IDEAL</i> |
| TARIFA HM | | |
| Costo por KWH BASE (Pesos) | | |
| Costo por KWH INTERMEDIA (Pesos) | | |
| Costo por KWH PUNTA (Pesos) | | |
| <i>POTENCIA DE USO</i> | <i>INSTALADA</i> | <i>IDEAL</i> |
| DEMANDA MAXIMA MEDIDA (KW) (Tabla No.1: ANALISIS GENERAL DE CONSUMO DE ENERGÍA TOTAL). | | |
| <i>POTENCIA DE USO</i> | <i>INSTALADA</i> | <i>IDEAL</i> |
| Costo por los KWH BASE utilizados (Pesos) | | |
| Costo por los KWH INTERMEDIA utilizados (Pesos) | | |
| Costo por los KWH PUNTA utilizados (Pesos) | | |
| <i>CONSUMO DE ENERGIA</i> | <i>INSTALADA</i> | <i>IDEAL</i> |
| DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA DIARIA (Pesos) | | |
| DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA MENSUAL (Pesos) | | |
| DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA ANUAL (Pesos) | | |
| <i>AHORRO DE ENERGÍA EN PESOS (ANUAL).</i> | | |

Notas:

Los costos de consumo de energía fueron proporcionados por el usuario.

Los resultados obtenidos pueden tener variaciones por las horas de uso establecidas por sus servicio, así como por costos por la Demanda Máxima Medida y el costo por energía consumida.

En la tabla no.3 se comienza con el llenado de las horas de uso diarias de energía dividiéndose en horas base, horas intermedia, horas punta, después se hace el llenado del costo energético, de la página de la Comisión federal de electricidad se checan las tarifas establecidas para la zona centro, en seguida se llenan los valores de la potencia de uso demanda máxima medida en kW esta dato lo obtenemos:

1.-Potencia de Uso

| |
|---|
| Potencia de Uso instalada |
| <u>Potencial Total de Uso Instalada</u> 1000 |

| |
|---|
| Potencia de Uso ideal |
| <u>Potencia total ideal</u> 1000 |
| |

Tanto la potencia total en operación como la ideal son datos de tabla no1. Análisis General del consumo de energía.

2.- Cálculos de potencia de uso se realizan tanto para el sistema instalado y el sistema propuesto

A. Costo por los KWH BASE utilizados (Pesos)

| |
|---|
| Costo por los KWH BASE utilizados (Pesos) |
| HORAS DE USO DE ENERGIA BASE X Costo por KWH BASE (Pesos) X DEMANDA MÁXIMA MEDIDA (KW) (Tabla No.1: ANALISIS GENERAL DE CONSUMO DE ENERGÍA TOTAL) |

B. Costo por los KWH INTERMEDIA utilizados (Pesos)

| |
|---|
| Costo por los KWH INTERMEDIA utilizados (Pesos) |
| HORAS DE USO DE ENERGIA INTERMEDIA X Costo por KWH INTERMEDIA (Pesos) X DEMANDA MÁXIMA MEDIDA (KW) (Tabla No.1: ANALISIS GENERAL DE CONSUMO DE ENERGÍA TOTAL) |

C. Costo por los KWH PUNTA utilizados (Pesos)

| |
|---|
| Costo por los KWH PUNTA utilizados (Pesos) |
| HORAS DE USO DE ENERGIA PUNTA X Costo por KWH PUNTA (Pesos) X DEMANDA MÁXIMA MEDIDA (KW) (Tabla No.1: ANALISIS GENERAL DE CONSUMO DE ENERGÍA TOTAL) |

TOTAL)

3.- Cálculos de Consumo de Energía de uso se realizan tanto para el sistema instalado y el sistema propuesto

A. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA DIARIA (Pesos)

DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA DIARIA (Pesos)

Costo por los KWH BASE utilizados (Pesos) X Costo por los KWH INTERMEDIA utilizados (Pesos) X
Costo por los KWH PUNTA utilizados (Pesos)

B. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA MENSUAL (Pesos)

DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA MENSUAL (Pesos)

DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA DIARIA (Pesos) X 30 Días

C. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA ANUAL (Pesos)

DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA ANUAL (Pesos)

DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA MENSUAL (Pesos) X 12 MESES

AHORRO DE ENERGÍA EN PESOS (ANUAL)

AHORRO DE ENERGÍA EN PESOS (ANUAL)

DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA ANUAL (Pesos) SISTEMA INTALADO - DEMANDA Y
CONSUMO DE ENERGÍA ANUAL (Pesos) SISTEMA PROPUESTO

D.-Tabla No.4 de Costos Beneficio se calcula el tiempo de amortización de la propuesta en años

Tabla No.4: COSTO BENEFICIO

| | |
|--|--|
| Costo total de los luminarios | |
| Menos el presupuesto del mantenimiento de las lámparas propuestas** | |
| Costo total de lo propuesto para efecto de ahorro de energía | |
| Costo total de la energía consumida en kilowatts-hora de lo existente al año | |
| Costo total de la energía consumida en kilowatts-hora de lo propuesto al año | |
| Ahorro total al año | |
| Tiempo de amortización de lo propuesto en años | |

1.-Costo Total de los Luminarias

| |
|--|
| Costo Total de los Luminarias |
| NUMERO DE LUMINARIAS X COSTO DE LUMINARIAS |

2.- Menos propuesto del mantenimiento de las lámparas propuestas

| |
|--|
| Menos propuesto del mantenimiento de las lámparas propuestas |
| $\text{Costo Luminarias} - \left(\frac{\text{Costo luminarias} \times 10}{100} \right)$ |

Se debe tomar el 10% o menos del desembolso inicial por el factor de imprevistos, como el hecho de comprar cable, tubería o que una lámpara se encuentre dañada.

3.-Costo total de lo propuesto para efecto de ahorro de energía

| |
|---|
| Costo total de lo propuesto para efecto de ahorro de energía |
| Costo total de los luminarias - Menos el presupuesto del mantenimiento de las lámparas propuestas |

4.-Costo total de energía consumida en Kilowatt-hora (KW-H) de lo ya instalado, en el año y el costo total de la energía consumida en Kilowatt-hora (KW-H) de la nueva propuesta son datos obtenidos en la tabla no.3.

5.- Ahorro Total Al Año

| |
|---|
| Ahorro Total Al Año |
| Costo total de la energía consumida en kilowatts-hora de lo existente al año - Costo total de la energía consumida en kilowatts-hora de lo propuesto al año |

6.-Por ultimo determinamos el tiempo de Amortización

| |
|---|
| Tiempo de Amortización |
| $\frac{\text{Costo total de la propuesta para el efecto de Ahorro de energía}}{\text{Ahorro total al año}}$ |

Con esto determinamos el tiempo de amortización del proyecto ya sea 5 meses o más. El tiempo restante será ganancia.

CAPITULO 1 ANTECEDENTES GENERALES

1.1 El Ojo Humano

La iluminación es importante para el hombre, no solamente porque altera el estímulo que llega al sistema visual, sino porque, al mismo tiempo, modifica el estado de operación del sistema visual. Por lo tanto, para comprender los efectos de la iluminación, es necesario conocer cuáles son las capacidades del sistema visual y como varían con la iluminación.

El sistema visual está compuesto del ojo humano y del cerebro operando en forma conjunta. La luz que llega al ojo es enfocada sobre la retina por el efecto combinado de la córnea y el cristalino del ojo. (Figura 1)

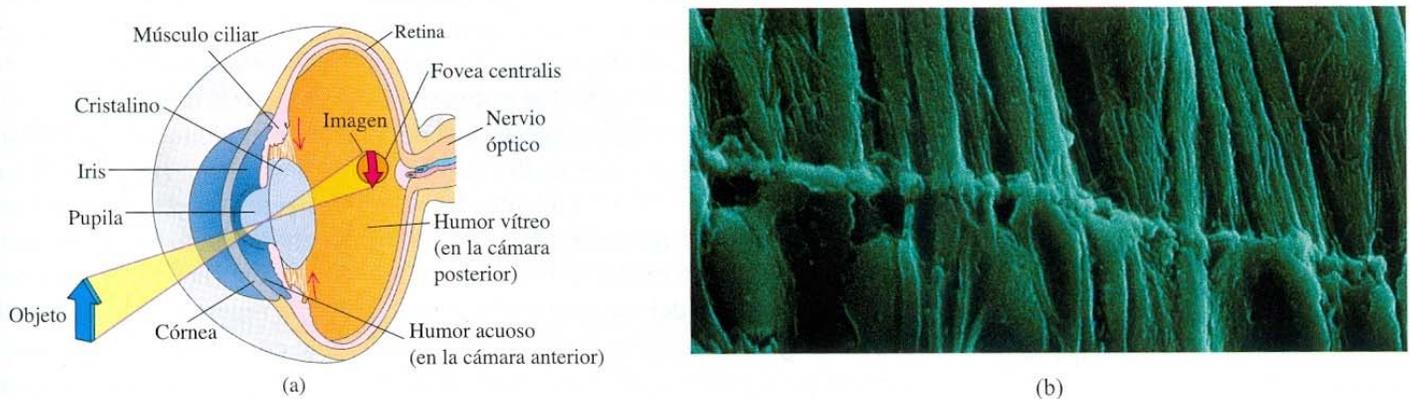


Figura 2. Selección del ojo donde se muestran sus distintos componentes.

A) El ojo. El músculo ciliar se contrae para alterar la distancia focal del cristalino a fin de formar imágenes nítidas de objetos cercanos.

B) Esta imagen aumentada muestra los bastones y conos del ojo humano. Los bastones son más sensibles a la luz que los conos, pero solo los conos son sensibles a diferencias de color. Un ojo humano típico contiene alrededor de 1.3×10^8 bastones y aproximadamente 7×10^6 conos.

El ojo humano suele compararse a una cámara fotográfica a la que se parece en muchos aspectos. Ambos tienen una lente que enfoca una imagen invertida sobre una superficie sensible a la luz la película en una cámara fotográfica la retina en el ojo. El párpado corresponde al obturador de la cámara. En frente a la lente fotográfica hay un diagrama

que puede abrirse o cerrarse para regular la calidad de luz que se encuentra en la cámara. Delante de la lente, en el ojo, está el iris que lleva a cabo la misma función. El ojo es de forma casi esférica y tiene aproximadamente 2.5 cm de diámetro.

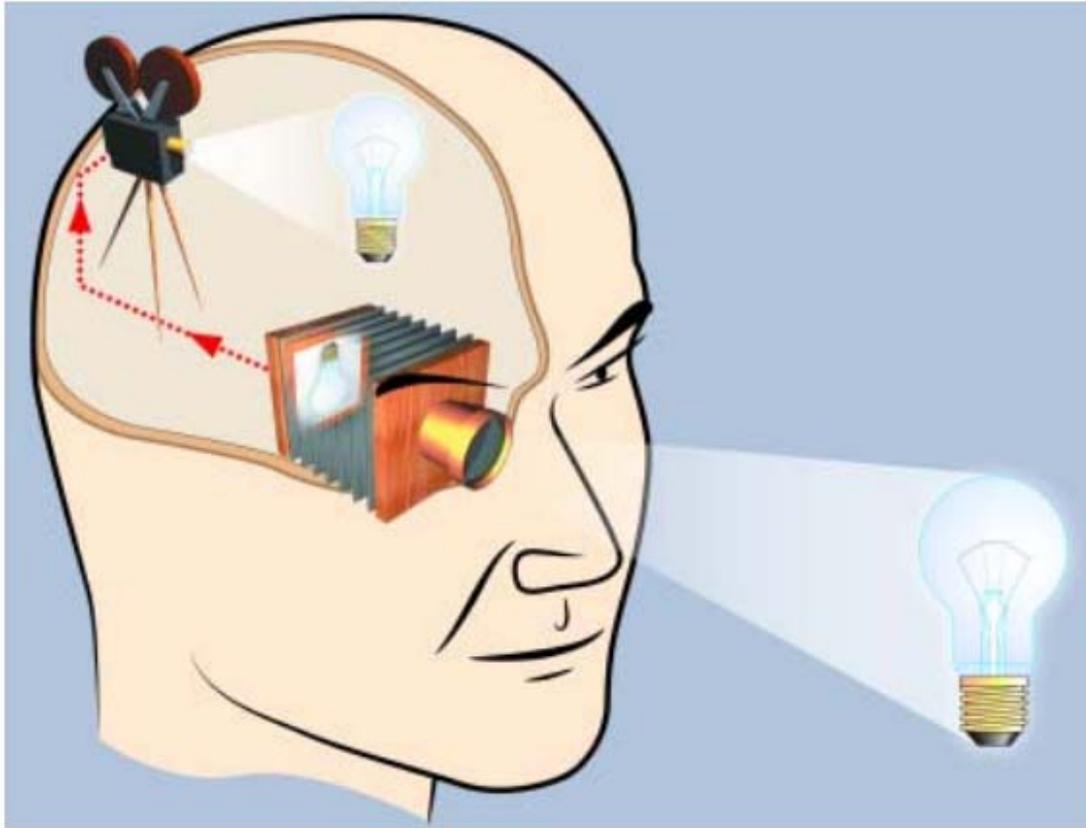


Figura 3. Formación de imagen y su rectificación en el cerebro

1.2 Elementos constitutivos del ojo

- Bastones. Son células fotorreceptoras de la retina responsable de la visión en condiciones de baja luminosidad.
- Conos. Los conos son células sensibles a la luz que se encuentran situadas en la retina de los vertebrados, en la llamada capa fotorreceptora (también se conoce como *capa de conos y bastones*). Reciben este nombre por la forma conoidea que tiene su segmento externo. Estas células son las responsables de la visión en colores.

- Parpado. Es un pliegue de piel que protege y ayuda a regular la cantidad de luz que llega al ojo bajo condiciones demasiado brillantes. Sirve también para distribuir el líquido lagrimal sobre la córnea y mantenerla húmeda.
- Cornea. Es la porción transparente de la membrana exterior que rodea al ojo, sirve como protección, pues es muy resistente.
- Humor acuoso. Es un líquido situado entre la córnea y el cristalino, con un índice de refracción (próximo al del agua) de 1.336 e igual al del humor vítreo.
- Cristalino. Es el lente del ojo. Está formado por una capsula transparente que contiene una gelatina fibrosa, dura en el centro y se hace progresivamente más blanda hacia afuera, con un índice de refracción de 1.437. El cristalino está sostenido por ligamentos que los unen a los músculos ciliares.
- Músculos Ciliares. Son dos pares, dos horizontales y dos verticales, que controlan la forma del cristalino para enfocar los objetos a diferentes distancias. Cuando estos músculos se fatigan sobreviene los defectos de la visión.
- Iris. Está situado detrás de la córnea y delante del cristalino, en su centro hay una abertura llamada pupila.
- Pupila. La función de la pupila es regular la cantidad de luz que entra en el ojo. Se dilata automáticamente si la cantidad de la luz del campo de visión es pequeña y se contrae si esta aumenta.
- Humor vítreo. Es una gelatina ligera que contiene en su mayor parte agua. Se encuentra entre el cristalino y la retina.
- Retina. La retina es considerada por algunos autores como una extensión del cerebro, consiste de dos tipos diferentes de foto receptores y numerosas interconexiones nerviosas.

Es una gran parte de la superficie interna del ojo, recibe imágenes y es sensible a la luz. Está formada por delicada película de fibras nerviosas de conos y bastos. Esto junto con un líquido azulado llamado purpura visual que se encuentra entre ellos, reciben la imagen óptica y la transmiten para el nervio óptico al cerebro. Hay una ligera depresión en la retina llamada mancha amarilla o macula.

1.3 Patologías del ojo

- Astigmatismo (incapacidad de enfocar líneas horizontales y verticales al mismo tiempo). La distancia focal del ojo astigmático es diferente para dos planos

perpendiculares. Esta condición resulta de irregularidades en la curvatura de la córnea y del cristalino.

- **Miopía.** La distancia focal del ojo miope es demasiado corta, por lo que los rayos paralelos convergen delante de la retina y no en ella. Las personas miopes ven los objetos cercanos claramente, pero los distantes parecen borrosos.
- **Hipermetropía.** Es en este caso la distancia focal del ojo es demasiado grande y el foco del está detrás de la retina. Las personas que sufren hipermetropía no ven con claridad los objetos cercanos.
- **Presbicia.** En personas de edad media o avanzada, el cristalino se vuelve progresivamente menos elástico y el proceso de acomodación para una visión cercana se va haciendo más difícil. El resultado es similar a la hipermetropía. Todos estos efectos se corrigen mediante el uso de lentes correctivas (anteojos o lentes de contacto). Hoy en día gracias a los avances de la tecnología estas patologías no pueden ser corregidas a través de lentes sino a través de operaciones quirúrgicas

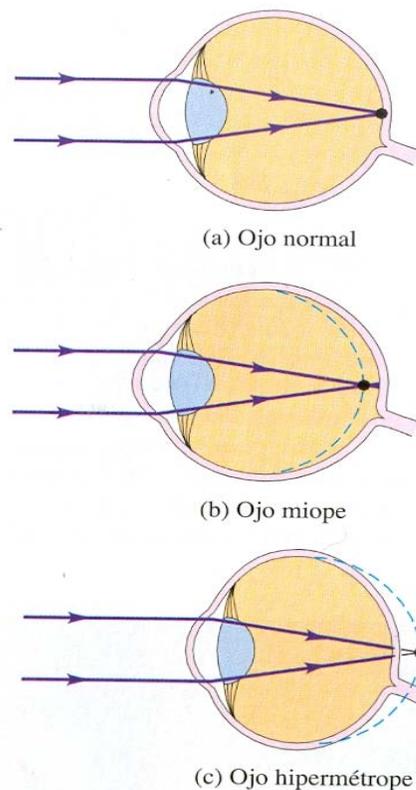


Figura 4. Patologías del ojo humano

a) *Un ojo normal, b) un ojo miope (corto de vista) y c) un ojo hipermetrope observando un objeto muy distante. La curva azul punteada indica la posición de la retina que se requiere.*

1.4 Proceso Visual

Se puede considerar que el proceso adopta diferentes formas de acuerdo con las constituciones del ojo, los niveles de iluminación y el campo de visión sobre el que actúa.

- Visión central. Los conos de la fovea producen en el cerebro una imagen muy nítida; gracias a ellos el ojo alcanza su máxima capacidad de resolución.

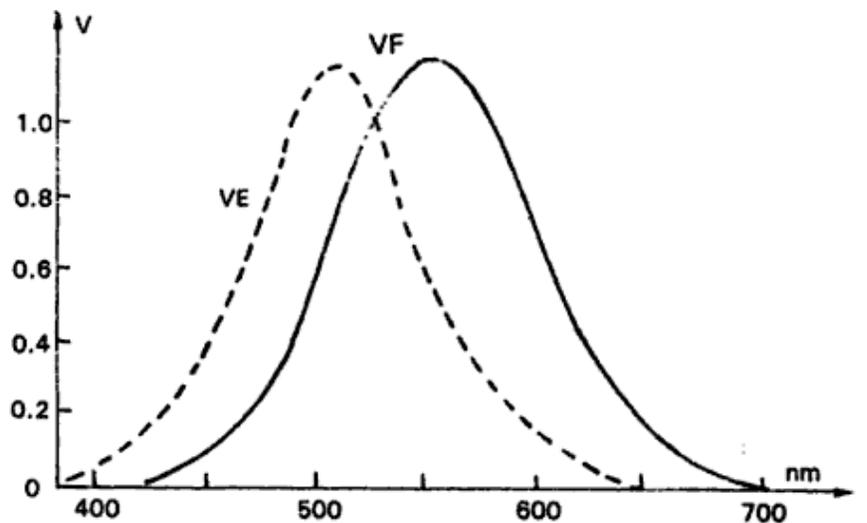


Figura 5. Curva de eficacia lumínica espectral para visión fotópica VF y visión escotópica VE

- Visión periférica. Por las características de los bastones y su disposición en la periferia de la retina, no se produce una visión nítida sino que los objetos aparecen como siluetas borrosas.
- Visión escotópica. En valores de luminancia o niveles de iluminación inferiores a 0.05 lux, la visión se denomina escotópica. Aquí los bastones son los elementos

principales y detección periférica es, por lo tanto, superior a la foveal. La visión escotópica no produce en el cerebro la sensación de color.

- Visión fotópica. Si el ojo está adaptado a niveles de luminancia o iluminación mayor que 3 lux, la visión se denomina fotópica. En ella los conos son los elementos activos primordiales y es posible una captación de colores normales.
- Visión mesópica. Es la visión comprendida entre los niveles de luminancia de 0.05 a 3 lux, valores límite de la visión escotópica y fotópica, respectivamente. Al disminuir el nivel de iluminación disminuye también la capacidad del ojo para distinguir colores. Debido al desplazamiento de la curva de sensibilidad espectral relativa el ojo se hace más sensible a los colores próximos al extremo azul del espectro.

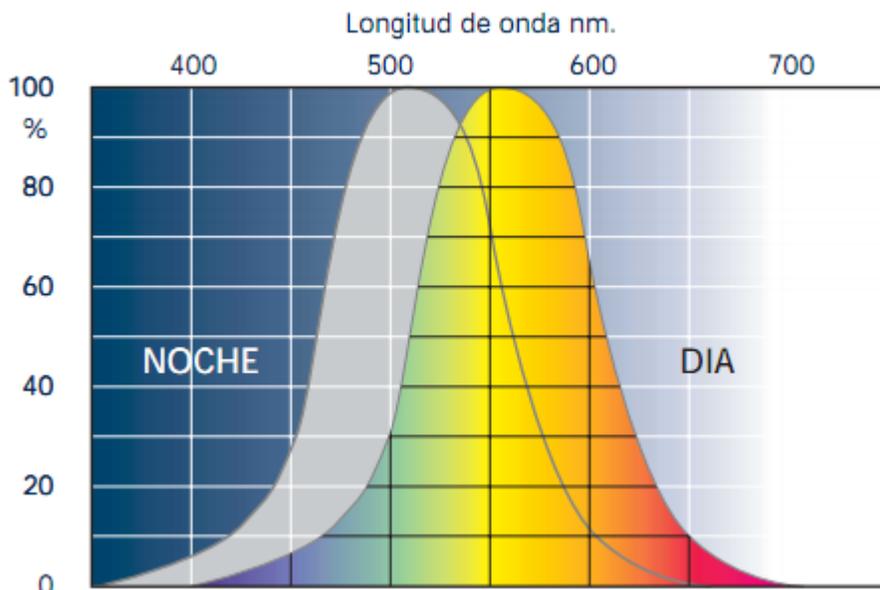


Figura 6. Curva de sensibilidad del ojo

1.5 ¿Qué es la luz?

Hasta la época de Isaac Newton (1642-1727), la mayoría de los científicos pensaba que la luz consistía en corrientes de partículas (llamadas corpúsculos) emitidas por fuentes de luz. Galileo y otros intentaron (sin éxito) medir la rapidez de la luz.

Alrededor de 1665 comenzaron a descubrirse indicios de las propiedades ondulatorias de la luz. Para la primera mitad del siglo XIX, las pruebas de que la luz es una onda habían llegado a ser muy convincentes.

En 1873, James Clerk Maxwell predijo la existencia de ondas electromagnéticas y calculó su rapidez de propagación. Este adelanto, aunado al trabajo experimental de Heinrich Hertz iniciado en 1887, demostró de forma concluyente que la luz es, en efecto, una onda electromagnética.

Sin embargo, la concepción ondulatoria de la luz no ofrece una visión completa sobre su naturaleza. Varios efectos asociados con la emisión y absorción de la luz ponen de manifiesto un aspecto corpuscular, en cuanto a que la energía transportada por ondas de luz está contenida, en paquetes discretos llamados fotones o cuantos. Desde 1930 ha sido posible conciliar estas propiedades ondulatorias y corpusculares, aparentemente contradictorias, gracias al desarrollo de la electrodinámica cuántica, una teoría completa que incluye tanto las propiedades ondulatorias como las corpusculares. La propagación de la luz se describe mejor mediante el modelo ondulatorio, pero para comprender la emisión y absorción se requiere mejor un enfoque corpuscular.

Sin embargo en términos básicos podemos decir que la luz es aquella porción del espectro electromagnético a la cual el ojo responde. Esta energía visible es una pequeña parte excedente del espectro total cuyo rango va desde los rayos cósmicos con una longitud de onda extremadamente corta (1×10^{-4} metros) a frecuencias eléctricas cuya longitud de onda es de cientos de kilómetros.

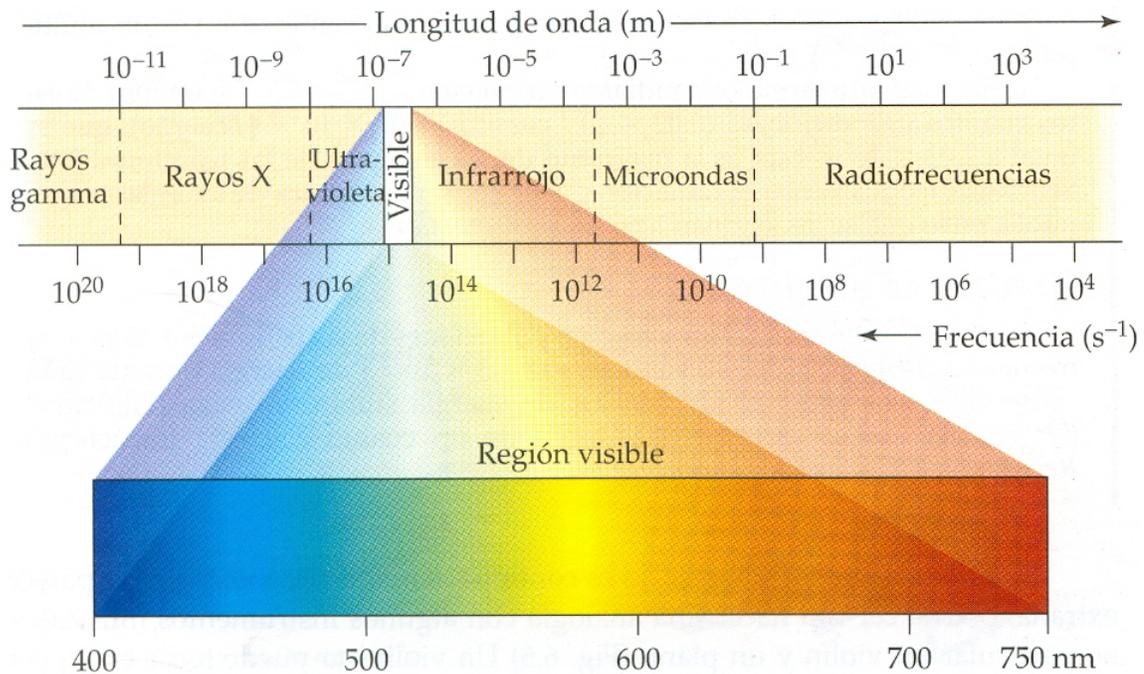


Figura 7. Espectro electromagnético luz visible.

1.6 Principios de Iluminación

La comprensión de algunos de los términos fundamentales en la tecnología de la iluminación es básica para la práctica de un buen diseño. Algunos de las definiciones y conceptos se dan a continuación:

- Flujo luminoso. Es la cantidad de luz emitida por una fuente luminosa en unidad de tiempo (segundo). La unidad de flujo luminoso es el lumen.
- Lumen. Cantidad de flujo luminoso contenida en un ángulo sólido steradian respecto a una fuente que emite una candela uniforme.
- Lux. Unidad de nivel luminoso en el sistema internacional, equivalente a un lumen sobre metro cuadrado. Lm/m cuadrado
- Luminario Dispositivo que se utiliza para controlar y dirigir el flujo luminoso generado por una o más lámparas contenidas en su interior.
- Luminario a prueba de explosión: Luminario completamente cerrado y capaz de resistir una explosión de gases o vapor dentro de él y prevenir la ignición de gases o vapor alrededor de este.
- Intensidad Luminosa. La candela es la unidad de intensidad (I) y es análoga a la presión en el sistema hidráulico. A veces se llama candela y describe la cantidad de luz (lúmenes) en una unidad de ángulo sólido. Esta unidad de ángulo se llama steradian

$$I = \frac{\text{(lúmenes)}}{\text{(steradian)}}$$

- Iluminancia (E). La iluminancia es la cantidad de luz que alcanza un área unitaria de superficie y es medida en pies candelas o luxes. Está definida por la I intensidad en candelas, dirigida hacia el punto P, dividida por la distancia al cuadrado (D) de la fuente a la superficie.

$$E = \frac{I}{D^2}$$

Si la luz incide en otro ángulo, la forma se transforma en:

$$E = \frac{I \cos(\theta)}{D^2}$$

Dónde:

E=Iluminación en pies candelas (fc) o luxes

I=Intensidad en candela (cd) hacia el punto P

D=Distancia en pies o metros

θ =Ángulo de incidencia

La iluminancia frecuentemente llamada brillante, es el nombre dado a lo que vemos. La brillante es una sensación subjetiva que varía de muy tenue a oscuro a muy brillante.

- Candela. Unidad de intensidad luminosa igual a un lumen por steradian (lm/sr). Se define como la intensidad en una dirección dada, de una fuente luminosa que emite una radiación monocromática y de la cual, la intensidad radiante en esa dirección es de 1/683 watts/steradian. Hasta 1984 se le llamo bujía.
- Luz directa. En palabras simples la luz directa es aquella que viaja directamente de la luminario a la superficie por iluminar
- Luz indirecta. Es aquella que es reflejada de uno o más objetos a la superficie que va a ser iluminada. Para aplicaciones en interiores se consideran tanto la luz directa como la indirecta. Para aplicaciones exteriores solo se considera la luz directa.

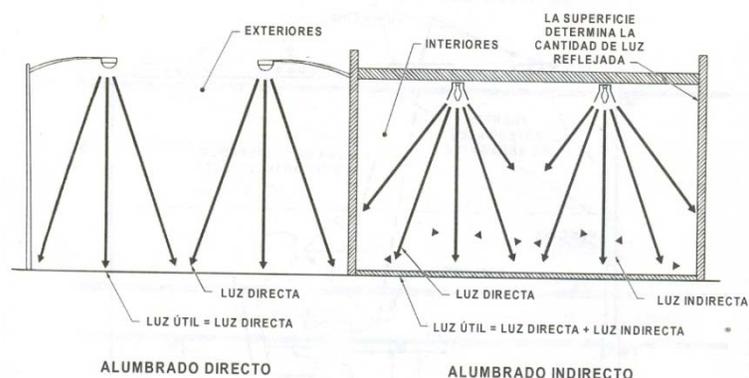


Figura .8 Alumbrado directo e indirecto

- Lámpara. Se puede definir como cualquier dispositivo empleado para la iluminación artificial. Es el parámetro mediante el cual se transforma la energía eléctrica en energía luminosa.
- Balastro. Dispositivo electromagnético o electrónico que proporciona los parámetros necesarios de tensión, corriente forma de onda y regulación, para el buen funcionamiento de las lámparas fluorescentes y de alta tensión
- Temperatura de color o cromaticidad. La temperatura de color se mide en grados kelvin y se describe en forma genérica la calidez o la frialdad producida por la fuente de luz. Una temperatura de color bajo, indica una fuente cálida que enfatiza los rojos, los naranjas y los amarillos. Una temperatura de color más alto designa una fuente fría que enfatiza los azules y los verdes.
- Exitancia (M)

Por lo general se desea calcular la cantidad de luz reflejada en las superficies del cuarto; muchas son difusas por naturaleza y como resultado del término correcto a usar es Exitancia (M) donde:

Exitancia=iluminación X factor de reflexión

$$M=E \times$$

Dónde:

E=Iluminación en pies candela

P=Es el factor de reflexión de la superficie expresado como la fracción de luz reflejada sobre la luz iniciante.

M=Es la exitancia resultante en pies candela.

- Eficacia Luminosa. Relación del flujo luminoso emitido por una lámpara en lúmenes entre la potencia eléctrica consumida por la misma. Su unidad está dada en lúmenes /Watt
- Eficiencia de una luminaria. Relación del flujo luminoso emitido por un luminario con respecto aquel que producen la o las lámparas desnudas en su interior.

- Nivel de iluminación. Se define como la intensidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie, su unidad de medida es 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 tiempo de lugar de trabajo.
- 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 en la que se produce la reflexión.
- Depreciación de los Lúmenes de la lámpara (LLD) (lamp lumen depreciation). Es la pérdida de la emisión luminosa (lúmenes), emitida por la lámpara debido al uso normal de operación. La acumulación de la suciedad en los luminarios trae como consecuencia una pérdida de la emisión luminosa y por lo mismo, pérdidas de iluminación en el plano de trabajo, esta pérdida se le conoce como factor de LDD (Luminaire Dirty Depreciation).

La suciedad en la atmósfera se considera que proviene de dos fuentes; aquella que pasa de atmósferas adyacentes al local donde se encuentran el luminario y la que se genera por el trabajo realizado en la atmósfera circundante al luminario.

La suciedad puede clasificarse como adhesiva, atraída o inerte y puede provenir de fuentes constantes o intermitentes.

- a) La Suciedad Adhesiva. Se colgara de la superficie del luminario debido a lo pegajoso de su naturaleza, mientras que la suciedad atraída se mantiene por efecto de la fuente electrostática.
- b) La Suciedad Inerte. Varía en acumulación desde prácticamente nada, en las superficies verticales hasta tanto como pueda soportar una superficie horizontal antes de ser desalojada por la gravedad o circulación de aire.

La suciedad inerte es por partículas no pegajosas, sin carga electrostática, tales como: harina, aserrín, cenizas, finas, etc.

CAPITULO 2 FUENTES LUMINOSAS

A continuación se describe la constitución y funcionamiento de las diferentes fuentes luminosas que se fabrica, así como sus ventajas, desventajas y otras características técnicas. Desde el punto de vista de la ingeniería existen dos formas principales de producir luz artificial por medios eléctricos: por incandescencia y por descarga eléctrica o arco eléctrico, existiendo variantes dentro de estas categorías.

- Lámparas incandescentes
 - a) Con argón o nitrógeno
 - b) Con gas halógeno o de cuarzo
- Lámparas de descarga o arco voltaico
 - a) Descarga en aire o arco de carbón
 - b) Descarga en gas a baja presión
 - Lámparas fluorescentes
 - Lámparas de sodio a baja presión
 - c) Descarga en gas alta presión
 - Lámpara de vapor de mercurio
 - Lámpara de haluros metálicos
 - Lámpara de vapor de sodio alta presión

Hoy en día la electroluminiscencia es la conversión directa de energía eléctrica en luz, sin necesidad de un paso intermedio como en la descarga de un gas o como el calentamiento de un material. Los dos mecanismos a través de los cuales ocurre la excitación en este proceso son: la recombinación de portadores de carga en ciertos semiconductores y mediante la excitación de centros luminiscentes en fósforos. Los LEDs y los paneles electroluminiscentes son ejemplos de fuentes de luz basadas respectivamente en estos fenómenos.

El siguiente *Mapa conceptual* representa la clasificación de las fuentes luminosas:

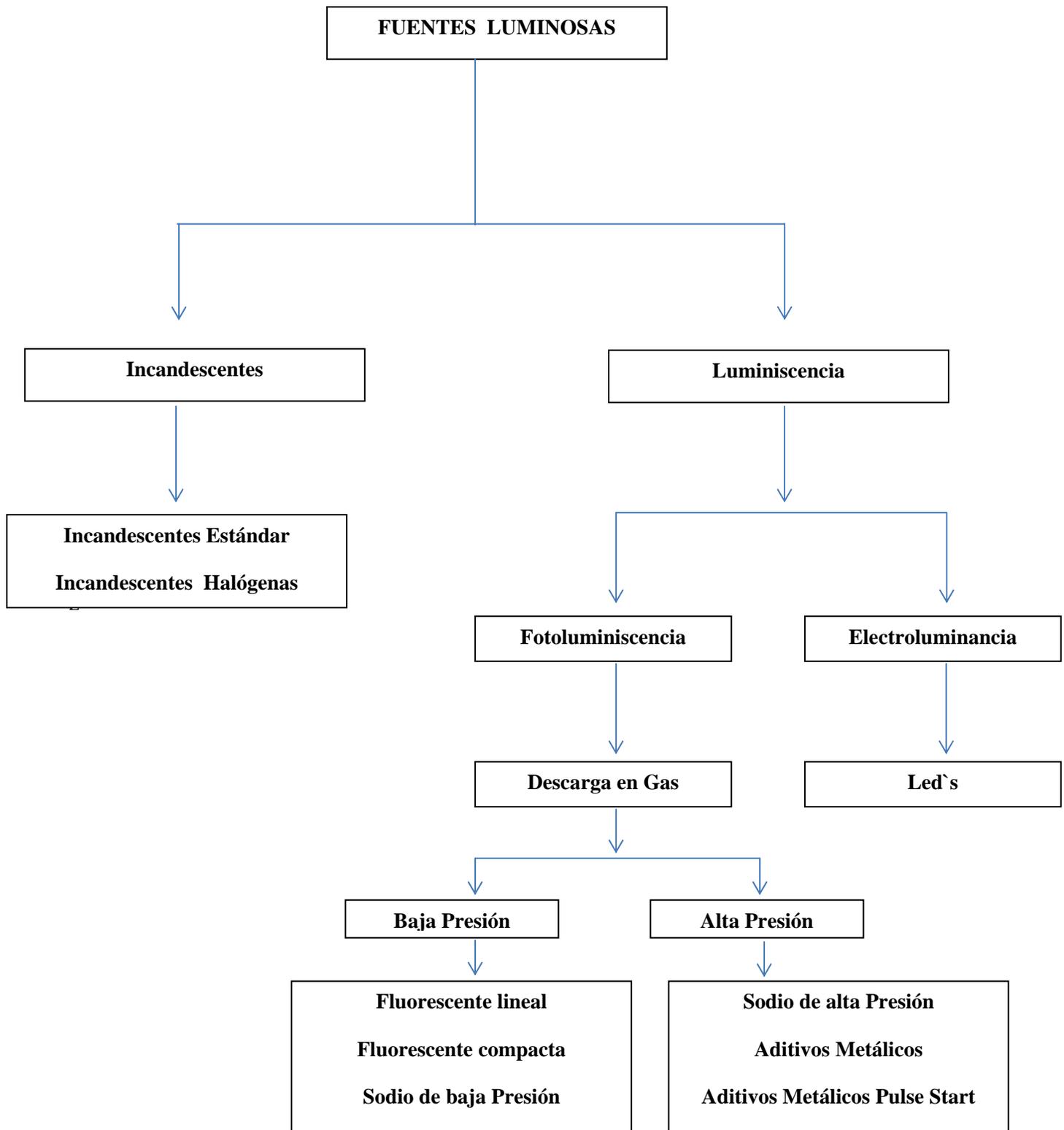


Figura 9. Clasificación de fuentes luminosas

2.1 Lámparas Incandescentes

Una de las más antiguas fuente de luz es la lámpara incandescente representa una de las primeras fuentes de luz artificial. La lámpara incandescente es la fuente de luz más usada de manera más común a pesar de que hoy en día existen otras lámparas más eficientes, permanece como la fuente dominante para la iluminación en el sector residencial y hasta cierto punto en comercios y para la iluminación decorativa de interiores en general. Esta luz se basa en que un filamento de tungsteno de espiral simple o doble se lleva hasta su incandescencia con el paso de la corriente eléctrica a través de él. Con el objeto de que no se quemara el filamento se encierra en una ampolleta o bulbo de vidrio dentro del cual se hace el vacío o se introduce un gas inerte (argón o xenón) para evitar su desintegración. El rendimiento de estas lámparas es bajo, del 10 % de la potencia absorbida por el filamento solo del 10 % al 12 % son radiaciones visibles y el resto son radiaciones infrarrojas que se manifiestan en forma de calor.



Figura 10. Lámpara incandescente en uso residencial

2.1.1 Componentes de lámpara Incandescente

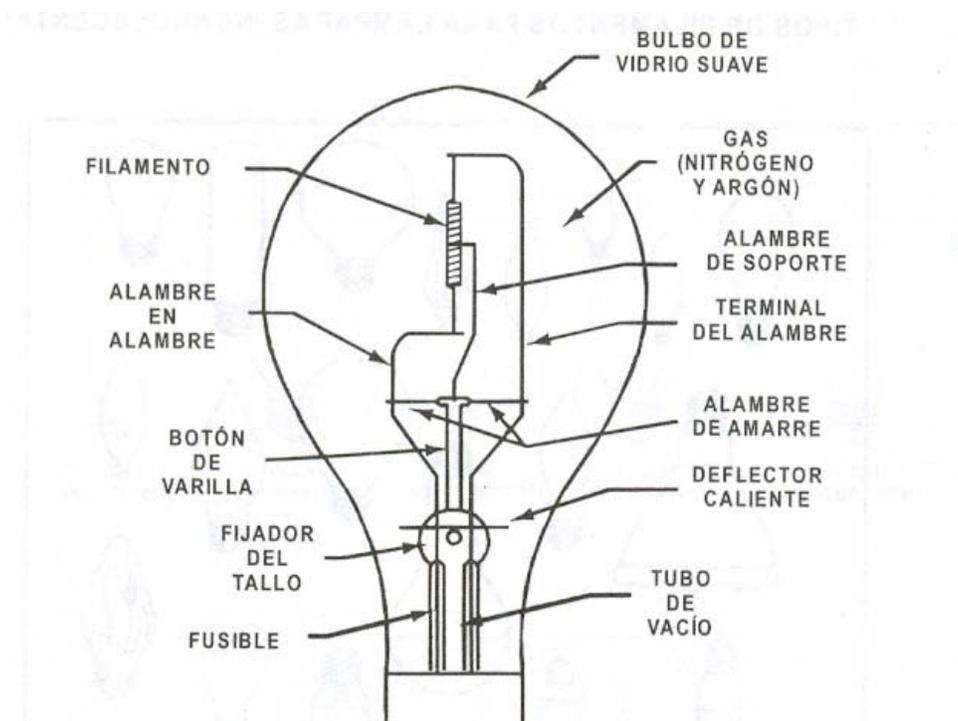


Figura 11. Lámpara incandescente

- Bulbo

El filamento debe de operan en vacío o en una atmosfera de gas inerte para evitar la rápida desintegración debido a la oxidación por lo tanto se le encierra en una envoltura de cristal el cual es llamado bulbo es lo que determina la forma de la lámpara, existiendo una enorme variedad de ellas en la *Figura 11* se pueden ver diferentes tipos de bulbo.

En general tienen formas de pera u hongos. Por lo general, estos bulbos se construyen con vidrio de diferentes tipos. En la mayoría de los casos están hechos de sodio calcio o vidrio blando y en otros casos, en los que deben soportar altas temperaturas, se usa sílice o sílice puro fundido (cuarzo). En muchos tipos de bulbos se aplica una cubierta interior, consistente en una capa de polvo de sílica blanca que produce una moderada difusión de la luz con una reducción de la misma desde el 2% hasta el 35% debido al fenómeno de absorción.



Figura 12. Tipos de Bulbo

Tamaño y forma del bulbo se designan con una letra seguidas de un número esta designan la forma del bulbo como podemos ver en la *Figura 12*

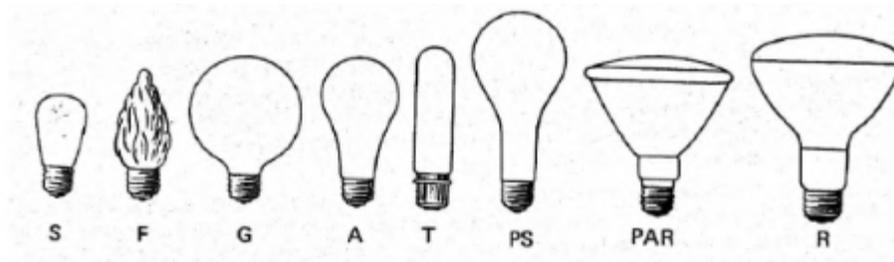


Figura 13. Tipos de Bulbo

S= Lado recto o Recta uso en Letreros

F=Llama o Vela uso decorativo

G= Redondo o globular uso decorativo

T=Tubular uso mostrador

PS= Cuello recto o Pera de cuello alto

PAR= Parabólico uso Spot

R=Recto o Reflector uso decorativo

A= Designación Arbitraria aplicada a bulbos comunes o Estándar uso multiuso

- Base o Casquillo

La base tiene por misión conectar el bulbo con el socket, su forma y tamaño están en función del uso y potencia de la lámpara. Hay dos tipos de casquillos, de rosca y bayoneta (dos patas), se utilizan casquillos tipo mogul para potencias mayores por ejemplo 300 Watts y para potencias menores se utilizan casquillos de rosca media. La *Figura 14* muestra los diferentes tipos de base para lámparas.

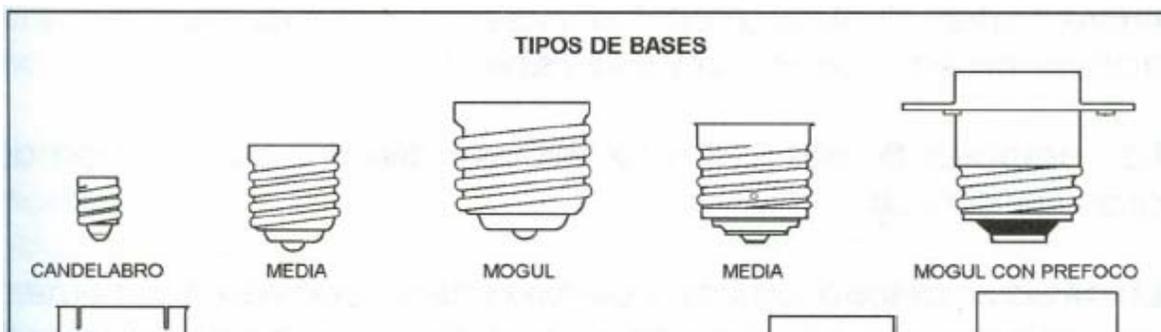


Figura 14. Tipos de bases

- Filamento

El filamento es el elemento productor de luz, La eficacia de estas fuentes de luz depende de la temperatura del filamento, dado que cuanto mayor es la temperatura del filamento mayor es la proporción de energía radiada dentro del espectro visible.

Pero por otro lado a mayor temperatura del filamento, mayor debe ser el punto de fusión del material elegido para el filamento. Sin embargo, aparte de su punto de fusión, es importante también que el mismo posea una baja presión de vapor, alta ductilidad, emisividad selectiva y adecuada resistencia eléctrica. En la siguiente *Figura 14* se muestran diferentes tipos de filamentos en las lámparas.

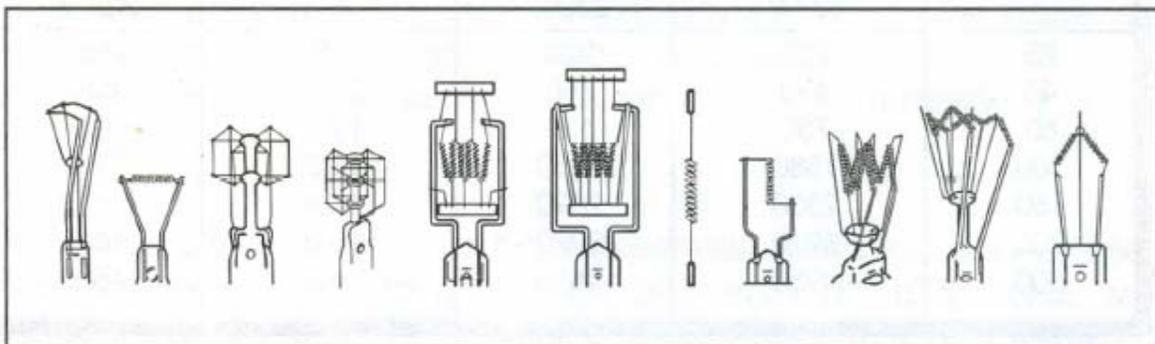


Figura 15. Tipos de filamento para lámparas incandescentes

- Gas de relleno

Alrededor de 1911 se realizaron intentos para reducir la velocidad de evaporación del filamento, mediante el llenado del bulbo con algún gas. A pesar de que el gas reduce el ennegrecimiento, la presencia del gas incrementa la pérdida de calor, por convección, disminuyendo, como ya se dijo, su eficacia. Si el bulbo en cambio se llena con un gas n y de baja conductividad de calor que reduzca la velocidad de evaporación, y por tanto el ennegrecimiento del bulbo, se puede mejorar la vida y la eficacia de la lámpara.

Para ello se usan gases inertes teniendo en cuenta sus características no-reactivas con las m partes internas de la lámpara. Aunque las lámparas de vacío se siguen fabricando todavía, para potencias menores de 40W, la mayoría de las lámparas incandescentes contienen un gas de relleno. Normalmente consiste en una mezcla de argón y nitrógeno, cuya proporción depende de la aplicación a que se destina y de la tensión de la lámpara.

2.1.2 Ventajas y Desventajas de lámparas Incandescentes

Ventajas

Las principales ventajas del foco incandescente que lo hacen todavía utilizable en áreas pequeñas y de y de bajos niveles de iluminación son:

- Tamaño Compacto
- Bajo costo inicial
- Flujo luminoso inalterable por la temperatura circundante
- No utiliza accesorios de arranque o reactores
- Luz cálida de la lámpara que resalta todos los colores, pero más los rojos anaranjados y amarillos, dando a las cosas apariencia familiar y acogedora.
- Flujo luminoso controlable en una gran variedad de distribución luminosa.
- Operación en corriente continua y corriente alterna.

Desventajas

Las principales desventajas del foco incandescente son:

- Corta vida (de 750 a 1000 horas)
- Baja eficacia (alrededor de 19 lúmenes / watt).
- Gran disipación de color.

2.2 Lámparas Incandescentes Halógenas

La necesidad de mejorar la relación eficacia-vida en las lámparas incandescentes convencionales llevó a la incorporación de un gas haluro aditivo bromo, cloro, flúor yodo el cual produce un ciclo regenerativo del filamento. El término halógeno es el nombre que se da a esta familia de elementos electro-negativos. El yodo fue usado en las primeras lámparas pero hoy en día se usa el bromo.

Las lámparas de yodo cuarzo se construyen en forma tubular y en diferentes longitudes, se utilizan en aviación, fotocopiadoras e iluminación con proyectores. Su eficacia luminosa es de 20 lúmenes / watt.

Las lámparas de usos especiales son de diversos tamaños y formas dependiendo del uso al que estén destinadas. En estas lámparas se absorbe un 35 % de la luz generada, su costo es elevado por lo que para fines fastuoso y decorativos se prefieren las de bulbo recubierto. La *Figura 16* muestra diferentes tipos de Lámparas Halógenas.



Figura 16. Lámparas Halógenas

2.3 Lámparas Fluorescentes

Hoy en día la mayor parte de luz artificial es producida por lámparas fluorescentes por su gran eficacia y larga vida, el alumbrado fluorescente ha llegado a ser de uso normal en la iluminación de grandes áreas a bajas alturas de montaje. Se utiliza en escuelas, edificios públicos y oficinas.

Las lámparas son del tipo de fuente de luz de descarga eléctrica, en estas la luz se produce por la fluorescencia del fósforo excitado por la energía de los rayos ultravioleta, energía que proviene del choque de descarga de electrones con los átomos de mercurio vaporizado.

Las lámparas de este tipo están formadas por un tubo de vidrio con un electrodo de tungsteno en cada extremo, además, llevan en su interior una pequeña gotita de mercurio y gas y un gas inerte a baja presión, o una mezcla de gases para el encendido. Las paredes interiores del tubo están cubiertas con una capa de fósforo en polvo.

2.3.1 Principio de Funcionamiento

Las lámparas fluorescentes pertenecen a las categorías de lámpara de descarga en gases a baja presión. La descarga eléctrica en una atmósfera de mercurio a baja presión es convertida principalmente en radiación UV. Típicamente alrededor del 63% es convertida en radiación

UV-C en longitudes de onda de 185.0 nm y en 253.7 nm. Una pequeña cantidad de energía, aproximadamente el 3%, es convertida directamente en radiación visible predominantemente en las longitudes de onda de 405 nm (violeta), 436 nm (azul), 546 nm (verde) y 577 nm (amarillo). El efecto de estas mezclas de cuatro colores le da a la descarga un color azul pálido. El resto de la energía es disipada en forma de calor, en los electrodos y en la descarga, como consecuencia de los choques entre iones y átomos del gas. [7]

En una lámpara fluorescente aproximadamente el 90 % de la luz se produce por fluorescencia y el resto por las radiaciones del arco de mercurio.

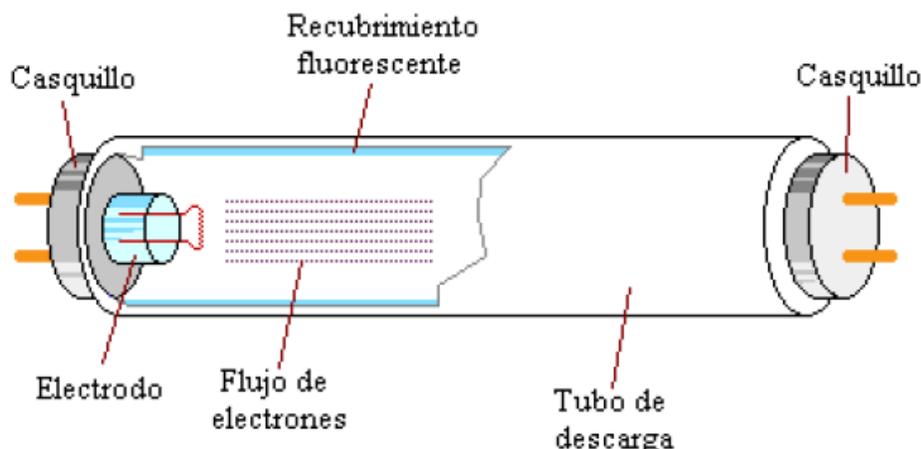


Figura 17. Lámpara Fluorescente

2.3.2 Componentes de lámparas Fluorescentes

- Bulbo

Las lámparas fluorescentes se construyen con bulbos tubulares rectos cuyo diámetro varía entre aproximadamente 12 mm (0,5 pulgadas), designados T4 (porque su diámetro equivale a 4/8 de pulgada) y 54 mm (2,125 pulgadas) designados T17. Generalmente su longitud varía entre 100 mm y 2440 mm (4 y 96 pulgadas). La letra de la designación indica la forma del bulbo. En este caso, T por “tubular”; también puede ser C por “circular” o U indicando que el bulbo ha sido doblado sobre sí mismo. También existen lámparas de menor diámetro, de extremo único, de dos, cuatro o seis tubos paralelos, formadas por bulbos en forma de U conectados por pequeños tubos en sus extremos, conocidas como lámparas fluorescentes compactas. En la siguiente figura 18 podemos ver diferentes tipos de bulbos.

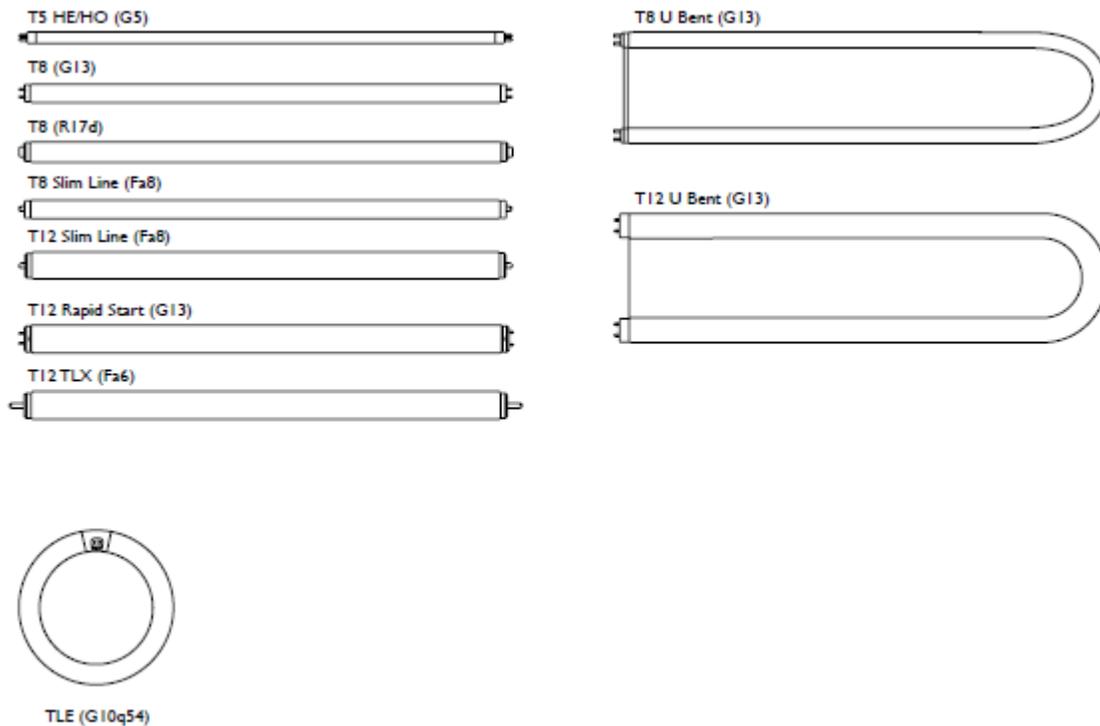


Figura 18. Tipos de Bulbos

- Nuevas Tecnologías en Bulbo

TL5 El sistema más eficiente

TL5 es una línea de lámparas fluorescentes de alta eficacia (hasta 104 lm/W) con un diámetro de 16 mm, estas lámparas funcionan junto con balastos electrónicos y han aumentado la eficacia hasta un 20% en comparación de la lineal de T8 fluorescentes tubulares. Hay tres buenas razones:

1. Alta eficiencia energética
2. Aumento de la eficacia hasta un 20 % en comparación con la lineal de T8 fluorescente tubulares.
3. El ahorro de energía mediante el uso de balastro electrónico.

Este sistema ofrece a los diseñadores la libertad para crear las luminarias más compactas hasta un 50% inferior.

TL5 HO Sistema de paquete de la luz de alta eficacia.

El sistema T5 HO ofrece hasta un 50 % más de luz en comparación con el sistema T8 de la misma longitud. Se desarrollaron en conjunto con balastro electrónico. Con su diámetro reducido, se acercan a los niveles de eficacia extremadamente alta, y un ahorro de energía y es ampliamente utilizada en sistemas de iluminación en aplicaciones indirectas e industriales. En la siguiente imagen se muestra la comparación de los diámetros entre un sistema T12 y T5



Figura 19. Comparación de diámetro T5 y T12

- Bases o Casquillos

Las lámparas con cátodos de precalentamiento o de encendido rápido requieren cuatro contactos eléctricos, que en las lámparas de línea normalmente adoptan la forma de un casquillo de doble patilla en cada extremo. Hay tres tipos de corriente de casquillos de doble patilla: el miniatura y el mogul.

Las lámparas de encendido instantáneo requieren solo dos contactos: Las Slim Line tiene casquillo de una solo patilla

En las lámparas Circline los contactos están reunidos en un casquillo de cuatro patillas, siendo entre los dos cátodos en los que se unen los extremos de la lámpara. Las lámparas de alta y de muy alta emisión, emplean casquillos del tipo de doble contacto.

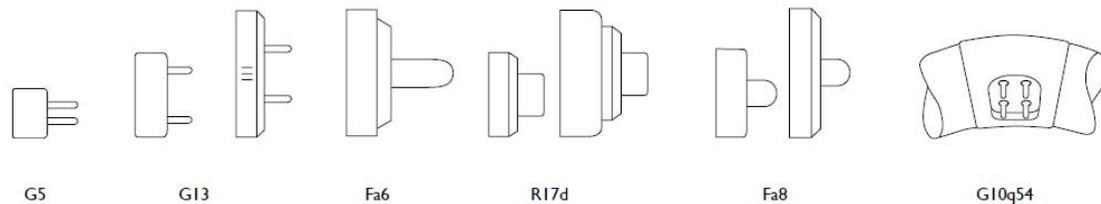


Figura 20. Tipos de bases

- Electroodos

Los electroodos se diseñan para operar ya sea como cátodos “fríos” o como cátodos “calientes”.

Las lámparas que emplean cátodo frío operan, por lo general con una corriente del orden de unos pocos cientos de mA, con un alto valor de caída de tensión catódica (tensión requerida para crear el flujo de corriente de electrones y iones), algo superior a 50 V.

- Gas de Relleno

La operación de las lámparas fluorescentes depende de la producción de una descarga entre los dos electroodos sellados en los extremos del bulbo. La presión del mercurio se mantiene aproximadamente a 1.07 Pa, valor que corresponde a la presión de vapor de mercurio líquido a 40°C. Además del mercurio, el bulbo contiene un gas o una mezcla de gases inertes a baja presión (entre 100 y 400 Pa) para facilitar el encendido de la descarga. Las lámparas fluorescentes convencionales emplean argón o una mezcla de argón, neón y xenón.

- Fosforo

La primera lámpara con descarga de mercurio que poseía una cubierta de fósforo para convertir el UV en visible se hizo en el año 1935 por la compañía General Electric en USA.

En al siguiente tabla 1 se muestran los fósforos más comunes usados en las lámparas fluorescentes.

| Nombre del Compuesto | Color |
|----------------------|-------|
|----------------------|-------|

| | |
|--|--------------------------|
| Haluros | |
| Halofosfato de calcio | Blanco (480 nm, 580 nm) |
| Trifosforos | |
| Oxido de itrio + trifosforo de europio | Rojo-Naranja (611 nm.) |
| Aluminio de magnético, cesio y terbio | Verde (543nm.) |
| Fosfato de lantano + fosfuro de cesio y terbio | Verde (544 nm.) |
| Borato de magnesio y bario + fosfuro de cesio y terbio | Verde (545 nm.) |
| Aluminio de magnesio y bario + fosfuro de europio | Azul (450 nm.) |
| Cloropastita de estroncio+ fosfuro de europio | Azul (447 nm.) |
| Fósforos de lujo | |
| Estroncio verde, azul | Verdoso (480 nm, 560 nm) |
| Estroncio rojo | Rojizo (630 nm.) |

Tabla 1.Fosforos más comunes

2.3.3 Características Cromáticas

El color de una lámpara fluorescente está determinado por el fósforo usado. Como la curva de sensibilidad del sistema visual humano indica que su máxima sensibilidad se encuentra en 555 nm, una mayor eficiencia se lograría si los fósforos convierten la radiación UV en este rango.

Las lámparas fluorescentes están disponibles en varios tonos de Blanco, de 2700 K a 6500 K. La elección de cualquiera de tono el color es una cuestión de gusto personal, percepción individual, también depende del tipo de ambiente que desea crear. Características culturales también influyen en esta decisión. Para recomendar que sombra de blanco es mejor y se adapte a una aplicación. A continuación se sugiere las siguientes temperaturas de color:

- 3000K: Temperatura de color caliente, la apariencia del color halógeno, propicio para la iluminación casas, tiendas, hoteles y salas.
- 4000K: con la aparición de color blanco, ideal para entornos activos donde usted quiera estimular la productividad o el consumo, como en los restaurantes o los restaurantes de comida rápida, tiendas, centros comerciales, centros oficinas, clubes, gimnasios , escuelas, hospitales, etc.
- 6500K: con apariencia de color más blanco, tiene su aplicación a las actividades específicas, es proporcionar el efecto de una forma más “limpia”, es dar la sensación de un entorno más frío.

- Skywhite color: Con la temperatura de color igual a 8000 K, emiten una gran cantidad de luz azul muy similar a la luz natural. Ayuda a mejorar el rendimiento personal físico y mental. Adecuado para entornos en los que quiere impulsar la productividad, tales como oficinas, líneas de producción, conferencias, hospitales.

2.3.4 Vida

La vida de las lámparas fluorescentes de cátodo caliente está determinada por la velocidad de pérdida del recubrimiento emisor de los electrodos. Cada vez que la lámpara se enciende, algo de este recubrimiento se pierde. Adicionalmente, este recubrimiento también sufre una cierta evaporación, por ello, los electrodos deben diseñarse para minimizar ambos efectos.

El fin de la vida de la lámpara se alcanza cuando uno o ambos electrodos han perdido por completo su recubrimiento, o cuando el recubrimiento restante ha perdido su poder, dejando de emitir.

Un factor especialmente importante para la vida de la lámpara fluorescente es la tensión de línea, de modo que si ésta es muy elevada, puede ocasionar encendido instantáneo de las lámparas en circuitos de encendido rápido y pre caldeados. Si la tensión de línea es baja, se produce un encendido muy lento de las lámparas de encendido rápido o de encendido instantáneo. Todas estas condiciones afectan negativamente la vida de la lámpara.

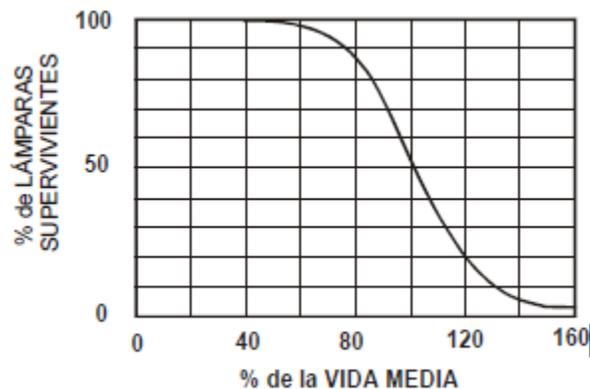


Figura 21. Vida típica de la lámpara fluorescente

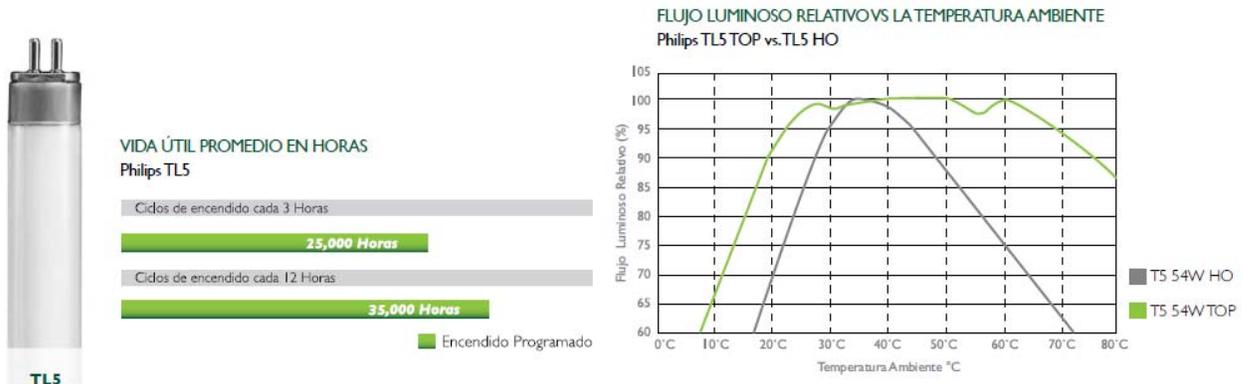


Figura 22. Flujo relativo VS La temperatura ambiente

2.3.5 Depreciación de la lámpara

El flujo luminoso de la lámpara fluorescente decrece con el tiempo acumulado de operación, debido a la degradación fotoquímica, tanto de los fósforos del recubrimiento interno como del vidrio que forma el bulbo, y a la creciente deposición de elementos absorbentes de luz sobre el cuerpo de la lámpara.

La degradación de los fósforos aumenta con la potencia desarrollada en el arco y disminuye con el incremento del área cubierta por los fósforos.

La degradación fotoquímica del vidrio que constituye el bulbo también acrecienta la depreciación luminosa, así como el depósito de material emisoro desprendido de los cátodos en los extremos de los tubos, lo que reduce la transmisión de radiación UV y por lo tanto la estimulación de los fósforos, lo que resulta en una reducción del flujo luminoso proporcionada por la lámpara a medida que ésta envejece.

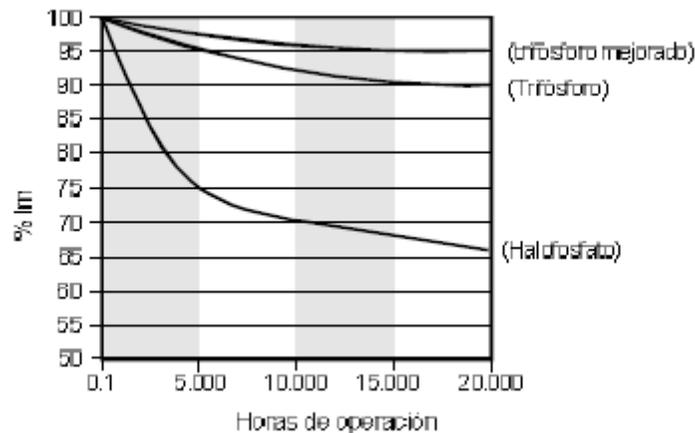


Figura 23. Depreciación de la lámpara en función de horas de operación

2.3.6 Tipos

Las lámparas fluorescentes pueden ser clasificadas en dos grupos:

- A) Lámparas que utilizan arrancador para su encendido, llamadas también lámparas precalentadas o de encendido con interruptor.
- B) Lámparas sin dispositivo de encendido. En este tipo de lámparas, la balastro o reactor es el único equipo auxiliar utilizando para proporcionar la tensión y la corriente adecuada para encender la lámpara. Se subdividen a su vez en los tipos:
 - Lámparas “Slim Line”
 - Lámparas de encendido instantáneo.
 - Lámpara de encendido rápido.
 - Lámparas de precalentamiento de encendido rápido
 - Lámparas de alta emisión
 - Lámparas “Power Groove”
 - Lámparas “Circ Line” (Circulares).

2.3.7 Ventajas y Desventajas

Sus ventajas son:

- Alta eficacia luminosa
- Realce de los colores azules, violeta, verdes, y opacamiento del rojo y anaranjado, lo cual puede ser también una desventaja
- Gran duración 12 000 hora de vida. Algunas duran 20000 a 25000 horas de vida

Sus desventajas son:

- Su gran tamaño en relación con su potencia (una lámpara de 1.22 m consume 40 watts)
- La necesidad de un reactor o balastro que le proporcione una corriente y voltaje adecuado y un reducción del flujo luminoso a bajas temperaturas ambientales.

2.4 Fluorescentes compactas

Las lámparas fluorescentes compactas han surgido como consecuencia del uso de fósforos activados con tierras raras y con la contribución de la electrónica, las cuales, conservando la eficacia y vida de las fluorescentes lineales, pueden competir con las lámparas incandescentes aún en el hogar.

Estas lámparas fueron originalmente diseñadas para ser intercambiadas con las lámparas incandescentes de 25 a 100 W, pero ya hoy en día existen lámparas compactas de diferentes potencias, color, tamaños y formas similares a las incandescentes, incluso hasta contienen reflectores incorporados que pueden reemplazar a las fluorescentes lineales en luminarias pequeñas. En ellas se usan los tubos T-4 y T-5 de forma curvada o plegada de manera compacta y plana, o bien dos o más tubos paralelos de pequeño diámetro, interconectados

entre sí y con un solo casquillo. Existen muchas técnicas de sellado, conexión entre tubos y de recubrimiento interior, que permiten la obtención de diferentes tamaños y flujos luminosos. La parte del tubo es a menudo encerrada en una cápsula de vidrio o plástico con forma cilíndrica o esférica.



Figura 24. Lámparas Fluorescentes compactas

2.4.1 Ventajas

Las lámparas fluorescentes consumen menos energía que las lámparas incandescentes. Además las lámparas fluorescentes compactas tienen las siguientes ventajas en comparación con las incandescentes comunes:

- Consumo de energía hasta un 80 % menos resultando una reducción drástica.
- Durabilidad de hasta 20 veces mayor, lo que implica una enorme reducción del mantenimiento y reposición de la lámpara.
- Elegante y compacta
- Calienta el ambiente menos
- Excelente reproducción del color con el índice de ≥ 80 , lo que garantiza su uso en áreas donde el desarrollo de productos es fundamental

2.5 Lámparas de inducción

El sistema de la lámpara comprende una lámpara fluorescente sin electrodo y un balastro electrónico.



Figura 25. Lámparas de inducción

2.5.1 Principios de Funcionamiento

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

Estos sistemas se desarrollaron especialmente para aplicaciones en las cuales sustituir las lámparas representa altos costos. Esto sucede en fábricas con techos muy altos y en algunos túneles.

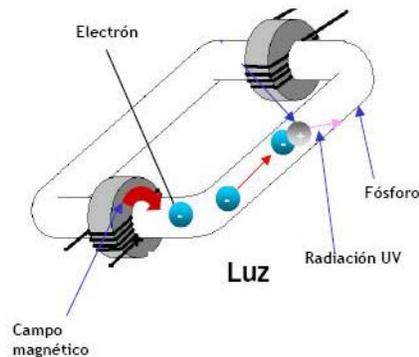


Figura 26. Principio de funcionamiento.

2.5.2 Características de operación

La siguiente tabla muestra las características de operación de lámpara de inducción, la tensión de operación va desde los 127 V- 220 V- 480 V.

| <u>LAMP. INDUCCION</u> | Lámparas con MERCURIO |
|----------------------------------|------------------------------|
| Temperatura del filamento | 55° C |
| Eficacia luminosa LAMPARA | 80 l m/ W |
| Duración | 60000 horas |
| IRC | 85 |
| Pérdidas de calor | MENOR |

Tabla 2 Características de operación

La siguiente tabla nos muestra la temperatura de color a la que trabaja la lámpara.

| TEMPERATURA DE COLOR | GRADOS KELVIN | EFFECTOS Y AMBIENTES ASOCIADOS |
|----------------------|---------------|---|
| CÁLIDO | 2600-3400°K | Amigable Intimo Personal Exclusivo |

Tabla 3. Temperatura de color

2.5.3 Ventajas y desventajas

Ventajas

- Muy versátil
- Buen IRC
- Vida muy prolongada
- Eficacia

Desventajas

- Circuito complejo
- Costos de operación muy altos
- Sensibles a golpes

2.6 Lámparas de Alta Intensidad (HID)

Las lámparas de alta intensidad son aquellas que producen luz de un tubo de arco gaseoso, es el elemento productor de una lámpara de alta intensidad, esta contiene vapores metálicos y gaseosos usando una variedad de elementos.

Las fuentes de alta intensidad de descarga incluyen lámparas de Mercurio, aditivos Metálicos sodios de Alta presión y baja presión y ahora aditivos Metálicos pulse Start.

Las lámparas HID consisten en tubo de arco que contiene ciertos elementos o mezcla de elementos que se clasifican y generan una radiación visible cuando se genera un arco entre los electrodos en cada polo.

2.6.1 Lámparas de Mercurio

Las lámparas de Mercurio de alta intensidad, producen la luz por medio de una descarga eléctrica a través del vapor de mercurio.

La vida de las lámparas es buena, un promedio 24000 horas, la eficiencia luminosa oscila en 30 a 60 lúmenes. Al igual que otras lámparas de HID, el arranque no es instantáneo, sin embargo el tiempo de arranque es corto, en 47 minutos logran la máxima salida.

Se usan principalmente en alumbrado de exteriores en alumbrado público en general, la mayoría de estas lámparas se construyen con dos capas o envolturas:

La primera de ellas el interior esta relleno de un gas inerte (argón). El arco inicial se establece por la ionización del argón. Que es el gas auxiliar en esta lámpara.

La segunda capa es el exterior que cumple con múltiples funciones:

- Proteger al tubo de descarga de corriente de aire
- Contener el gas inerte

El principio de funcionamiento la lámpara contiene un electrodo de arranque y dos electrodos principales. Se arranca un campo eléctrico entre los electrodos de arranque y el electrodo principal cuando se aplica potencia a la lámpara por primera vez, el campo eléctrico produce que fluya una corriente eléctrica y una descarga del arco.

En la *figura 27* nos muestra los componentes principales de una lámpara de Mercurio

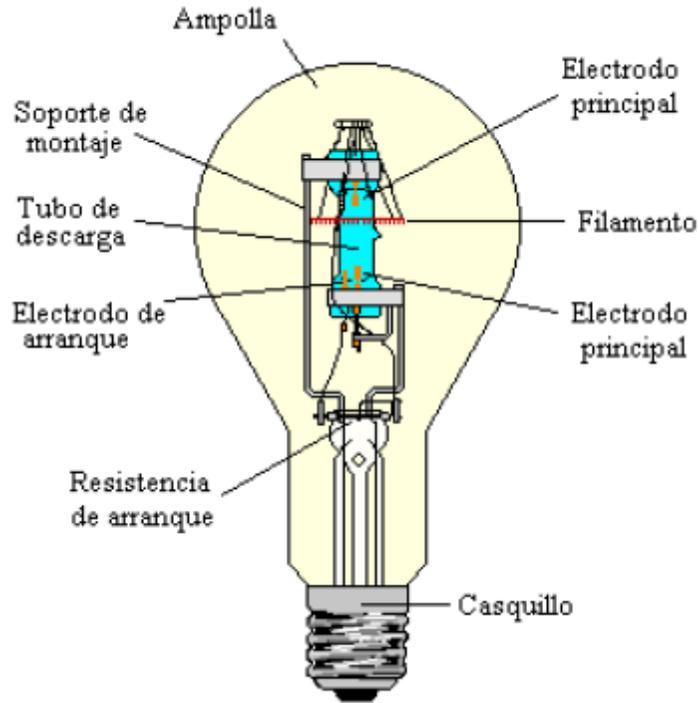


Figura 27. Componentes lámpara de Mercurio HID

2.6.2 Lámpara de Aditivos Metálicos

Es una lámpara de alta intensidad que produce luz por una descarga eléctrica a través del vapor de mercurio y el metal halide (haluro) en el tubo de arco. Un metal halide (halogenuro) es un elemento normalmente sodio y escandio ionizado, que se agrega al mercurio en pequeñas cantidades; el metal halogenuro mejora la salida de la luz de las lámparas, la eficacia es mayor de 60 a 100 lúmenes entre watt y una mejora en rendimiento de color al grado de que esta fuente es adecuada para áreas comerciales.

La luz de esta no produce tanta distorsión del color como una lámpara de vapor de mercurio pero tiene una desventaja la vida es más corta de 7500 a 20 000 horas, sin embargo el tiempo de arranque es el mismo.

Los usos que se le dan a este tipo de lámparas son en reflectores en el exterior de edificios, en estadios y otros lugares donde se requiere un alto nivel de iluminación.

La *figura 29* nos muestra la estructura principal de una lámpara de aditivos metálicos y sus componentes principal

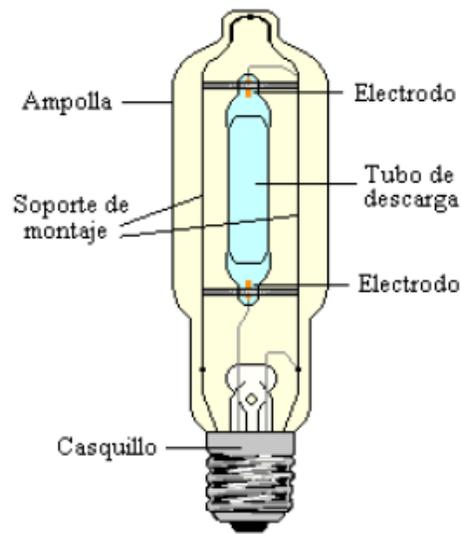


Figura 28. Componentes principales Lámpara de aditivos metálicos

2.6.3 Lámparas de Sodio Alta presión

Es una lámpara de descarga de alta intensidad que produce luz cuando la circulación a través del vapor de sodio bajo alta presión y alta temperatura. Una lámpara de sodio de alta presión es una lámpara más eficiente que una lámpara de vapor de mercurio o una lámpara de metal halide, la eficacia va desde 80 a 140 lúmenes por watt, estas lámparas proveen hasta 7 veces más luz que las incandescentes. La eficiencia nos es la única ventaja una lámpara de sodio alta presión también nos ofrece una vida más larga de 24 000 horas y las mejores características de mantenimiento de lumen que todas la fuentes de HID.

Una de las desventajas de usar estas lámparas es su color amarillento, por eso el uso que se le da principalmente interiores en grandes espacios, en iluminación vial, en parques, y en situaciones en donde el ahorro y el bajo mantenimiento son prioritarios.

La figura 29 nos muestra los componentes y una lámpara de Sodio Alta presión

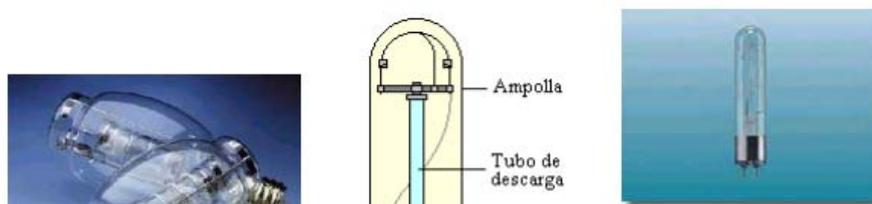


Figura 29. Lámpara de sodio alta Presión

2.6.4 Lámpara de Sodio baja presión

Esta lámpara opera a baja presión del vapor y usa sodio como vapor, también un tubo de arco en forma de U, el arco de tubo tiene los electrodos localizados en el mismo extremo y está colocado dentro de un bulbo de vidrio que contiene una mezcla de neón, argón y metal de sodio. Durante el arranque se descarga un arco a través del neón, argón y metal de sodio.

En medida que éste se calienta y vaporiza, se produce el color ámbar del sodio, la lámpara de sodio de baja presión tiene su nombre debido a que usa sodio dentro del tubo de arco.

El sodio de baja presión ofrece la eficacia más alta de todas las lámparas del mercado hoy en día, desde 100 hasta 180 lúmenes entre watts.

Sin embargo, en la salida de las lámparas de sodio baja presión está en proporción amarillenta del espectro visible, esto produce un rendimiento de color amarillento del espectro visible, esto produce un rendimiento de color en espectro pobre y desagradable. El control de esta fuente es más difícil que otras fuentes de HID por el gran tamaño del tubo de arco, La vida promedio de las lámparas de sodio de alta presión es de 18000 horas.

CAPITULO 3 NUEVAS TECNOLOGIAS LED Y PULSE START

3.1 LED`s

Dentro de las nuevas tecnologías encontramos a los led`s que es un componente de estado sólido que comenzó a mediados de la década de los 60; los primeros led`s construidos emitían luz roja de muy baja intensidad, en los años 70 surgieron los led`s que emitían luz verde estos fueron utilizados en calculadoras y relojes, para los años 90 surgen los led`s que emiten luz azul, a lo largo de la historia los led`s han mejorado su eficiencia en la figura 30 nos muestra esta mejora.

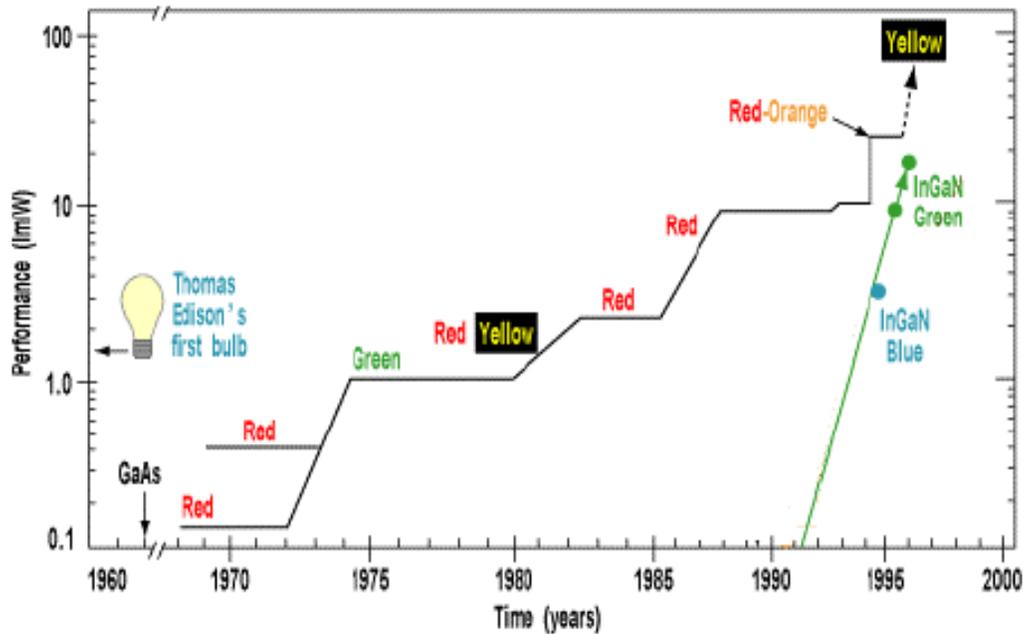


Figura 30. Eficacia de los led`s sigue aumentando desde su descubrimiento

Los led`s son un tipo de semiconductores pertenecientes a la familia de los diodos, los diodos conducen corriente eléctrica de un lado más fácilmente que de otro. El símbolo electrónico de un led es el siguiente las siglas de un LED se expresan como Light Emitting diodo que en español podemos decir diodo emisor de luz.

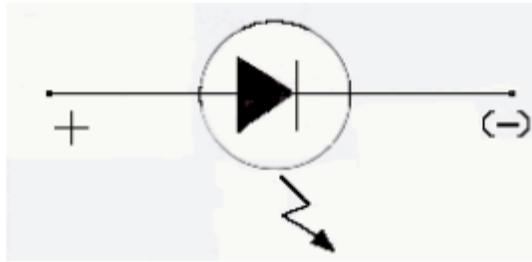


Figura 31. Simbolo electrónico

Este tipo de materiales son del tipo p-n. La adición de impurezas selectivas a un cristal semiconductor puede producir un exceso de electrones libres en la banda de conducción. Estos son semiconductores tipo n. Semiconductores tipo p se logra usando otras impurezas que producen excesos de agujeros en la banda de valencia, donde un agujero tiene una carga igual y opuesta a la del electrón. En el material tipo p los electrones, son conductores de carga minoritaria mientras los agujeros la mayoritaria. La inversa ocurre para el material tipo n. Existen técnicas para preparar un cristal único casi perfecto en el cual se produce el cambio de conductividad entre la parte tipo p a la tipo n dentro de una pequeña región de transición. Esto se le llama región de unión P-N o región activa. [7]

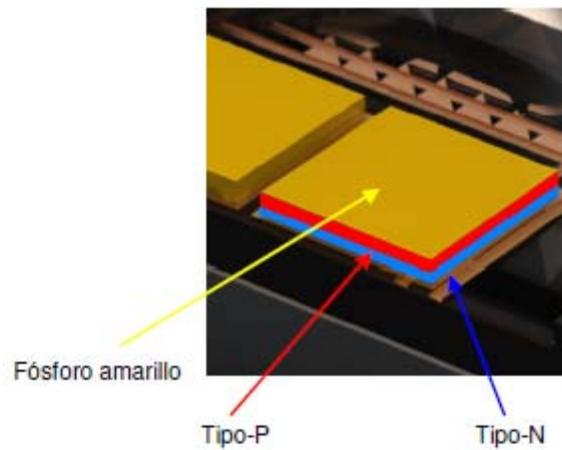


Figura 32. Tecnología Led

3.2 Componentes de un Led

Los led's están constituidos principalmente por lente que puede ser clara o difusa este está hecho de una resina epoxia, que cubre lo que es el chip semiconductor y que lo sella en forma de capsula. Esta provee un control óptico de la luz emitida por el led, ya que incrementa el flujo luminoso y reduce las reflexiones en la superficie del semiconductor. En la siguiente figura podemos ver los componentes de un led como la lente de epoxi, el reflector el chip led, el bigote, y sus dos terminales conocidas comúnmente como ánodo y cátodo

El ánodo podemos definirlo como el electrodo con un potencial positivo, por lo tanto el cátodo como el electrodo con un potencial negativo.

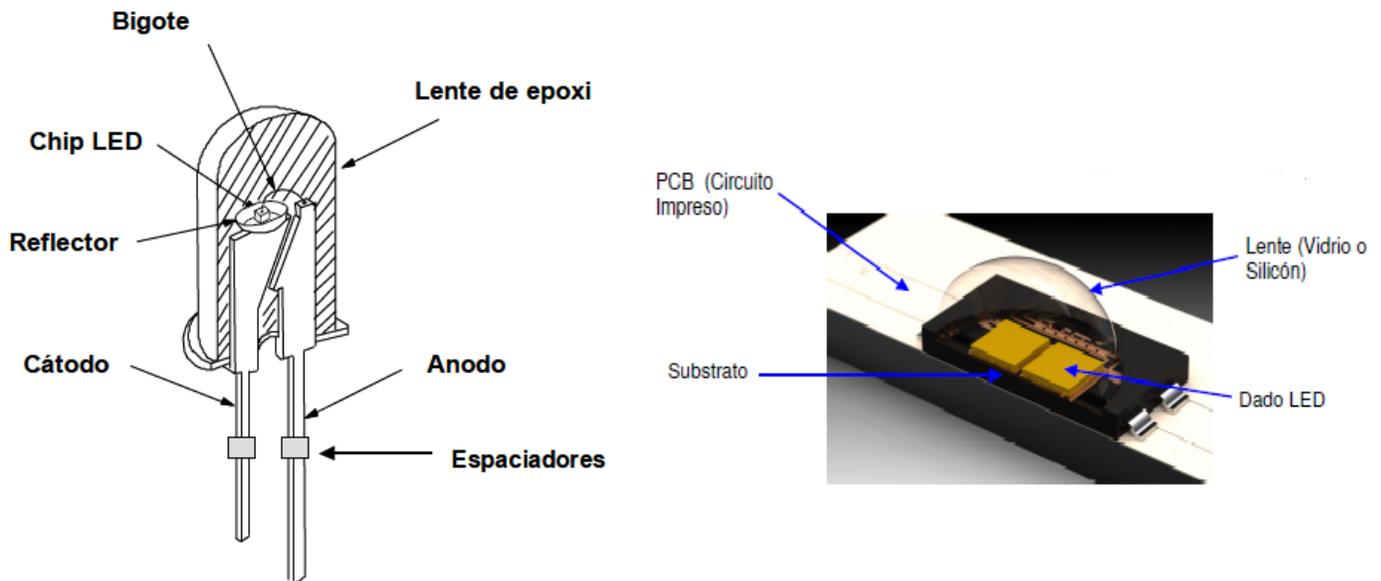


Figura 33. Componentes de un led

3.3 Tipos de Led's

Dentro de los tipos de led se encuentran los más conocidos, los 0.05 mm, que soportan una corriente de hasta 20 mA, esto muy utilizados en proyectos de electrónica.

Actualmente los led's que existen en el mercado son de alto rendimiento que soportan corrientes de 300 mA y hasta 1 A.

Los Led's de alto rendimiento tiene un formato especial en donde tiene que adicionarle un disipador térmico, en las siguiente tabla nos muestra los led's comerciales de alto rendimiento muchos de ellos son de montaje superficial.

| | Tipo | Corriente | Salida de Luz | Marcas | Aplicaciones |
|---|-----------------------|-----------|---------------|---|---|
|  | 5 mm | 5 – 20 mA | <1 – 4 lm | Genérico | <ul style="list-style-type: none"> • Indicadores • Cuerdas de luz • Semáforos • Pantallas Video |
|  | Montaje en superficie | 5 – 20 mA | ~ 7 lm | • Citizen | <ul style="list-style-type: none"> • LCD backlighting • Iluminación General |
|  | Alta potencia | > 125 mA | > 30 lm | <ul style="list-style-type: none"> • Dragon • Luxeon • P4 • XLamp | <ul style="list-style-type: none"> • Arquitectónico • Iluminación General |
|  | Multi Chip | > 125 mA | > 30 lm | <ul style="list-style-type: none"> • Ostar • P7, P10 • XLamp MC | <ul style="list-style-type: none"> • Arquitectónico • Iluminación General |

Tabla 1. Tipos de led's (Fuente Acuity Brands Lighting)

En seguida se muestran los led's existentes desarrollados por los grandes productores de fuentes luminosas artificiales

- **Osram Opto**

- A) Platinum Dragón

75 lúmenes (700 mA) 18.2 lm/w

- B) Diamond Dragón

225 lúmenes (1.4 mA) 28 lm/W



A)

B)

Figura 34. Led's de Osram Platinum Dragon and Diamond Dragon

- **Lumileds (Philips)**

- A) K2

200 lúmenes (1000 mA) 33.4 lm/W

- B Rebel

100 lúmenes (350 mA) 55.33 lm/W



A)

B)

Figura 35. Led's de Philips K2 and Rebel

- **Seoul Semiconductor**

- A) P4

146 lúmenes (1A) 27.9 lm/W

- B) P10 MC

900 lúmenes (2.8 A) 56 lm/W



A)

B)

Figura 36. Led's de Seoul Semiconductor P4 and P10 MC

- **Citizen**

- A) CL -L100- CXN

215 lúmenes (350 mA) 36 lm/W

- B) CL- L220

1175 lúmenes (1.44A) 43.3 lm/W

- C) CL - 820

7 lúmenes (20 mA) 93.8 lm/W

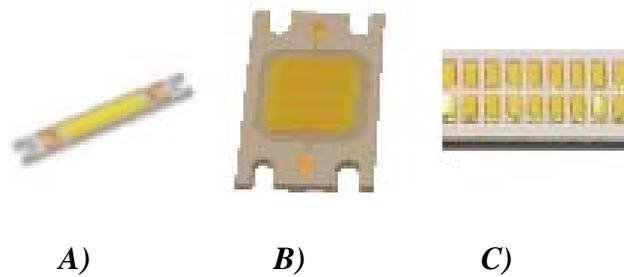


Figura 37. Led's de Citizen CL -L100- CXN, CL- L220 and CL - 820

- **Cree**

- XR-E

110 lúmenes (350 mA) 58.1 lm/W

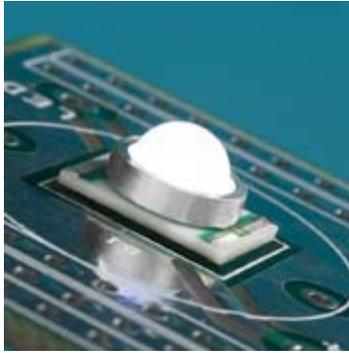


Figura 38. Led's de XR-3

- **Nichia**

- A) NCSW136

115 lúmenes (350 mA) 61.7 lm/W

- B) NS6W183

100 lúmenes (350 mA) 62 lm/W



A)



B)

Figura 38. Led's de Nichia NCSW136 and NS6W183

3.4 Ventajas de los Led`s

Los led`s a diferencia de la lámparas incandescentes o lámparas de baja descarga o alta descarga carecen tanto de un filamento o electrodos.

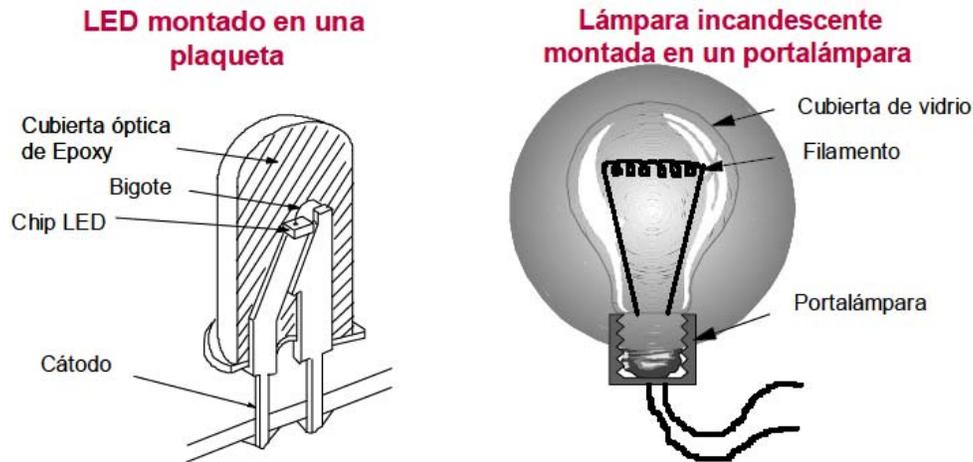


Figura 39.

Led`s VS Lámpara incandescente

Las ventajas que nos tiene la tecnología led son un bajo consumo, baja tensión, baja temperatura, mayor rapidez de respuesta, mayor duración (tiempo de vida).

1. Bajo Consumo. Las lámparas Led`s requieren de una menor potencia para que estas nos brinden la misma cantidad de luz que otras lámparas. Los beneficios son muy notables cuando se requiere una luz de color.

Power Conversion for "White" Light Sources

| | Inoandecent [†] (60W) | Fluorecent [†] (Typical linear CW) | Metal Halide [‡] | LED [†] |
|-----------------------------------|-----------------------------------|--|---------------------------|------------------|
| Visible Light | 7.5% | 21% | 27% | 15-25% |
| IR | 73.3% | 37% | 17% | - 0% |
| UV | 0% | 0% | 19% | 0% |
| Total Radiant Energy | 80.8% | 58% | 63% | 15-25% |
| Heat (Conduction + Convection) | 19.2% | 42% | 37% | 75-85% |
| Total | 100% | 100% | 100% | 100% |

[†] IESNA Handbook

[‡] Osram Sylvania

Figura 40. Los Led`s Producen más color que cualquier fuente

2. Baja tensión: La tensión a la cual son alimentados los Led's es de 24 Volts de corriente continua lo cual los hace que se adapten a las fuentes de alimentación de los equipos.
3. Baja Temperatura: Los led's como vemos por el alto rendimiento emiten poco calor, las descarga opera abajas temperaturas en la *figura 41* podemos ver como la característica típica de la salida de la luz sobre la temperatura.

Typical Light Output Characteristics Over Temperature

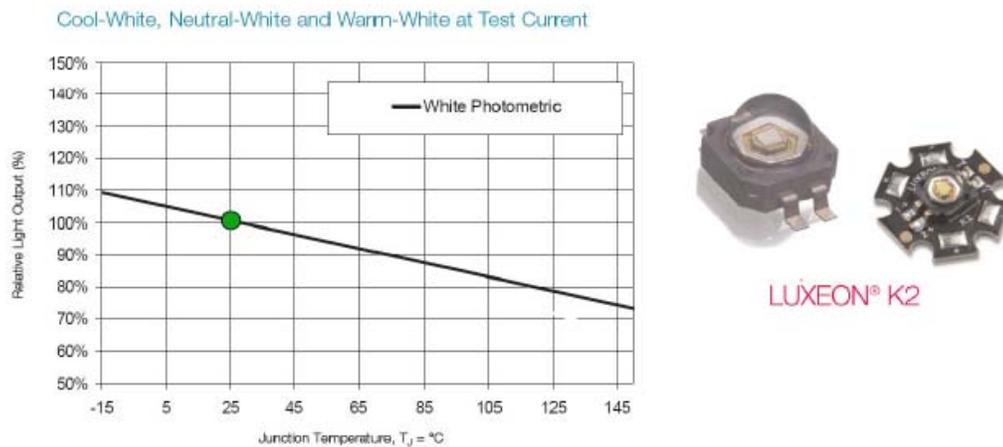


Figura 41. Temperatura Led's

4. Mayor rapidez de respuesta: La respuesta de encendido de los led's es de microsegundos en comparación con la lámparas fluorescentes o HID.
5. Mayor Tiempo de Vida: La vida de un led es muy larga en comparación a las demás lámparas en la siguiente tabla y en la figura se muestra la vida de los led's

| | <i>Vida media, horas</i> |
|---------------------|--------------------------|
| LED | 100.000 |
| Fluorescente | 20.000 |
| Halógeno | 4.000 |
| Incandescente común | 1.000 |

Tabla 1. Vida de los Led's a diferencia de otras lámparas

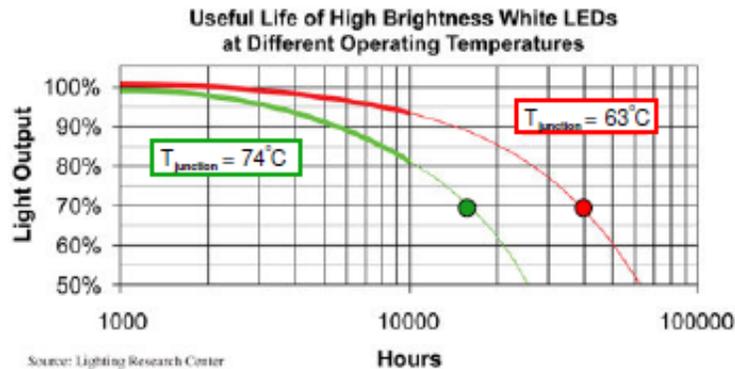


Figura 42. Vida de los led`s

3.5 Tecnología Pulse Start

Dentro de las nuevas tecnologías encontramos la tecnología pulse start esta nos proporciona un ahorro de energía eléctrica en iluminación industrial.

Los sistemas de iluminación actuales representan entre un 30% a 40%, si no es que más de la carga total instalada en:

- La industria
- El comercio
- Alumbrado publico
- Áreas Deportivas

La tecnología pulse start básicamente es un lámpara de alta intensidad de descarga mejorada a continuación se muestran algunas de estas ventajas contra una lámpara estándar de alta intensidad de descarga

Lo que básicamente siempre necesitamos en un sistema de iluminación son más iluminación, máximo ahorro de energía, mayor índice de rendimiento de color, mayores lúmenes mantenidos y un mayor tiempo de vida de la lámpara, esta tecnología nos brinda una mejora en cada uno de estos puntos la siguiente *figura 43* nos muestra una comparación de las lámparas estándar vs las lámparas de pulso podemos observar los lúmenes mantenidos así como la eficacia de la misma.

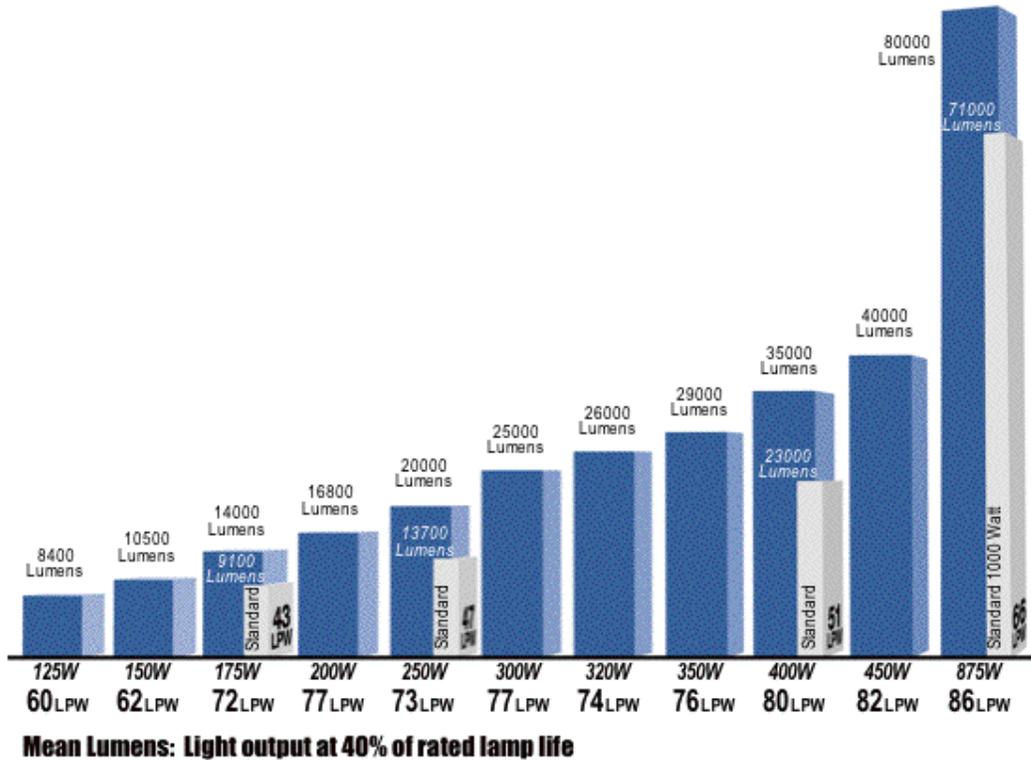


Figura 43. Grafica lámparas de pulso

En seguida se muestra una comparación entre una lámpara estándar vs una de pulso podemos ver en los diagramas que en las lámparas de pulso se eliminan el switch bimetalico así como el tubo de arco simétrico y esbelto para reducir pérdidas por calentamiento y eliminación de soldadura.

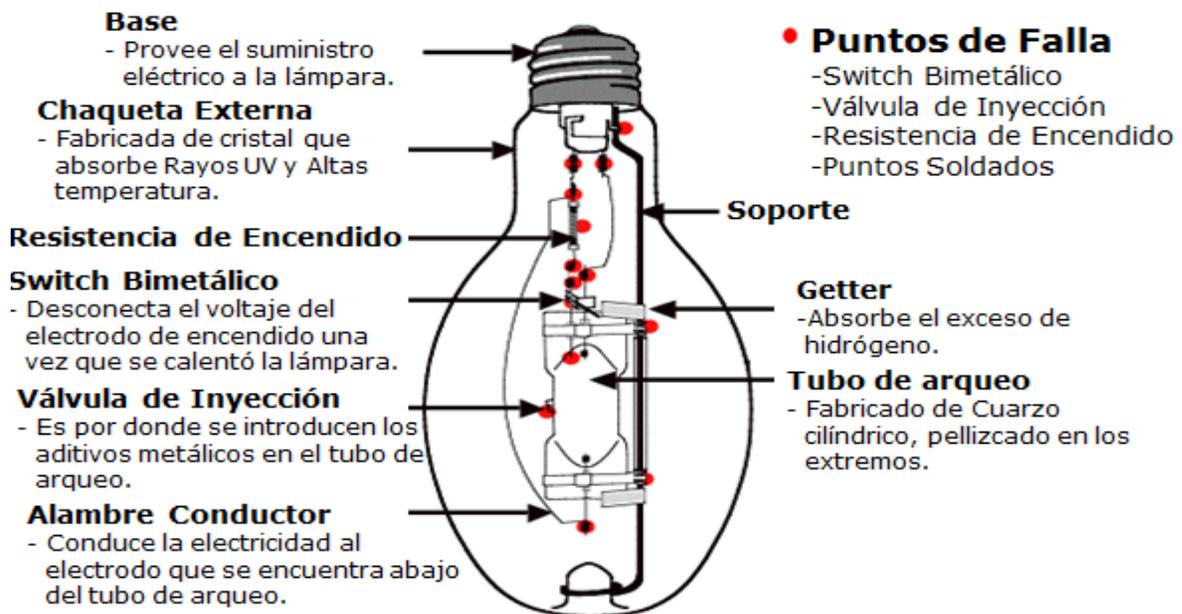


Figura 44. Lámpara estándar

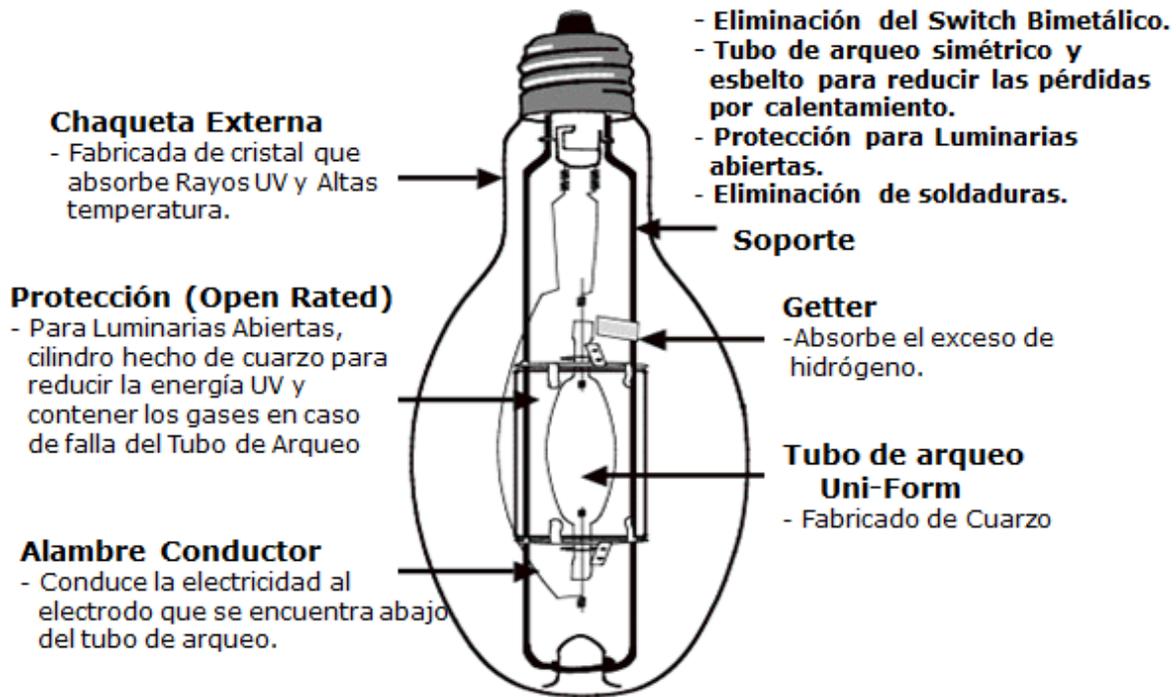


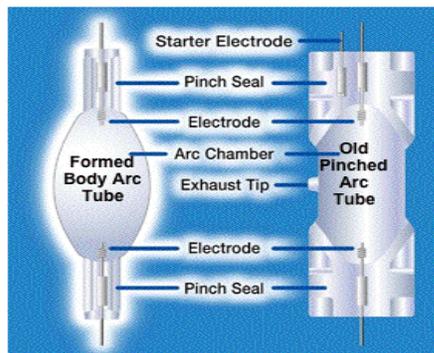
Figura 45. Lámpara Pulse Start

3.5.1 Tubo de Arqueo

El diseño del tubo de estas lámparas es lo que las hace que sean unas lámparas de mayor eficacia para empezar:

- El diseño es asimétrico
- Permite presiones mayores a lo de los aditivos metálicos
- Temperaturas de arco constantes
- Sellos pequeños
- No requiere electrodos de arranque
- Rápida estabilización y reencendido
- Mayor Vida
- Más uniformidad de las lámparas
- Menos depreciación Lumínica

Figura 46. Tubo de Arqueo



Shaped to follow the actual curve of the arc stream

Dentro del encendido nos encontramos con un encendido más rápido por parte de las lámparas pulse start con un encendido de 2 a 3 minutos y un reencendido de 2 a 6 minutos mientras una lámpara estándar de aditivos metálicos tarda en encender de 2 a 6 minutos y con un reencendido de 8 a 15 minutos.

3.5.2 Balastro

Los balastos usan un ignitor el cual crea un pulso de alto voltaje para iniciar al arco de descarga en el tubo.

Los beneficios obtenidos son:

- Rápido calentamiento y reencendido en caliente .60% menos tiempo
- Operación a bajas temperaturas
- Menor calentamiento
- Mayor Vida del balastro
- Menor distorsión de armónicos
- Alto factor de potencia



Figura 47. Balastro electromagnético

CAPITULO 4 TIPOS DE LUMINARIAS

4.1 Luminario

Un luminario es un dispositivo para controlar, y distribuir el flujo luminoso emitido por las lámparas alojadas en él. Es una unidad completa de iluminación que contiene los siguientes componentes: una o dos lámparas, dispositivos ópticos para la distribución de la luz, porta lámparas para posicionar y proteger a las lámparas y conectar la lámparas a la fuente de energía eléctrica y los componentes mecánicos que conforman el luminario.

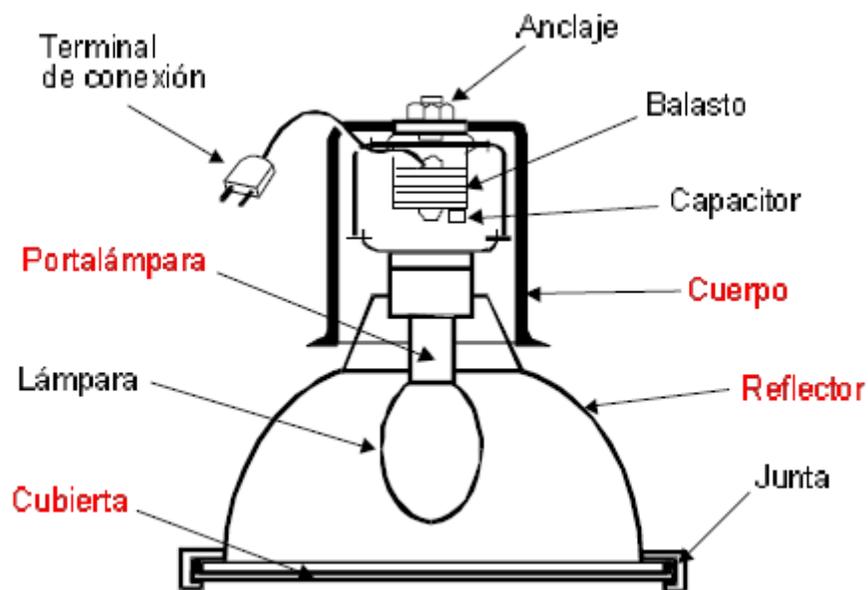


Figura 48. Luminario

Los luminarios son diseñados y manufacturados para todo tipo de lámparas eléctricas, y están disponibles para las siguientes lámparas:

- Lámparas de filamento Incandescente
- Lámparas fluorescentes
- Lámparas fluorescentes compactas
- Lámparas de inducción
- Lámparas de alta intensidad de descarga
- Lámparas de vapor de sodio a baja presión

El tamaño de los materiales, las propiedades térmicas, el desempeño fotométrico y requerimientos de energía de un luminario depende del tipo de lámpara utilizada. Por

ejemplo las lámparas que producen una gran cantidad de radiación (calor) infrarroja (IR) requieren luminarios que estén bien ventilados.

La mayoría de las lámparas emiten luz virtualmente en todas direcciones, y su aplicación eficiente requiere componentes de control de luz para reunir y distribuir la luz.

4.1.1 Dispositivos de control de luz

Los cuatro tipos de componentes de control de luz más comúnmente utilizados son:

- Reflectores
- Refractores
- Difusores
- Rejillas o protecciones

Reflectores

Un reflector es un dispositivo usualmente de metal o plástico revestido, que tiene una alta reflectividad y está formado para redirigir por reflexión la luz emitida por una lámpara.

El acabado de la superficie de los reflectores del luminario usualmente es clasificado como especular, semiespecular, diseminado, o difuso.

También existen los reflectores de vidrio prismático, así como de plástico acrílico. Estos últimos en son muy utilizados en la industria, centros comerciales y con una eficiencia muy alta.

Refractores

Los refractores son dispositivos de control de luz que toman ventaja del cambio en la dirección que la luz experimenta cuando pasa a través de los límites de los materiales de diferente densidad óptica (índice de refracción).

Los materiales utilizados usualmente son el vidrio o plástico, están fabricados para que la luz sea redirigida cuando pasa a través de ellos.

Difusores

Los difusores son elementos de control de luz que dispersa (redirige) la luz incidente en muchas direcciones. Esta dispersión toma lugar en el material, tal como difusores de plástico claro o pálido. O sobre la superficie como en vidrio grabado.

Los difusores son usados para extender la luz anular imágenes ópticas, oscurecen el interior de los luminarios, eliminar imágenes de la lámpara, y reducir la alta luminancia por incremento del área sobre el cual la luz sale del luminario.

Rejilla o Protecciones (Pantalla)

Las rejillas o protecciones son materiales opacos o translucidos para reducir o eliminar la visión directa de las lámparas.

Las pantallas usualmente son translucidas y son diseñadas para difundir la luz de la lámpara y suministrar una pequeña cantidad de control de luz.

En forma de lámina usualmente opaca, puede estar formado y posicionado para eliminar la visión directa de la lámpara desde ciertas direcciones fuera del luminario y para controlar la dirección desde las cuales sale.

4.1.2 Elementos Mecánicos

Los componentes mecánicos de luminario consiste de un cuerpo o estructura general para soportar otros componentes del luminario y un mecanismo de montaje para fijar el luminario.

En algunos luminarios el reflector es un componente separado que es fijado al cuerpo así como el luminario tipo downlight para lámpara fluorescente compacta.

En otros luminarios el cuerpo sirve como reflector, como en un luminario para lámparas fluorescentes.

- Soporte: Tiene la función de garantizar la fijación mecánica y la conexión eléctrica de la lámpara.

4.1.3 Componentes eléctricos

Los componentes eléctricos del luminario hacen operar a la lámpara. Una o más portalámparas proveen soporte mecánico para la lámpara y accesorios necesarios para las conexiones eléctricas.

Para algunas lámparas, usualmente las de una solo terminal, requiere de soporte mecánico en el socket. Los luminarios contienen y soportan balastos, arrancadores, ignitores, capacitores, o dispositivos de iluminación de emergencia.

- Balastro: Dispositivo electromagnético o electrónico usado para operar lámparas eléctricas de descarga. Sirve para proporcionar a estas las condiciones necesarias de operación como son: tensión, corriente y forma de onda.
- Transformador: Es en algunos casos, un equipo auxiliar cuya función es convertir la tensión de la red de alimentación a otro valor de tensión.
- Reactor: Es un equipo auxiliar que se conecta entre la red de alimentación y las lámparas de descarga y que tiene como función estabilizar la corriente.

- Reactor de corriente continua: Es un oscilador electrónico alimentado por una fuente de corriente continua y cuya función es proporcionar las características necesarias para el buen funcionamiento.
- Arrancador: Es un elemento bimetálico que tiene como función establecer el prearco de los electrodos de las lámparas fluorescentes.
- Ignitor: Es un dispositivo electrónico cuya función es proporcionar a la lámpara un pulso de tensión necesario para encender.
- Capacitor: Es un dispositivo que tiene como función corregir el factor de potencia de un sistema que emplea reactor magnético.
- Regulador o Dimmer. Tiene como función variar la intensidad de la luz de acuerdo con las necesidades del usuario.

4.2 Clasificación de luminarias

Los luminarios pueden clasificarse de acuerdo a la fuente, montaje, construcción, aplicación y/o características fotométricas.

Muchas características del luminario están determinadas por aplicación, así esta distinción provee ayuda en la organización de la información del luminario, usualmente se distinguen tres áreas de aplicación residencial, comercial, e industrial. Dentro de cada aplicación los luminarios pueden clasificarse por el tipo de fuente, montaje y construcción, primero hablaremos de clasificación por características fotométricas.

4.2.1 Clasificación por características fotométricas

Otra forma de clasificación usa la intensidad luminosa o distribución del flujo luminoso, para luminarios usados en interiores, un método especificado por la comisión internacional de iluminación (CIE) es comúnmente usado. Para luminarios usados en exteriores los metros de NEMA y IESNA son utilizados.

De acuerdo a la clasificación de intensidad de flujo luminoso tenemos:

- Iluminación Directa: El flujo es directo hacia abajo, las luminarias de este tipo tiene por lo general un rendimiento elevado.
- Semidirecta: El flujo luminoso es directo en gran parte, hacia abajo y en parte hacia arriba.
- Mixta: El flujo luminoso está distribuido uniformemente hacia abajo y hacia arriba.
- Semidirecta: El flujo luminoso es prevalente hacia la parte superior.
- Indirecta: El rendimiento es bajo y la visión poco nítida para la falta del efecto sombra.

En la siguiente tabla nos representa la clasificación de las luminarias de acuerdo a su curva de distribución en la cual podemos observar los niveles de rendimiento de las luminarias.

CLASIFICACION DE LOS LUMINARIOS DE ACUERDO A SU CURVA DE DISTRIBUCIÓN

| CLASIFICACIÓN | % DE LUZ RESPECTO A LA HORIZONTAL | | DISTRIBUCIÓN DE POTENCIA LUMINICA |
|---------------------|-----------------------------------|---------|---|
| | ARRIBA | ABAJO | |
| DIRECTA | 0-10% | 90-100% |  |
| SEMIDIRECTA | 10-40% | 60-90% |  |
| DIRECTA - INDIRECTA | 40-60% | 40-60% |  |
| GENERAL DIFUSA | 40-60% | 40-60% |  |
| SEMI - INDIRECTA | 60-90% | 10-40% |  |
| INDIRECTA | 90-100% | 0-10% |  |

Tabla 1. Clasificación de luminarios de acuerdo a su curva de distribución

4.3 Clasificación por Aplicación (Industria, Comercial, Oficinas)

En la industria se puede usar lámparas fluorescentes o de alta intensidad, todo dependerá de la altura en que se instalara el luminario y el tipo de industria a continuación se presentan algunas de las industrias más comunes.

4.3.1 Industria Alimenticia

La industria alimenticia es aquella área donde se procesan o cocinan alimentos, este tipo de industrias están reguladas por el organismo Internacional NSF.

La NSF es la Fundación Nacional de Sanidad Internacional que se encarga de desarrollar normas y criterios, para la industria alimenticia, estableciendo los requerimientos de sanidad de equipo o instrumentos utilizados en la preparación o manejo de alimentos.

- Organización de certificados Independiente

- Certificada por ANSI
- Establecer sus guías para el equipo en áreas de proceso de comida mediante pruebas independientes.

La Fundación Nacional de Sanidad Internacional clasifica en cuatro zonas una industria alimenticia las cuales son:

- 1.- Zona de alimentos
- 2.-Zona de cocción
- 3.-Zona de Salpicaduras
- 4.-Zona sin alimentos

Esta clasificación recibe el nombre de calificación NSF C- 2 esta son aquellas superficies normalmente tiene contacto con los alimentos.

Usualmente el equipo utilizado involucrado en procesos alimenticios son: bandas transportadoras, mesas de trabajo, superficies de corte.

- Zona de Salpicaduras

En esta zona las superficies fuera de la zona de alimentos están expuestas a salpicaduras debidas a proceso normal, como puede ser el interior de las áreas de lavado. El equipo debe soportar ser lavado con alta presión de agua y los acabados y materiales del equipo son de gran importancia y así lo requiere debe contar con un sistemas de cierre conveniente.

- Zonas sin alimentos

Son aquellas otras áreas fuera de e zonas de alimentos y salpicaduras, en estas zonas no tiene contacto con los alimentos, como pueden ser los exteriores de las áreas de lavado. Al igual que en la zona de salpicaduras aquí los materiales y acabados del equipo son de gran importancia y así lo requiere también de contar con un sistema de cierre.

Para este tipo de áreas se recomienda un luminario:

- Cerrado
- Certificado por NSF
- De exterior Liso
- Parte superior Redonda
- Sin bisagras, etiquetas
- Ópticas de acrílico
-

La siguiente imagen representa algunos de los luminarios que podemos usar en una industria alimenticia usando lámparas fluorescentes y HID.



Figura 49. Luminarias para industria alimenticia



Figura 50. Industria alimenticia

4.3.2 Industria de Acero y Maquinado

Este tipo de industrias se encarga al maquinado de partes metálicas. El maquinado de partes consiste en la preparación y operación de máquinas tales como tornos, fresadoras, cepillos, taladros.

El trabajo puede ser burdo o muy fino donde en ambos predomina siempre la inspección de las superficies metálicas. La precisión y operación de tales máquinas depende usualmente de la fijación y uso cuidadoso de escalas graduadas.

También mediante la observación de las herramientas de corte, este trabajo frecuentemente es revisado por herramientas de medición portátiles. El problema fundamental de la visión es la discriminación de detalles en la superficie curvadas de los materiales.

Visibilidad de tareas específicas, Superficies convexas la discriminación de detalles en superficies convexas requiere especial atención. Un ejemplo muy claro de esta tarea

específica es la de tratar de ver la escala de un micrómetro o de acabado en una superficie ya maquinada.

Si utilizamos una fuente de luz puntual en la iluminación localizada de estas áreas se producirá brillantez en la superficie curva. Para estos casos se recomienda que la fuente de luz sea alargada ya que esto resultada una proyección uniforme dando mayor contraste.

La iluminación recomendada para este tipo de tareas específicas en el maquinado de pequeñas partes metálicas se recomienda utilizar una fuente de baja luminancia aproximadamente de 1700 cd/m^2 , el tamaño de la fuente de luz requerida depende de la forma de la máquina y en el área en la cual se desea iluminar.

Se puede utilizar luminario de acabado especular cuando existen superficies semiespeculares.



Figura 51. Luminaria Recomendada

Iluminación General.

En la iluminación general tenemos una ventaja muy grande cuando se usan fuentes de luz de baja luminancia para la mayoría de las tareas visuales en el maquinado de partes metálicas. Cuando la altura de montaje es muy grande, el sistema ideal para la iluminación general es aquel que cuenta con una componente directa muy alta. La iluminación fluorescente y de alta intensidad se puede utilizar para la iluminación general.

Así que para estas zonas podemos usar luminarias con lámparas fluorescentes y tipo campana con lámpara HID.



Figura 52. Luminarias para área Acero y maquinado



Figura 53. Industria Acero y maquinado

4.3.3 Industria celulosa y de papel

Fabricación del papel es un proceso técnico que utiliza equipo técnico que utiliza equipo altamente sofisticado en la fabricación de miles de variedades de papel.

El proceso comienza en los bosques donde los árboles disponibles para la pulpa son talados, cortados en pequeños trozos y llevados a los molinos.

Iluminación en la fabricación del papel

Área de groundwood. Una vez que la corteza ha sido removida de los troncos, estos son enviados a las trituradoras para separar las fibras de la madera mecánicamente.

El personal que trabaja en la trituradora necesitan una iluminación de 700 luxes en las plataformas de trabajo, esto es con el fin de brindar seguridad en el movimiento y manejo de troncos.

Los luminarios en esta área pueden ser de tipo industrial high-bay, médium bay, o lowbay, y deben ser luminarios cerrados.



Figura 54. Luminarias industria celulosa y de papel

Brown stock washers. La iluminación general que se necesita en esta área es de 500 luxes y debe ser provista por luminarios de tipo directo high bay. El proceso que toma lugar en esta área es llevado bajo los troncos.

Suavizado y planchado de la pulpa. Las áreas de planchado son altamente corrosivas. Los luminarios en esta área deben ser cerrados y el acabado del luminario debe provenir la corrosión del medio.

La plataforma de iluminación para esta área debe ser diseñada para brindar una iluminación de 300 luxes y la planta de operación de 500 luxes.

Área de digestores. El piso en esta área es de la región crítica, se recomienda una iluminación de 300 luxes para este espacio.

La banda transportadora debe tener una iluminación de 200 luxes y en iluminación general de 100 luxes. Aquí también es necesario tener un luminario resistente a la corrosión y debe soportar altas temperaturas de operación.

Horno de cal. El horno de cal se conecta en uno de sus extremos con un filtro y en el otro con la hoguera. En todas las áreas de este horno se recomienda una iluminación de 300 luxes y debe utilizar luminarias cerradas.

El luminario por completo debe ser resistente a la corrosión y si el área del horno es cubierto el luminario resistir altas temperaturas de operación.

Máquina de papel

Terminal húmeda. La terminal húmeda de la máquina de papel tiene un alto grado de humedad y temperatura. Se debe evitar colocar luminarios sobre esta.

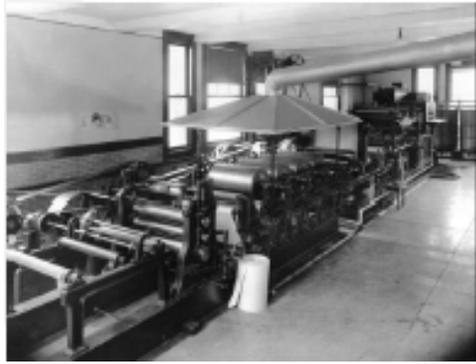


Figura 55. Industria celulosa y de papel

4.4 Comercio y Residencial

Las luminarias adecuadas para *iluminación comercial, de oficinas y residencial* se consideran en forma conjunta ya que poseen características similares. Pueden ser clasificadas en:

Luminarias para iluminación localizada: pueden ser móviles como es el caso de un escritorio o fija cuando se instalan en muebles de cocinas o baños. Contienen en general lámparas fluorescentes compactas, incandescentes de bajo voltaje o incandescentes halógenas. [7]

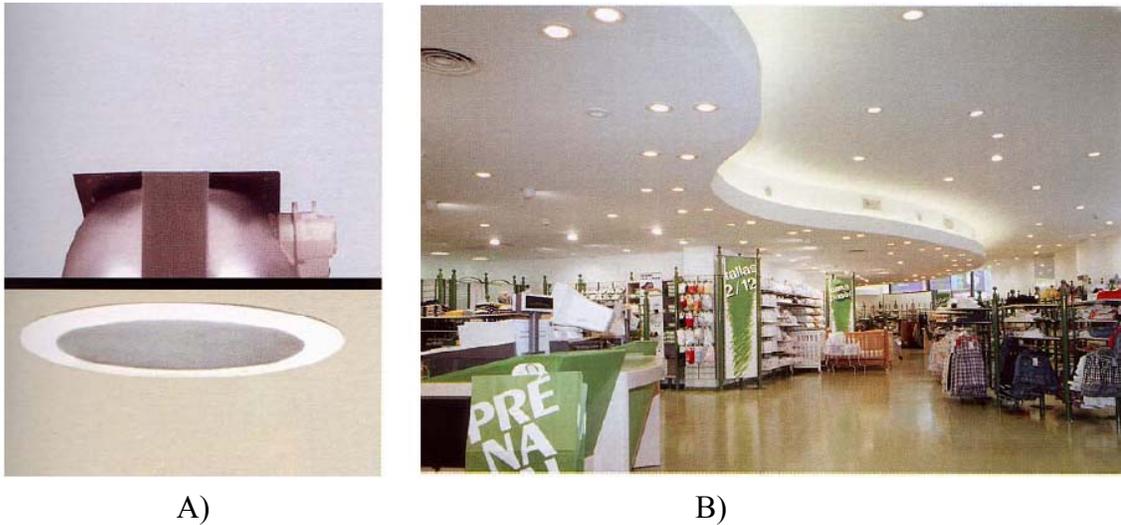
Luminarias tipo downlight, uplight o up-downlight: se trata de luminarias que dirigen la luz principalmente hacia abajo, hacia arriba o en forma mixta. Generalmente se indican por su nombre en inglés. [7]

Las de tipo *downlight* se instalan en el techo, empotradas o suspendidas, pero cuando se usan en la iluminación de pasillos o de exteriores generalmente se aplican en la pared. Las de doble foco, debido a la forma de su reflector, ya mencionado en la sección de reflectores elípticos, posibilitan un alto rendimiento luminoso con una pequeña abertura de techo. Los bañadores de pared tipo *downlight* disponen de una distribución luminosa asimétrica ya que, no sólo dirigen la luz verticalmente hacia abajo, sino también directamente sobre superficies verticales. Los proyectores orientables tipo *downlight* sirven para la iluminación acentuada de diferentes áreas y objetos, mediante la orientación del cono luminoso que permite adaptarlos a diferentes tareas de iluminación. [7]

Las de tipo *uplight* se pueden aplicar para iluminar el techo, para iluminación indirecta de un dado espacio mediante luz reflejada en el techo o para iluminar paredes por reflexión. Se pueden instalar en el suelo o en la pared. [7]

Las de tipo *updownlights* son la combinación de *uplight* y *downlight*, por lo que pueden proporcionar iluminación simultánea del suelo y del techo o una iluminación de pared por reflexión de luz. Se pueden instalar en la pared o suspendidos. [7]

La siguiente figura representa algunas de las luminarias a utilizar



**Figura 56. A) Luminaria para empotrar
B) Iluminación Área comercial**

4.5 Clasificación de las luminarias según el grado de protección

La comisión de electrotecnia internacional nos establece la siguiente clasificación que podremos ver en las tablas siguientes, las luminarias son marcados con dos siglas IP y enseguida le colocamos los dígitos del grado de protección

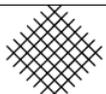
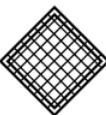
| Grado de protección de una luminaria contra el ingreso de sólidos extraños (IEC) | | | |
|--|---|---|-------------------------------|
| Primer dígito | Símbolo | Denominación | Comentarios |
| 0 | | No-protegida | Sin ninguna protección |
| 1 | | Protegida contra el ingreso de objetos sólidos mayores de 50 mm | por ejemplo una mano |
| 2 | | Protegida contra el ingreso de objetos mayores de 12 mm | por ejemplo un dedo |
| 3 | | Protegida contra el ingreso de objetos mayores de 2.5 mm | por ejemplo herramientas |
| 4 | | Protegida contra el ingreso de objetos mayores de 1.0 mm | por ejemplo cables o alambres |
| 5 |  | Antipolvo | |
| 6 |  | Hermética al polvo | |

Tabla 1.-Grado de protección de luminaria contra el ingreso de solidos extraños

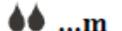
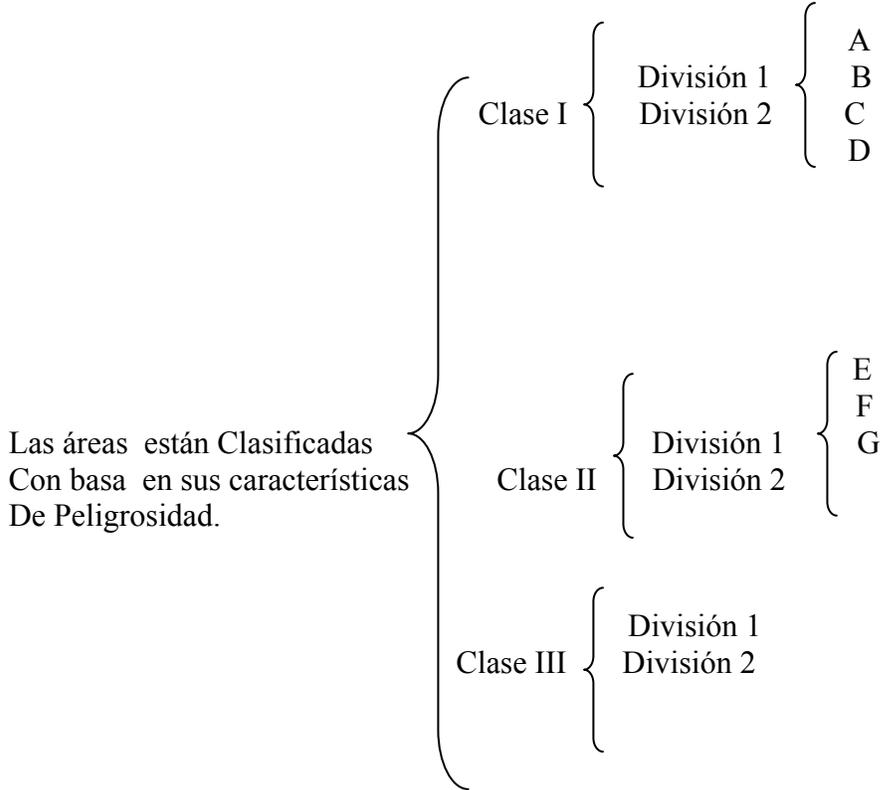
| Grado de protección de una luminaria contra el ingreso de agua (IEC) | | | |
|--|---|---|---|
| <i>Segundo dígito</i> | <i>Símbolo</i> | <i>Denominación</i> | <i>Comentarios</i> |
| 0 | | No protegida | |
| 1 |  | Contra goteo | Si el agua cae verticalmente no provoca daño |
| 2 |  | Contra goteo con inclinaciones de hasta 15 grados | |
| 3 |  | Contra lluvia | Para lluvia con ángulos no mayores de 60° |
| 4 |  | Contra salpicaduras | Cualquier salpicadura no provoca daño |
| 5 |  | Contra chorro de agua | El chorro de una manguera desde cualquier dirección no daña |
| 7 |  | Contra inmersión | Breves inmersiones a determinada presión no provocan daño |
| 8 |  | Contra sumersión | Luminaria herméticamente sellada |

Tabla 2. Grado de protección de una luminaria contra el ingreso de agua

4.5.1 Áreas Clasificadas

Son aquellos lugares donde en el proceso de fabricación se involucran o pueden estar presentes vapores, líquidos, gases inflamables o polvos y fibras combustibles, que pueden causar fuegos o explosiones si se someten a una fuente de ignición.



Clase I: Los lugares de la clase I son aquellos en los cuales están o pueden estar presentes gases o vapores inflamables en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o inflamables.

Clase II: Los lugares de la clase II son aquellos que son peligrosos debido a la presencia de polvo combustible.

Clase III: Los lugares de la clase III son aquellos que son peligrosos por la presencia de fibras o materiales volátiles fácilmente inflamables.

División 1: La condición peligrosa está presente de manera continua o intermitente.

División 2: La condición peligrosa no existe, pero el potencial sí.

Gases flamables y vapor de líquido clasificados como clase I, grupo A, B, C, y D

| | |
|--------------|---|
| Acetileno | A |
| Hidrogeno | B |
| Acetaldehído | C |
| Gasolina | D |

Polvos no conductivos clasificados como clase II, Grupo F y G
 Polvos agrícolas: Maíz, Celulosa, Cacao, etc.
 Pesticidas
 Resinas Termoplásticas

Polvos Conductivos clasificación como clase II, Grupo E.

Polvos Metálicos eléctricamente conductores incluyendo aleaciones de aluminio, acero manganeso, titanio y vanadio son especialmente peligrosas.

Las aplicaciones en áreas clasificadas representan cerca de la cuarta parte del mercado industrial y todas ellas requieren de un cuidado muy especial en la selección del sistema de iluminación

- Plantas industriales que utilizan solventes flamables en tanques para su limpieza
- Refinerías de petróleo, almacenes y áreas de distribución
- Hangares para aviones y áreas de servicio de combustibles
- Plantas de lavado en seco
- Plantas de papel y pulpa

Nosotros Nuca determinados el tipo de área clasificada esto siempre nos lo tiene que proporcionar una unidad verificadora, el criterio de iluminación es muy similar al de cualquier área, solo que aquí el aspecto de mayor relevancia es la selección del luminario.

Los luminarios a prueba de explosión reúnen características especiales en los sistemas de cierre arranque que los diferencia de un luminario convencional y estos se clasifican igual que las áreas peligrosas.

Para seleccionar el luminario homologuemos la clasificación del área peligrosa con la del luminario, de esta manera el luminario operara en el ambiente óptimo para el cual fue diseñado.



Figura 57. Industria Petroquímica

4.5.2 Cuartos Limpios

Los cuartos limpios son lugares donde se controla, a límites específicos, la concentración de partículas suspendidas en el aire. “Es un ambiente de contaminación Controlada”.

La Norma federal 209E nos dice el tamaño de partículas en m^3 que deben de existir en un cuarto limpio.

| Clase | Tamaño de partícula | | | | |
|-------|---|------------|------------|------------|-------------|
| | .1 μm | .2 μm | .3 μm | .5 μm | 5.0 μm |
| | Límite de partículas suspendidas (/ m^3) | | | | |
| M1.5 | 1,240 | 265 | 106 | 35.3 | - |
| M2.5 | 12,400 | 2,650 | 1,060 | 353 | - |
| M3.5 | - | 26,500 | 10,600 | 3,530 | - |
| M4.5 | - | - | - | 35,300 | 247 |
| M5.5 | - | - | - | 353,000 | 2,470 |
| M6.5 | - | - | - | 3,530,000 | 24,700 |

Tabla 1. Norma federal 209E de tamaño de partículas

CAPITULO 5 DESARROLLO DEL PROYECTO

5.1 Datos del centro de trabajo evaluado

A.- Nombre, denominación o razón social.

Smurfit Kappa México, S.A DE C.V

B.- Domicilio Completo

Emiliano Zapata No. 71, Tepetlaco, Tlalnepantla, Edo. De México

C.-Código Postal

54090

D.-Teléfono y fax

Tel.: (+52)57292452

Fax: (+52)30675245

E.-Nombre del solicitante del estudio

Ing. Israel Guadarrama

F.-Puesto que desempeña

Jefe de Mantenimiento

G.- Email

Email: info@smurfitkappa.com.mx

5.2.- Datos del Área a Analizar

A. Planos de oficinas y planta de producción

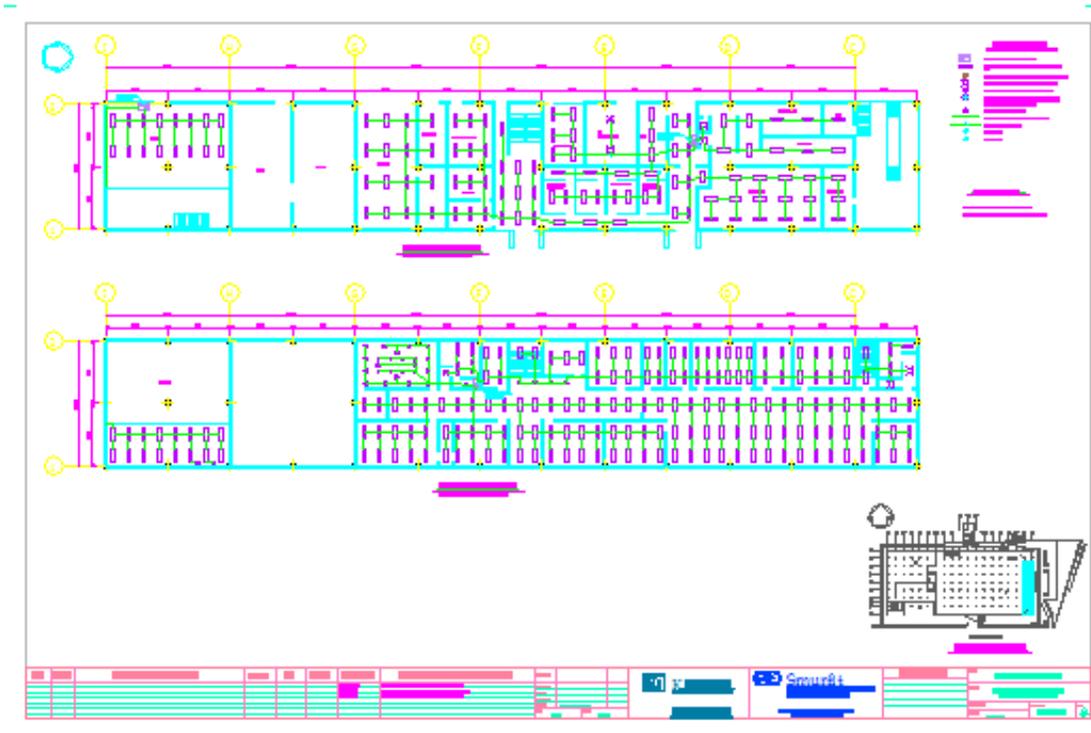


Figura 58.- Planos de la empresa

B.- Dimensiones

En el área de oficinas tenemos en general las siguientes dimensiones

1.- Largo 77.50 metros

2.-Ancho 12.00 metros

3.-Altura 2.5 metros

En el área de Producción tenemos en general las siguientes dimensiones

1.- Largo 217.25 metros

2.-Ancho 96.40 metros

3.-Altura 8.60 metros

C.- Tipo de techo

Dimensiones de las Zonas a Iluminar

| | Planta General | Planta baja | Planta alta |
|--------|----------------|-------------|-------------|
| Largo | 217.34 m | 48.40 m | 54.40 m |
| Ancho | 85.70 m | 12.40 m | 12.40 m |
| Altura | 8.60 m | 2.50 m | 2.5 m |

En la planta tenemos un techo tipo Butler estructura semicircular



Figura 59.- Techo tipo butler Smurfit Kappa

D.-Áreas a iluminar

Área de Oficinas y pasillos donde se encuentra personal laborando de edad joven en equipo de cómputo por ello se requiere mejorar los niveles de iluminación. Para este caso se detectó algunos puntos en donde las lámparas presentaban parpadeos de luz, y en algunas posiciones ya no encendían las lámparas, por lo que es necesario llevar a cabo un programa de mantenimiento preventivo

En la planta general en las áreas evaluadas presentan en sus superficies colores grises, al igual que en la maquinaria y equipos.

E.- Determinación de Niveles de Iluminación

De acuerdo a la información recabada y registrada en el reconocimiento de las condiciones de iluminación, se realizaron mediciones en el área y puestos de trabajo previamente seleccionados.

Las mediciones de realizaron de la siguiente forma:

Tomar 3 lecturas en el área o puesto de trabajo durante una jornada de trabajo contemplando el turno más crítico y de la manera siguiente:

- Una lectura al inicio de la jornada
- Una lectura a la mitad de la jornada
- Una lectura casi al término de la jornada

En interiores el nivel mínimo de iluminación fue de 150 lux en trabajo de oficinas

Requerimiento visual de acuerdo a la NOM 025 STPS 2008 es un mínimo de iluminación de 300 luxes.

En la planta el nivel mínimo de iluminación fue de 150 lux en trabajo de máquina, inspección simple, y distinción moderada de detalles, ensamblaje simple.

F.- Altura de Maquinaria

La maquinaria mide entre 1.5 metros hasta 3.0 metros

G.- No existen grúa

H.- Existencia de áreas clasificadas

De acuerdo a la información recabada no se encontró ninguna área peligrosa en donde se requiera luminaria aprueba de explosión.

I.- Si existe racks y estantería pequeña

J.- Acabados del local

Superficies de colores grises tanto en piso techo y paredes.

K.- Potencia de lámparas y numero de luminarias instaladas actualmente

| AREA | POTENCIA | NUMERO DE LUMINARIAS |
|----------------------|----------|----------------------|
| OFICINAS PLANTA BAJA | 2 X 39 W | 98 |
| OFICINAS PLANTA ALTA | 2 X 39 W | 162 |

| AREA | POTENCIA | NUMERO DE LUMINARIAS |
|----------------|----------|----------------------|
| PLANTA GENERAL | 2X 75 | 565 |

5.3 Calculo para Alumbrado Planta Smurfit los Reyes

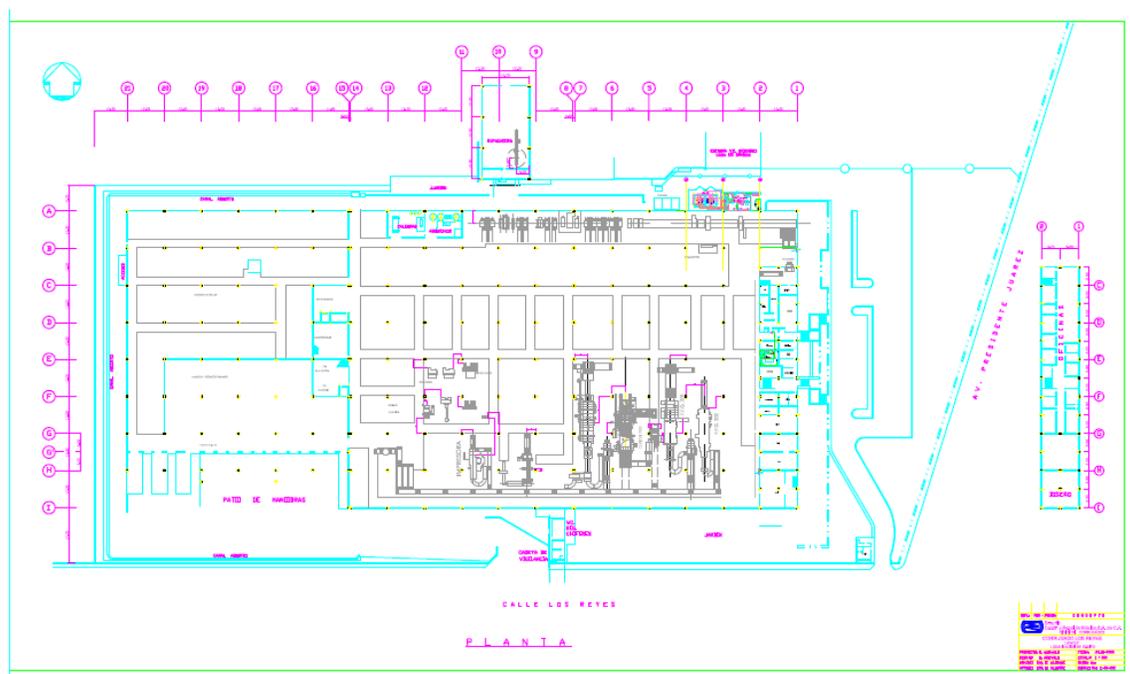


Figura 60.-Vista Superior

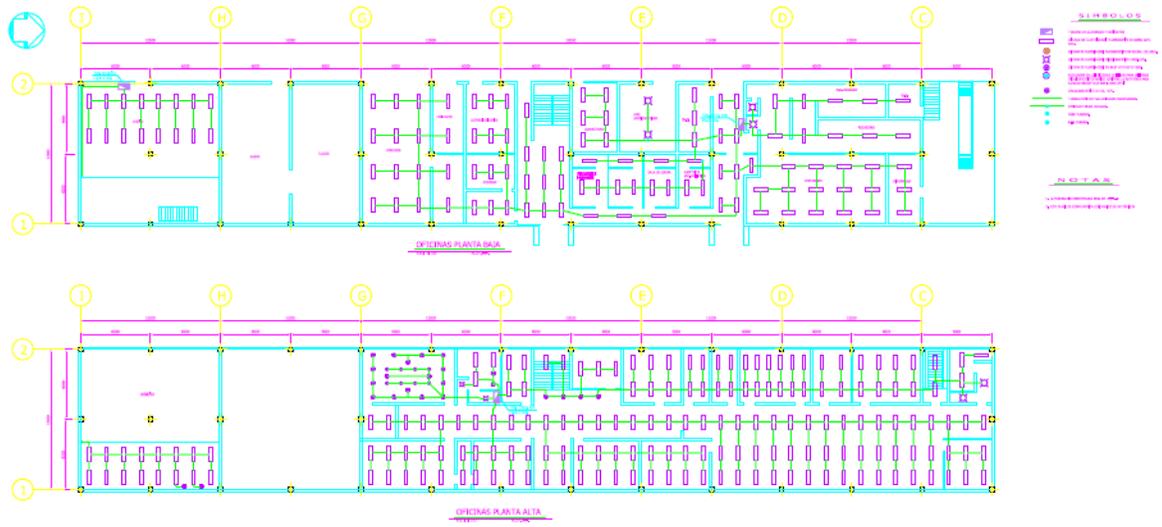


Figura 61.- Oficinas Vista Superior

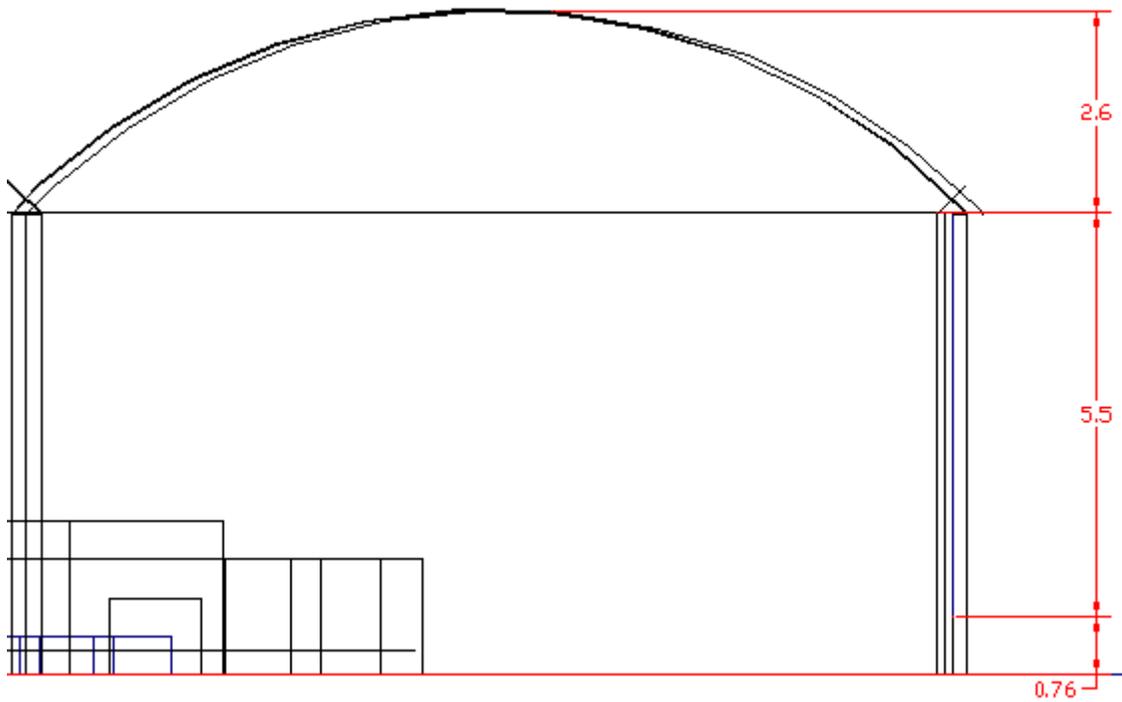


Figura 62.- Vista Frontal

$$h_{rc} = 5.5$$

$$h_{fc} = 0.76$$

$$h_{cc} = 2.6$$

E = El cliente nos solicita Mejorar los niveles existentes

Donde

h_{rc} = Altura de Cavidad del cuarto

h_{fc} = Altura de Cavidad del piso

h_{cc} = Altura de Cavidad del techo

Reflectancias base

Techo= 50%

Paredes=30%

Piso=20%

1.-Calculamos la intensidad luminosa en un ángulo de cero

$$E = \frac{I}{D^2}$$

De la cual Despejamos la I la intensidad luminosa y tenemos

$$I = E \times D^2$$

En este caso D^2 es igual a la Cavidad del cuarto h_{rc}^2 por lo tanto tenemos

$$I = E \times h_{rc}^2$$

Sustituimos los valores y obtenemos

$$I = 200 \times (5.5)^2 = 6050 \text{ Candelas}$$

Para escoger adecuadamente la curva de distribución luminosa nos apoyaremos en el software photometric viewer 3.4 de Acuity Brand's el cual contiene todas las fotometrías de Holophane, Lithonia, Peerlees, Hydrel, Gotham, American Electric, Marck Architectural, que son todas la líneas de luminarias que maneja el grupo Acuity Brand's de

acuerdo al capítulo 4 de luminarias para la industria de celulosa tendríamos que usar un luminario cerrado tipo high bay por lo tanto escogemos un luminario Primalume Enclosed catalogo NEP 320PM 62 PD Q13 con una curva de distribución de I= 3,322 Candelas a 0° Vertical.



Figura 63. Luminaria NEP 320PM 62 PD Q13

Determinación de Coeficientes de utilización CU

Método de Cavidad Zonal

$$\text{Rango de Cavidad de Techo} = \frac{5h_{ccc}(LXA)}{LXA}$$

$$\text{Rango de Cavidad de Techo} = \frac{5(2.6)(217.34 + 85.70)}{(217.34 \times 85.70)} = \frac{3932.5}{18553.5} = 0.211$$

$$CCR = .211$$

TABLA DE REFLECTANCIA EFECTIVAS DE CAVIDAD

Nuestro valor lo localizamos en la tabla como se encuentra entre 0.2 y 0.4 interpolamos para encontrar la reflectancia efectiva del techo.

Tabla A

Porcentaje de reflectancia efectiva en la cavidad de piso o techo para diferentes combinaciones de reflectancia

| % Reflectancia de techo o piso | 90 | | | | 80 | | | | 70 | | | 50 | | | | 30 | | | 10 | | |
|--------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| % Reflectancia de pared | 90 | 70 | 50 | 30 | 80 | 70 | 50 | 30 | 70 | 50 | 30 | 70 | 50 | 30 | 70 | 50 | 30 | 10 | 50 | 30 | 10 |
| RSR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.2 | 89 | 88 | 86 | 85 | 78 | 76 | 77 | 76 | 68 | 67 | 66 | 49 | 48 | 47 | 30 | 29 | 29 | 28 | 10 | 10 | 09 |
| 0.4 | 88 | 86 | 84 | 81 | 77 | 76 | 74 | 72 | 67 | 65 | 63 | 48 | 47 | 45 | 30 | 29 | 28 | 26 | 11 | 10 | 09 |
| 0.6 | 87 | 84 | 80 | 77 | 76 | 75 | 71 | 68 | 65 | 63 | 59 | 47 | 45 | 43 | 30 | 28 | 26 | 25 | 11 | 10 | 08 |
| 0.8 | 87 | 82 | 77 | 73 | 75 | 73 | 69 | 65 | 64 | 60 | 56 | 47 | 44 | 40 | 30 | 28 | 25 | 23 | 11 | 10 | 08 |
| 1.0 | 86 | 80 | 75 | 69 | 74 | 72 | 67 | 62 | 62 | 58 | 53 | 46 | 43 | 38 | 30 | 27 | 24 | 22 | 12 | 10 | 08 |
| 1.2 | 85 | 78 | 72 | 66 | 73 | 70 | 64 | 58 | 61 | 57 | 50 | 45 | 41 | 36 | 30 | 27 | 23 | 21 | 12 | 10 | 07 |
| 1.4 | 85 | 77 | 69 | 62 | 72 | 68 | 62 | 55 | 60 | 55 | 47 | 45 | 40 | 35 | 30 | 26 | 22 | 19 | 12 | 10 | 07 |
| 1.6 | 84 | 75 | 67 | 59 | 71 | 67 | 60 | 53 | 59 | 53 | 45 | 44 | 39 | 33 | 29 | 25 | 22 | 18 | 12 | 09 | 07 |
| 1.8 | 83 | 73 | 64 | 56 | 70 | 66 | 58 | 50 | 58 | 51 | 42 | 43 | 38 | 31 | 29 | 25 | 21 | 17 | 13 | 09 | 06 |
| 2.0 | 83 | 72 | 62 | 53 | 69 | 64 | 56 | 48 | 56 | 49 | 40 | 43 | 37 | 30 | 29 | 24 | 20 | 16 | 13 | 09 | 06 |
| 2.2 | 82 | 70 | 59 | 50 | 68 | 63 | 54 | 45 | 55 | 48 | 38 | 42 | 36 | 29 | 29 | 24 | 19 | 15 | 13 | 09 | 06 |
| 2.4 | 82 | 69 | 58 | 48 | 67 | 61 | 52 | 43 | 54 | 46 | 37 | 42 | 35 | 27 | 29 | 24 | 19 | 14 | 13 | 09 | 06 |
| 2.6 | 81 | 67 | 56 | 46 | 66 | 60 | 50 | 41 | 54 | 45 | 35 | 41 | 34 | 26 | 29 | 23 | 18 | 14 | 13 | 09 | 06 |
| 2.8 | 81 | 66 | 54 | 44 | 65 | 59 | 48 | 39 | 53 | 43 | 33 | 41 | 33 | 25 | 29 | 23 | 17 | 13 | 13 | 09 | 05 |
| 3.0 | 80 | 64 | 52 | 42 | 65 | 58 | 47 | 37 | 52 | 42 | 32 | 40 | 32 | 24 | 29 | 22 | 17 | 12 | 13 | 09 | 05 |
| 3.2 | 79 | 63 | 50 | 40 | 65 | 57 | 45 | 35 | 51 | 40 | 31 | 39 | 31 | 23 | 29 | 22 | 16 | 12 | 13 | 09 | 05 |
| 3.4 | 79 | 62 | 48 | 38 | 64 | 56 | 44 | 34 | 50 | 39 | 29 | 39 | 30 | 22 | 29 | 22 | 16 | 11 | 13 | 09 | 05 |
| 3.6 | 78 | 61 | 47 | 36 | 63 | 54 | 43 | 32 | 49 | 38 | 28 | 39 | 29 | 21 | 29 | 21 | 15 | 10 | 13 | 09 | 04 |
| 3.8 | 78 | 60 | 45 | 35 | 62 | 53 | 41 | 31 | 49 | 37 | 27 | 38 | 29 | 21 | 28 | 21 | 15 | 10 | 14 | 09 | 04 |
| 4.0 | 77 | 58 | 44 | 33 | 61 | 53 | 40 | 30 | 48 | 36 | 26 | 38 | 28 | 20 | 28 | 21 | 14 | 09 | 14 | 09 | 04 |
| 4.2 | 77 | 57 | 43 | 32 | 60 | 52 | 39 | 29 | 47 | 35 | 25 | 37 | 28 | 20 | 28 | 20 | 14 | 09 | 14 | 09 | 04 |
| 4.4 | 76 | 56 | 42 | 31 | 60 | 51 | 38 | 28 | 46 | 34 | 24 | 37 | 27 | 19 | 28 | 20 | 14 | 09 | 14 | 08 | 04 |
| 4.6 | 76 | 55 | 40 | 30 | 59 | 50 | 37 | 27 | 45 | 33 | 24 | 36 | 26 | 18 | 28 | 20 | 13 | 08 | 14 | 08 | 04 |
| 4.8 | 75 | 54 | 39 | 28 | 58 | 49 | 36 | 26 | 45 | 32 | 23 | 36 | 26 | 18 | 28 | 20 | 13 | 08 | 14 | 08 | 04 |
| 5.0 | 75 | 53 | 38 | 28 | 58 | 48 | 35 | 25 | 44 | 31 | 22 | 35 | 25 | 17 | 28 | 19 | 13 | 08 | 14 | 08 | 04 |

La fórmula la obtenemos de la ecuación de la recta y de la pendiente por lo tanto tenemos

$$Y = m(X - X_1) + Y_1$$

$$m = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1}$$

Escriba aquí la ecuación.

Por lo tanto sustituyendo nos queda

$$Y = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} (X - X_1) + Y_1$$

Interpolando

$$Y = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} (X - X_1) + Y_1$$

$$Y = \frac{45 - 47}{.4 - .2} (211 - .2) + 47 = 46.89\%$$

Reflectancia Efectiva del techo tenemos entonces **46.89%**

Ahora determinamos el RCR

$$\text{Relación de cavidad de cuarto (RCR)} = \frac{5 \text{ hrc } (L + A)}{L \times A}$$

$$(\text{RCR}) = \frac{5 (5.5) (217 + 85.7)}{217.34 \times 85.70} = .448$$

Ahora interpolamos entre 50 % y 30 % para obtener nuestro valor

| Pcc ... | 80 | | | | 70 | | | | 50 | | | 30 | | | 10 | | | 0 |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Pw ... | 70 | 50 | 30 | 10 | 70 | 50 | 30 | 10 | 50 | 30 | 10 | 50 | 30 | 10 | 50 | 30 | 10 | 0 |
| RCR | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | .98 | .98 | .98 | .98 | .93 | .93 | .93 | .93 | .84 | .84 | .84 | .76 | .76 | .76 | .69 | .69 | .69 | .66 |
| 1 | .88 | .84 | .80 | .77 | .84 | .80 | .77 | .74 | .73 | .70 | .68 | .66 | .64 | .62 | .60 | .58 | .57 | .54 |
| 2 | .81 | .74 | .68 | .63 | .76 | .70 | .65 | .61 | .64 | .60 | .56 | .58 | .55 | .52 | .53 | .50 | .48 | .45 |
| 3 | .74 | .65 | .58 | .53 | .70 | .62 | .56 | .51 | .56 | .51 | .47 | .51 | .47 | .44 | .47 | .44 | .41 | .38 |
| 4 | .67 | .57 | .50 | .44 | .64 | .55 | .48 | .43 | .50 | .45 | .40 | .46 | .41 | .38 | .42 | .38 | .35 | .33 |
| 5 | .62 | .51 | .44 | .38 | .59 | .49 | .42 | .37 | .45 | .39 | .35 | .41 | .36 | .32 | .37 | .34 | .30 | .28 |
| 6 | .57 | .46 | .38 | .33 | .54 | .44 | .37 | .32 | .40 | .34 | .30 | .37 | .32 | .28 | .34 | .30 | .26 | .24 |
| 7 | .52 | .41 | .34 | .29 | .50 | .39 | .33 | .28 | .36 | .30 | .26 | .33 | .28 | .25 | .31 | .26 | .23 | .21 |
| 8 | .49 | .37 | .30 | .25 | .46 | .36 | .29 | .24 | .33 | .27 | .23 | .30 | .25 | .22 | .28 | .24 | .21 | .19 |
| 9 | .45 | .34 | .27 | .22 | .43 | .32 | .26 | .22 | .30 | .24 | .20 | .28 | .23 | .19 | .25 | .21 | .18 | .16 |
| 10 | .42 | .31 | .24 | .20 | .40 | .30 | .23 | .19 | .27 | .22 | .18 | .25 | .21 | .17 | .23 | .19 | .16 | .15 |

Tabla de coeficiente de Utilización para el Luminario Prismalume enclosed

$$Y = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} (X - X_1) + Y_1$$

Para 50%

$$Y = \frac{.70 - .84}{1 - 0} (.448 - 0) + .84 = .777$$

Para 30 %

$$Y = \frac{.64 - .76}{1 - 0} (.448 - 0) + .76 = .706$$

Nuevamente interpolamos ya que nuestra reflectancia efectiva nos dio de 46.89% así que interpolamos entre 50 % y 30 % de esta manera obtenemos nuestro CU

$$Y = \frac{.777 - .706}{50 - 30} (46.89 - 30) + .706 = .765$$

Nuestro Coeficiente de Utilización es de .765

Ahora obtenemos el factor de Mantenimiento lo este se obtiene de la siguiente formula

$$FM = LLD \times LDD$$

Dónde:

LLD= Depreciación de los lúmenes de la lámpara

LDD=Depreciación del luminario por suciedad

LLD lo obtenemos de la ficha técnica de la lámpara en este caso se implementó una lámpara pulse start en 320 W marca Venture Lighting



MS 320W/V/ED37/PS/740

GENERAL Characteristics

| | |
|--------------------|-----------------------------|
| Lamp Type | MH Pulse Start Single Ended |
| ANSI Code | M132, M154/E |
| Bulb Shape | ED37 |
| Base Type | Magul (E39) |
| Bulb Finish | Clear |
| Rated Life | 30000 hours |
| Operating Position | Vertical $\pm 15^\circ$ |
| Dimming | 50% Rated Power |

PHOTOMETRIC

| | |
|------------------------------------|------------------------|
| Initial Lumens | 33000 |
| Scotopic Lumens (S/P 1.7) | 56000 |
| Lumens Per Watt | 103 |
| Lamp Lumen Depreciation (LLD) | .86 (86%) @ 8000 hours |
| Correlated Color Temperature | 4000K |
| Chromaticity Coordinates (CIE-x,y) | .385 .390 |
| Color Rendering Index (CRI) | 68 |

ELECTRICAL

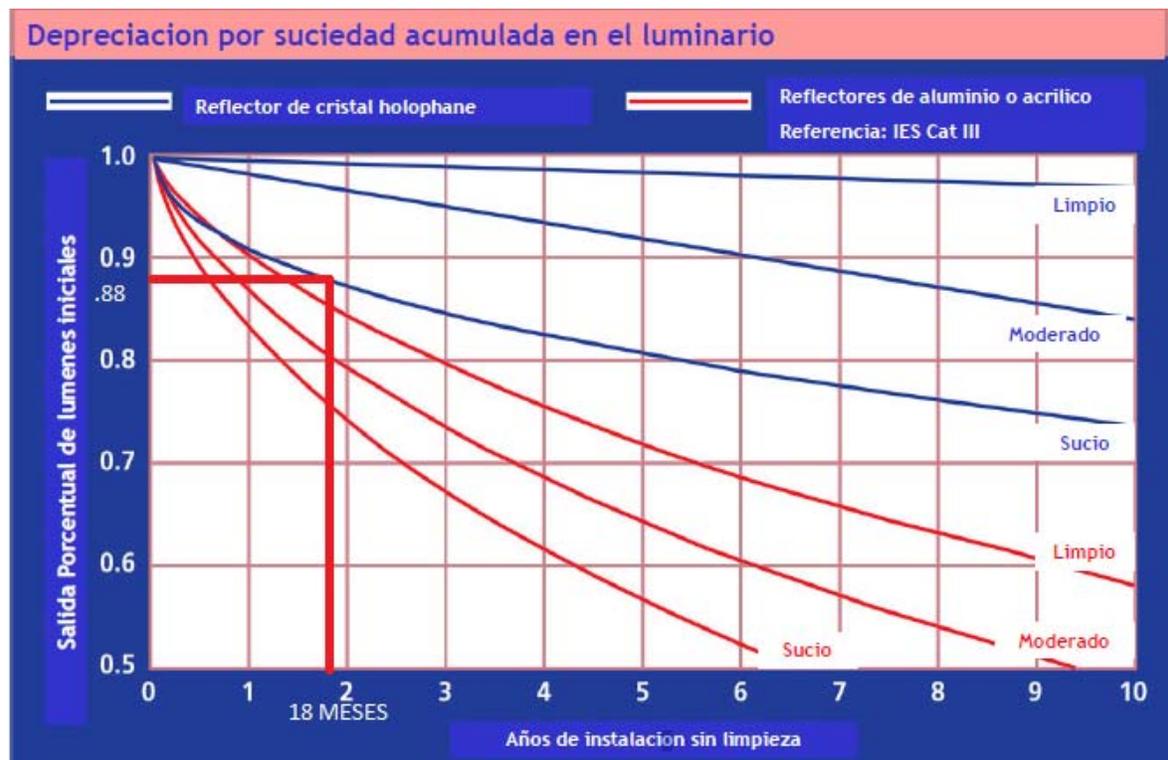
| | |
|---------------------------|-----|
| Lamp Watts | 320 |
| Lamp Oper. Voltage (Nom.) | 135 |

SUSTAINABILITY

| | |
|--------------------------------------|------------------------|
| Recycling Program | Smartpac® 800-451-2606 |
| Picograms Hg per Mean Lumen Hour | 37 |
| MR-Credit 4 Reduced Mercury in Lamps | 1 LEED point |
| EISA 2007 Compliant | Yes |

NOTES

Lamp performance ratings published in this data sheet are based on operation with approved electronic ballasts. Performance of position-rated lamps outside of their tolerances will result in poor performance. Minimum Starting Temperature: $-40^\circ\text{C}/^\circ\text{F}$. To calculate nighttime Scotopic lumens, multiply the lumen rating by the S/P ratio. **LEED V3, MR CREDIT 4: Sustainable Purchasing - Reduced Mercury in Lamps is awarded 1 point for projects which at least 90% of all mercury-containing lamps purchased during the performance period comply and meet the target for mercury content of 90 picograms per lumen-hour or less.



Para un luminario Holophane con reflector de cristal y considerando que el mantenimiento es a 18 meses la depresión por suciedad para este tipo de luminarios sería de .88 por lo tanto calculamos el factor de mantenimiento

Obtenemos el Factor de mantenimiento

$$FM = .86 \times .88 = .75$$

$$FM = .75$$

Ahora obtenemos el número de luminarios que necesitamos

$$\#Luminarios = \frac{E \times Area}{(Lumenes \text{ por Luminario} \times C.U \times F.M)}$$

$$Luminarios = \frac{200 \text{ luxes} \times 18626.08 m^2}{33,000 \times .76 \times .75} = 198$$

El número de luminarios necesarios son 198

Obtención del número de columnas

$$\#Columnas = \frac{Ancho}{S_t}$$

S_t El espaciamiento teórico es incógnita en nuestra formula esta la obtenemos de la siguiente forma

$$S_t = \sqrt{\frac{Area}{\#Luminarios}}$$

Sustituimos valores y obtenemos

$$S_t = \sqrt{\frac{217.34 \times 85.70}{198}} = 9.6$$

$$S_t = 9.6 \text{ m}$$

Numero de Columnas

$$\#Columnas = \frac{85.70}{9.6} = 8.8$$

Dejamos el número de columnas en 9

Ahora obtenemos el número de renglones que lo despejaremos de la siguiente formula

$$\#Renglones = (\#Luminarios)/(\#Columnas)$$

$$\#Renglones = 198/9 = 22$$

Por lo tanto tendremos 22 renglones

Ahora obtenemos el espaciamiento entre columnas y renglones

$$\frac{\text{Ancho}}{\#Columnas} = \text{Espaciamiento entre cada Columna}$$

$$\text{Espaciamiento entre cada Columna} = \frac{85.50}{9} = 9.5$$

$$\frac{\text{Largo}}{\#Renglones} = \text{Espaciamiento entre cada Renglon}$$

$$\text{Espaciamiento entre cada Renglon} = \frac{217.34}{22} = 9.8$$

$$S_{max} = (S.C)(i_{acc})$$

S.C=El criterio de espaciamiento que nos da holophane para esta luminaria es de 1.37

Sustituyendo en la formula obtenemos el máximo espaciamiento

$$S_{max} = (1.93)(5.5) = 10.61 \text{ metros}$$

Por lo tanto comprobando nuestro espaciamiento tenemos que

$$S_{real} \leq S_{max}$$

$$9.6 < 10.6$$

Como podemos ver estamos dentro del este límite.

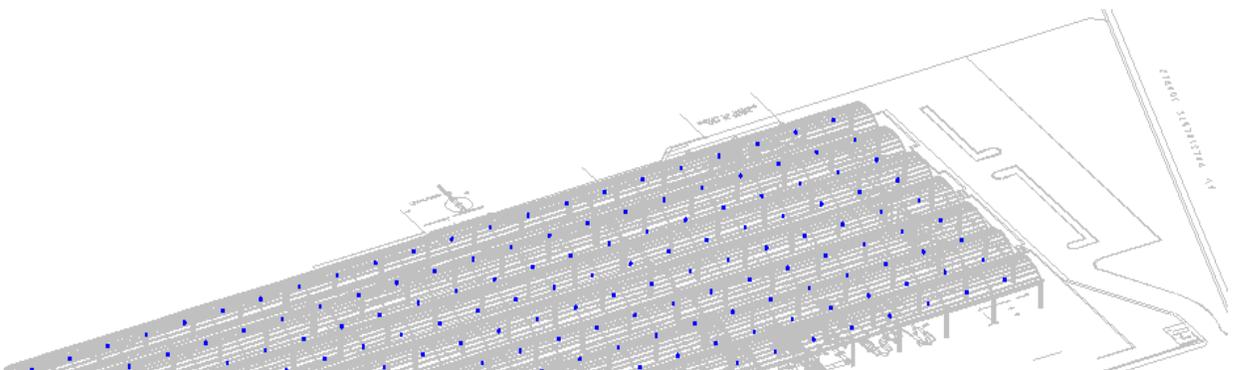


Figura 64. Vista final del proyecto

5.4 Calculo de alumbrado Oficinas

5.4.1 Planta Baja

Reflectancias base

Piso: 20%

Techo: 80

Pared: 50%

$$n_{cc} = 2.5$$

$$n_{cp} = .76$$

$$n_{ct} = 0$$

El cliente nos pide 300 luxes en sus oficinas como promedio, para esto propondremos luminaria de led empotrada en techo de Lithonia lighting.

Por lo tanto entonces tenemos que:

$$E = \frac{I}{D^2}$$

Obtenemos la intensidad en un punto

$$I = (E)D^2$$

$$I = (300)(2.5)^2 = 1875 \text{ Candelas}$$

Para eso utilizaremos la luminaria RTLED para empotran con una curva de distribución I=1366 Candelas a 0° Vertical.



Figura 65.-Luminaria RTLED

Debido a que la cavidad de techo es cero tomaremos la reflectancias bases para llevar acabo el resto de los cálculos

Determinamos el coeficiente de utilización

Formula de Cavidad del Cuarto

$$RCR = \frac{5n_{cc}(L + A)}{(L \times A)}$$

$$RCR = \frac{5(2.5)(48.40 + 12.40)}{(48.40 \times 12.40)} = 1.26$$

De la tabla de coeficientes de utilización tenemos

| Coefficients of Utilization | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| pf | 20% | | | 20% | | | 50% | | |
| | 80% | 70% | 50% | 50% | 30% | 10% | 50% | 30% | 10% |
| pc | 70% | 50% | 30% | 50% | 30% | 10% | 50% | 30% | 10% |
| pw | | | | | | | | | |
| 0 | 119 | 119 | 119 | 116 | 116 | 116 | 111 | 111 | 111 |
| 1 | 110 | 105 | 101 | 103 | 99 | 96 | 99 | 96 | 93 |
| 2 | 100 | 92 | 86 | 91 | 85 | 80 | 87 | 82 | 78 |
| 3 | 92 | 82 | 74 | 80 | 73 | 67 | 77 | 71 | 66 |
| 4 | 84 | 73 | 64 | 71 | 64 | 58 | 69 | 62 | 57 |
| 5 | 78 | 65 | 57 | 64 | 56 | 50 | 62 | 55 | 49 |
| 6 | 72 | 59 | 50 | 58 | 50 | 44 | 56 | 49 | 44 |
| 7 | 67 | 54 | 45 | 53 | 45 | 39 | 51 | 44 | 39 |

Así que interpolamos para obtener el coeficiente de utilización

$$Y = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1}(X - X_1) + Y_1$$

$$Y = \frac{.92 - 1.05}{2 - 1}(1.26 - 1) + 1.05 = 1.01$$

El coeficiente de utilización es de **1.01**

Obtenemos el factor de mantenimiento

Para el caso de los LED, la depreciación durante toda la “vida útil” está considerada entre los 30% y 20% de pérdida, tomando en cuenta 50,000 horas, más el factor por suciedad.

Normalmente nosotros consideramos para una oficina de 10% al 15% de pérdida total, ya que considerar el 20% o 30% para los Led's sería mucho tiempo y normal mente el factor es el 5% de pérdida de luz +10% de pérdida por suciedad en luminario.

Luego entonces, puedes tomar una factor de 0.9 o 0.85 para los cálculos de luminarias led en este caso las RTLED. [4]

Así por lo tanto tenemos

$$FM = (L.L.D)(L.D.D)$$

$$FM = (.95)(.90) = .85$$

$$FM = 0.85$$

Ahora obtenemos el número de luminarias que necesitaríamos para la parte baja de las oficinas y el área que tenemos es:

$$Area = (48.40)(12.40) = 600.6 m^2$$

El número de luminarias

$$\#Luminarias = \frac{E \times Area}{(Lumenes \text{ por Luminario} \times C.U \times F.M)}$$

$$\#Luminarias = \frac{(300 \text{ lux} \times 600.16 \text{ m}^2)}{(3300 \times 1.01 \times .85)} = 63.53$$

Luminarias a utilizar 64

Obtención del número de columnas

$$\#Columnas = \frac{Ancho}{S_t}$$

S_t El espaciamiento teórico es incógnita en nuestra formula esta la obtenemos de la siguiente forma

$$S_t = \sqrt{\frac{Area}{\#Luminarios}}$$

Sustituimos valores y obtenemos

$$S_t = \sqrt{\frac{48.40 \times 12.40}{64}}$$

$$S_t = 3.06 \text{ m}$$

Numero de Columnas

$$\#Columnas = \frac{12.40}{3.06} = 4.05$$

Dejamos el número de columnas en 4

Ahora obtenemos el número de renglones que lo despejaremos de la siguiente formula

$$\#Renglones = (\#Luminarios)/(\#Columnas)$$

$$\#Renglones = 64/4 = 16$$

Por lo tanto tendremos 16 renglones

Ahora obtenemos el espaciamiento entre columnas y renglones

$$\frac{\text{Ancho}}{\#Columnas} = \text{Espaciamiento entre cada Columna}$$

$$\text{Espaciamiento entre cada Columna} = \frac{12.40}{4} = 3.1$$

$$\frac{\text{Largo}}{\#Renglones} = \text{Espaciamiento entre cada Renglon}$$

$$\text{Espaciamiento entre cada Renglon} = \frac{48.40}{16} = 3.02$$

$$S_{max} = (S.C)(i_{acc})$$

S.C=El criterio de espaciamiento que nos da Lithonia para esta luminaria es de 1.24

Sustituyendo en la formula obtenemos el máximo espaciamiento

$$S_{max} = (1.24)(2.5) = 3.1 \text{ metros}$$

Por lo tanto comprobando nuestro espaciamiento tenemos que

$$S_{real} \leq S_{max}$$

$$3.0 \leq 3.1$$

Como podemos ver estamos dentro del este límite

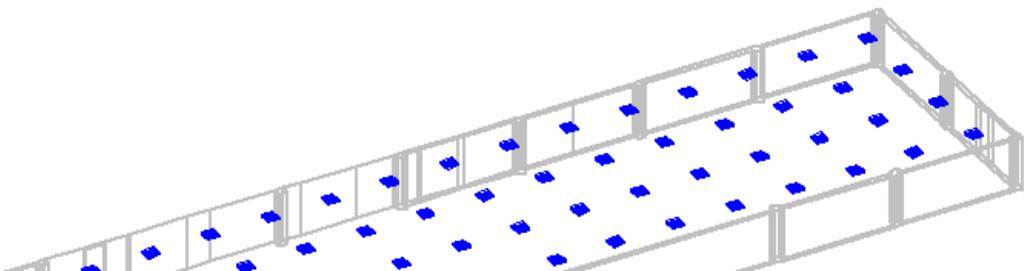


Figura 66. Vista Final de oficinas planta alta

5.4.2 Planta Alta

Ahora realizaremos los cálculos de la planta alta estos son muy parecidos a los realizados para la planta baja a continuación tenemos los datos

Reflectancias base

Piso: 20%

Techo: 80

Pared: 50%

$$h_{cc} = 2.5$$

$$h_{cp} = .76$$

$$h_{ce} = 0$$

El cliente nos pide 300 luxes en sus oficinas como promedio, para esto nuevamente propondremos luminaria de led empotrada en techo de Lithonia lighting.

Por lo tanto entonces tenemos que:

$$E = \frac{I}{D^2}$$

Obtenemos la intensidad en un punto

$$I = (E)(D^2)$$

$$I = 300(2.5)^2 = 1875 \text{ Candelas}$$

Para eso utilizaremos la luminaria RTLED para empotran con una curva de distribución I=1366 Candelas a 0° Vertical.



Figura 67.-Luminaria RTLED

Debido a que la cavidad de techo es cero nuevamente tomaremos la reflectancias bases para llevar acabo el resto de los cálculos

Determinamos el coeficiente de utilización

Formula de Cavidad del Cuarto

Para este caso el área es diferente

$$RCR = \frac{5h_{cc}(L + A)}{(L \times A)}$$

$$RCR = \frac{5(2.5)(54.40 + 12.40)}{(54.40 \times 12.40)} = 1.23$$

De la tabla de coeficientes de utilización tenemos por lo tanto el mismo rango

Coefficients of Utilization

| pf | 20% | | | 50% | | | 80% | | | |
|----|----------|-----|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | pc | 80% | 70% | 50% | 30% | 10% | 50% | 30% | 10% | |
| | pw | 70% | 50% | 30% | 50% | 30% | 10% | 50% | 30% | 10% |
| 0 | | 119 | 119 | 119 | 116 | 116 | 116 | 111 | 111 | 111 |
| 1 | | 110 | 105 | 101 | 103 | 99 | 96 | 99 | 96 | 93 |
| | 2 | 100 | 92 | 86 | 91 | 85 | 80 | 87 | 82 | 78 |
| | 3 | 92 | 82 | 74 | 80 | 73 | 67 | 77 | 71 | 66 |
| | 4 | 84 | 73 | 64 | 71 | 64 | 58 | 69 | 62 | 57 |
| | 5 | 78 | 65 | 57 | 64 | 56 | 50 | 62 | 55 | 49 |
| | 6 | 72 | 59 | 50 | 58 | 50 | 44 | 56 | 49 | 44 |
| | 7 | 67 | 54 | 45 | 53 | 45 | 39 | 51 | 44 | 39 |

Así que interpolamos para obtener el coeficiente de utilización

$$Y = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1}(X - X_1) + Y_1$$

$$Y = \frac{.92 - 1.05}{2 - 1}(1.23 - 1) + 1.05 = 1.02$$

El coeficiente de utilización es de **1.02**

El factor de mantenimiento sería el mismo

$$FM = 0.85$$

Ahora obtenemos el número de luminarias que necesitaríamos para la parte alta de las oficinas y el área que tenemos es:

$$\text{Area} = (54.40)(12.40) = 674.56 \text{m}^2$$

El número de luminarias

$$\#Luminarias = \frac{E \times \text{Area}}{(\text{lúmenes por luminaria} \times C.U. \times F.M.)}$$

$$\#Luminarias = \frac{(300 \text{lúmenes} \times 674.56 \text{m}^2)}{(3300 \times 1.02 \times .85)} = 70.74$$

Luminarias a utilizar 71

Obtención del número de columnas

$$\#Columnas = \text{Ancho} / S_t$$

S_t El espaciamiento teórico es incógnita en nuestra fórmula esta la obtenemos de la siguiente forma

$$S_c = \sqrt{\frac{\text{Area}}{\#Luminarios}}$$

Sustituimos valores y obtenemos

$$S_c = \sqrt{\frac{54.40 \times 12.40}{71}} = 3.08$$

$$S_c = 3.08 \text{ m}$$

Número de Columnas

$$\#Columnas = 12.40 / 3.08 = 4.02$$

Dejamos el número de columnas en 4

Ahora obtenemos el número de renglones que lo despejaremos de la siguiente formula

$$\#Renglones = (\#Luminarios) / (\#Columnas)$$

$$\#Renglones = 71 / 4 = 17.75$$

Por lo tanto tendremos 18 renglones

Ahora obtenemos el espaciamiento entre columnas y renglones

$$\frac{\text{Ancho}}{\#Columnas} = \text{Espaciamiento entre cada Columna}$$

$$\text{Espaciamiento entre cada Columna} = \frac{12.40}{4} = 3.1$$

$$\frac{\text{Largo}}{\#Renglones} = \text{Espaciamiento entre cada Renglon}$$

$$\text{Espaciamiento entre cada Renglon} = \frac{54.40}{18} = 3.02$$

$$S_{max} = (S.C)(hcc)$$

S.C=El criterio de espaciamiento que nos da Lithonia para esta luminaria es de 1.24

Sustituyendo en la formula obtenemos el máximo espaciamiento

$$S_{max} = (1.24)(2.5) = 3.1 \text{ metros}$$

Por lo tanto comprobando nuestro espaciamiento tenemos que

$$S_{real} \leq S_{max}$$

$$3.0 \leq 3.1$$

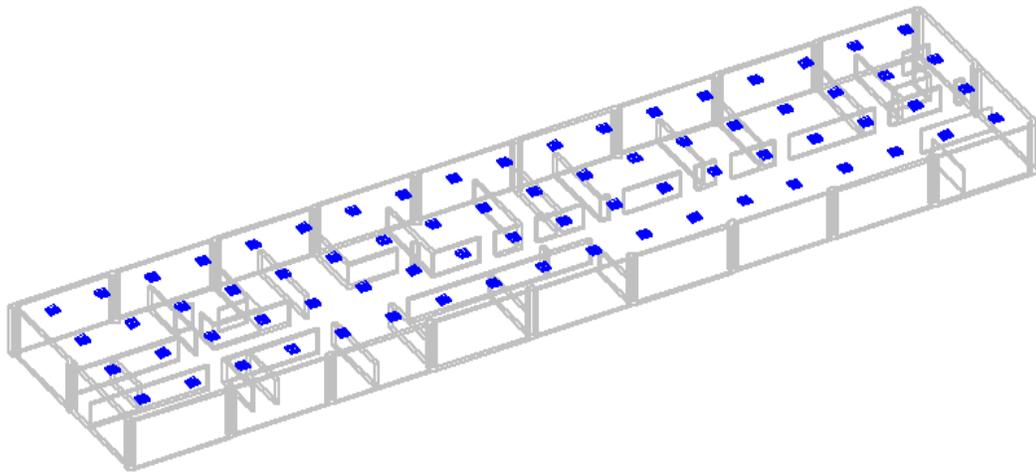
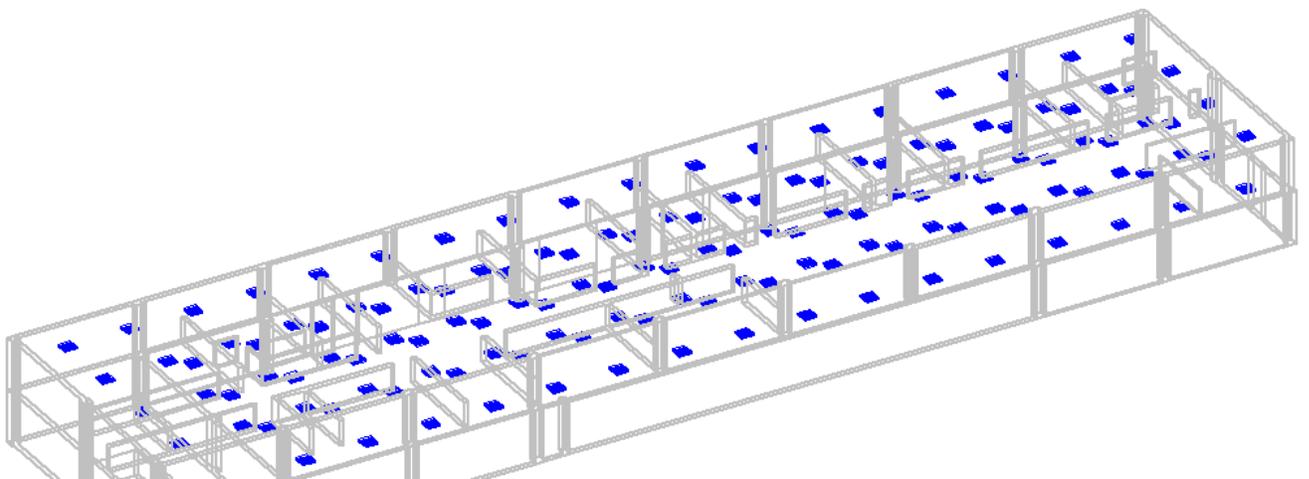
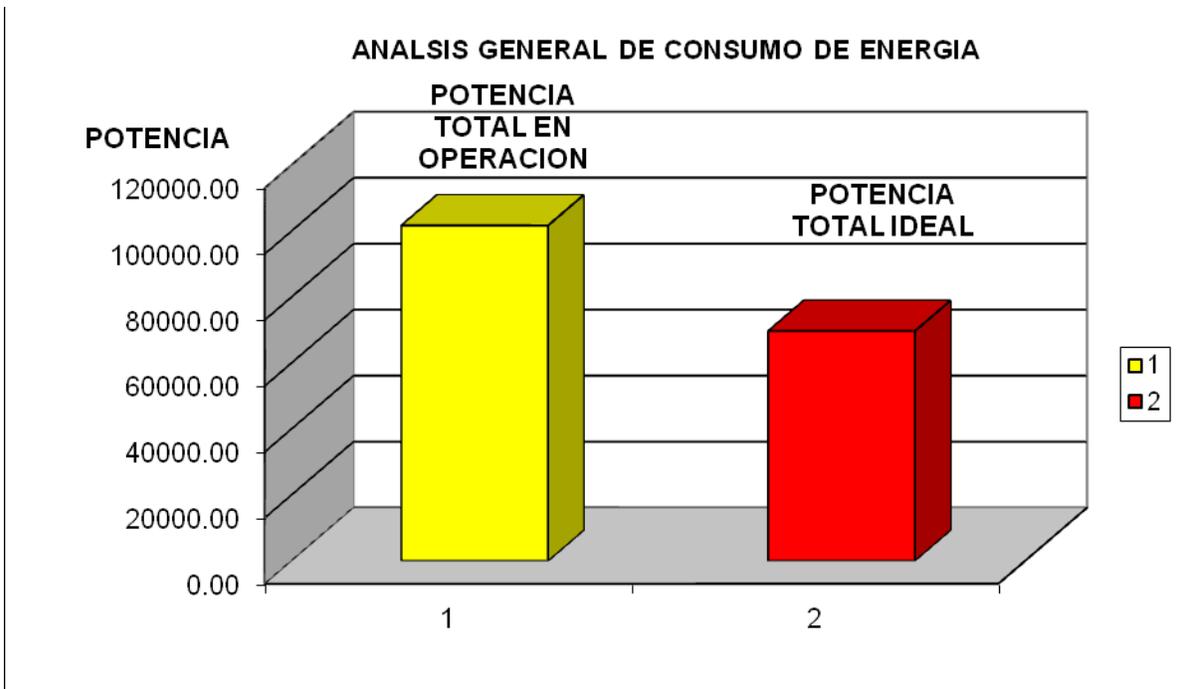


Figura 68. Vista isométrica planta alta





En la gráfica vemos la potencia ideal que tendrá de 69.70 KW contra lo que tiene instalada 101.70 KW por lo tanto vemos que existe un ahorro de energía proponiendo una nueva tecnología.

Tabla No.2: ANALISIS GENERAL LÁMPARAS PROPUESTAS VS INSTALADAS

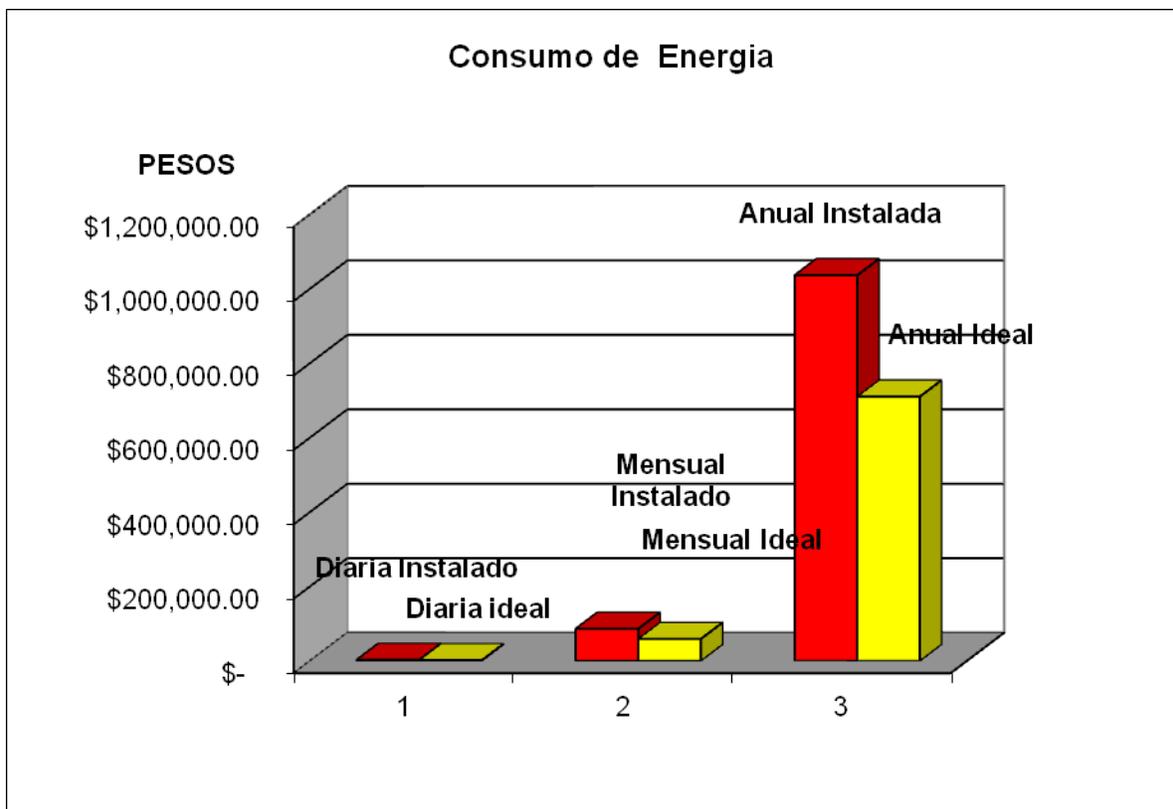
PROYECTO MEJORAMIENTO DE LA ILUMINACION SMURFIT KAPPA
 Lámparas del luminario instalado 2X75W VS Lámparas HID Pulse Start

| ANALISIS I | INSTALADA | PROPUESTA |
|------------|-------------------------|-----------------|
| | Potencia de la lámpara* | 75 |
| Bulbo | FLUORESCENTE | HID PULSE START |

En la tabla número dos comprobamos un ahorro de energía de un 31.47 % utilizando tecnología de pulso pero sin embargo sacrificamos un poco la reproducción de los colores por el bajo CRI.

Tabla No.3: TABLA COMPARATIVA DE AHORRO DE ENERGÍA TOTAL.

| PROYECTO SMURFIT KAPPA (TABLA GENERAL DE POTENCIA EN OPERACION). | INSTALADA | IDEAL |
|--|------------------|---------------|
| HORAS DE USO DIARIAS | | |
| HORAS DE USO DE ENERGIA BASE | 6,00 | 6,00 |
| HORAS DE USO DE ENERGIA INTERMEDIA | 14,00 | 14,00 |
| HORAS DE USO DE ENERGIA PUNTA | 4,00 | 4,00 |
| HORAS DE USO DIARIAS | 24,00 | 24,00 |
| COSTO ENERGETICO | INSTALADA | IDEAL |
| TARIFA HM | | |
| Costo por KWH BASE (Pesos) | \$ 0,91 | \$ 0,91 |
| Costo por KWH INTERMEDIA (Pesos) | \$ 1,09 | \$ 1,09 |
| Costo por KWH PUNTA (Pesos) | \$ 1,89 | \$ 1,89 |
| POTENCIA DE USO | INSTALADA | IDEAL |
| DEMANDA MAXIMA MEDIDA (KW) (Tabla No.1: ANALISIS GENERAL DE CONSUMO DE ENERGÍA TOTAL). | 101,70 | 69,70 |
| POTENCIA DE USO | INSTALADA | IDEAL |
| Costo por los KWH BASE utilizados (Pesos) | \$ 556,62 | \$ 381,46 |
| Costo por los KWH INTERMEDIA utilizados (Pesos) | \$ 1.553,79 | \$ 1.064,83 |
| Costo por los KWH PUNTA utilizados (Pesos) | \$ 768,53 | \$ 526,68 |
| CONSUMO DE ENERGÍA | INSTALADA | IDEAL |
| DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA DIARIA (Pesos) | \$ 2.878,94 | \$ 1.972,97 |
| DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA MENSUAL (Pesos) | \$ 86.368,32 | \$ 59.189,05 |
| DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA ANUAL (Pesos) | \$ 1.036.419,82 | \$ 710.268,59 |



La siguiente grafica nos muestra el consumo de energía diario, mensual, y anual por lo tanto vemos que tendrá que ahorrar \$ 326, 151.23 pesos anuales en el pago de energía.

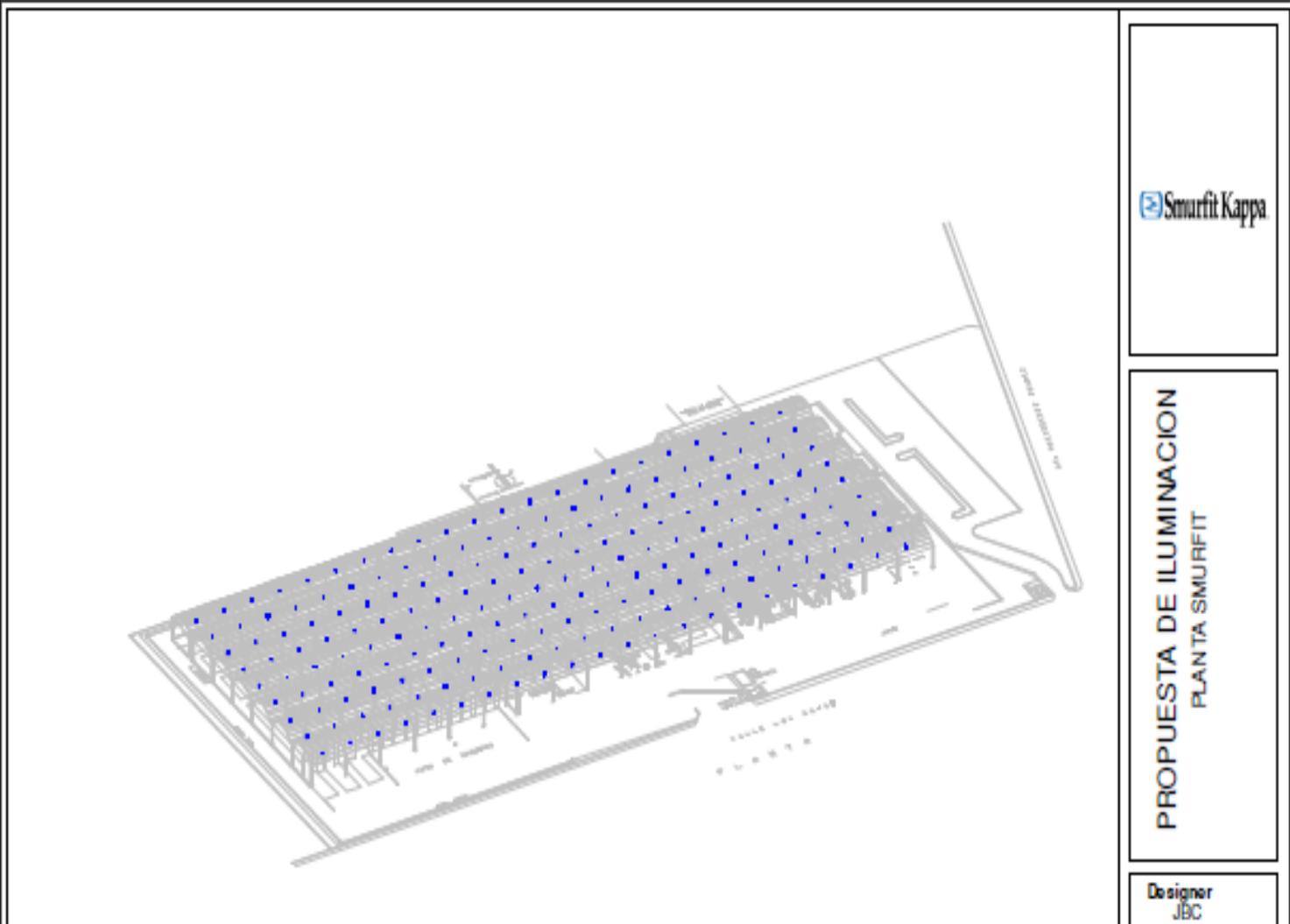
Tabla No.4: COSTO BENEFICIO

| | |
|---|---------------|
| Costo total de los luminarios | \$ 872.500,00 |
| Más el 10%del total por el factor de imprevistos* | \$ 87.250,00 |
| | \$ 959.750,00 |
| Menos el presupuesto del mantenimiento de las lámparas propuestas** | \$ 43.625,00 |
| Costo total de lo propuesto para efecto de ahorro de energía | \$ 916.125,00 |

En la planta de SMURFIT KAPPA se cambiaran el sistema de T12 2 X75W, por lo tanto se deberá tomar, el 10% o menos del desembolso inicial por el factor de imprevistos, como el hecho de la compra de cable, tubería o que una lámpara se encuentre dañada.

Las lámparas propuestas tienen 30,000 horas de vida a diferencia de las 9 000 horas de las lámparas existentes, entonces el mantenimiento y la mano de obra en el cambio de lámparas propuesta será de mayo tiempo.

Los niveles de iluminación son 209 luxes promedio con una máxima 253 luxes mejoramos los niveles existentes y además logramos un ahorro de energía, vemos que el proyecto se amortizara en 2 años 8 meses, el tiempo siguiente será ganancia.



RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS OFICINAS

FECHA:
 PROYECTO No.:
 PROYECTO: **MEJORAMIENTO DE LA ILUMINACION OFICINAS**
 DIRECCIÓN: **TLALNEPANTLA ESTADO DE MEXICO**
 DESCRIPCIÓN: **AHORRO DE ENERGIA OFICINAS**
 CLIENTE: **SMURFIT KAPPA**
 SOLICITO: **ING. ISRAEL GUADARRAMA**
 DESARROLLO:

DISEÑO & PROYECTOS

Tabla No.1: ANALISIS GENERAL DE CONSUMO DE ENERGÍA TOTAL

| TIPO | NIVEL | CANTIDAD DE LUMINARIAS* | # DE LAM./LUM. | POTENCIA DE LAMPARA* | POTENCIA DE LUMINARIA* | TIPO DE BALASTRO ** | POTENCIA REAL* | POTENCIA TOTAL* |
|--------------------|---------|-------------------------|----------------|----------------------|------------------------|---------------------|----------------|-----------------|
| PLANTA BAJA | | | | | | | | |
| 2X39 W | 150 lux | 162 | 2 | 39 | 78 | MAGNETICO | 93,60 | 15163,20 |
| PLANTA ALTA | | | | | | | | |
| 2X39 W | 150 lux | 98 | 2 | 39 | 78 | MAGNETICO | 93,60 | 9172,80 |
| | | | | | | | | 24336,00 |

Notas:

* Watts

** Cuando utilizamos un balastro magnético debemos agregar un 20% de energía para obtener la potencia real de utilización.

** Cuando utilizamos un balastro magnetico de alto factor de potencia debemos agregar un 10% de energía para obtener la potencia real de utilización.

| TIPO | NIVEL | CANTIDAD DE LUMINARIAS* | # DE LAM./LUM. | POTENCIA DE LAMPARA* | POTENCIA DE LUMINARIA* | TIPO DE BALASTRO ** | POTENCIA REAL* | POTENCIA TOTAL* |
|--------------------|-----------|-------------------------|----------------|----------------------|------------------------|---------------------|----------------|------------------------------|
| PLANTA BAJA | | | | | | | | |
| 1 X54 W | 300 LUXES | 71 | 1 | 45 | 45 | ELECTRONICO | 49,50 | 3514,50 |
| PLANTA ALTA | | | | | | | | |
| 1 X 54W | 300 LUXES | 64 | 1 | 45 | 45 | ELECTRONICO | 49,50 | 3168,00 |
| | | | | | | | | POTENCIA TOTAL IDEAL* |
| | | | | | | | | 6682,50 |

La potencia que tendrá es de 6.692 KW, a comparación de los 24.336 KW que consumen en actualmente además con lo propuesto se reduce el número de equipos, una ventaja de las luminarias de Led es la vida del led ya que tiene una vida promedio de 50, 000 Horas lo que produce que el mantenimiento de los equipos se realice en un largo periodo.

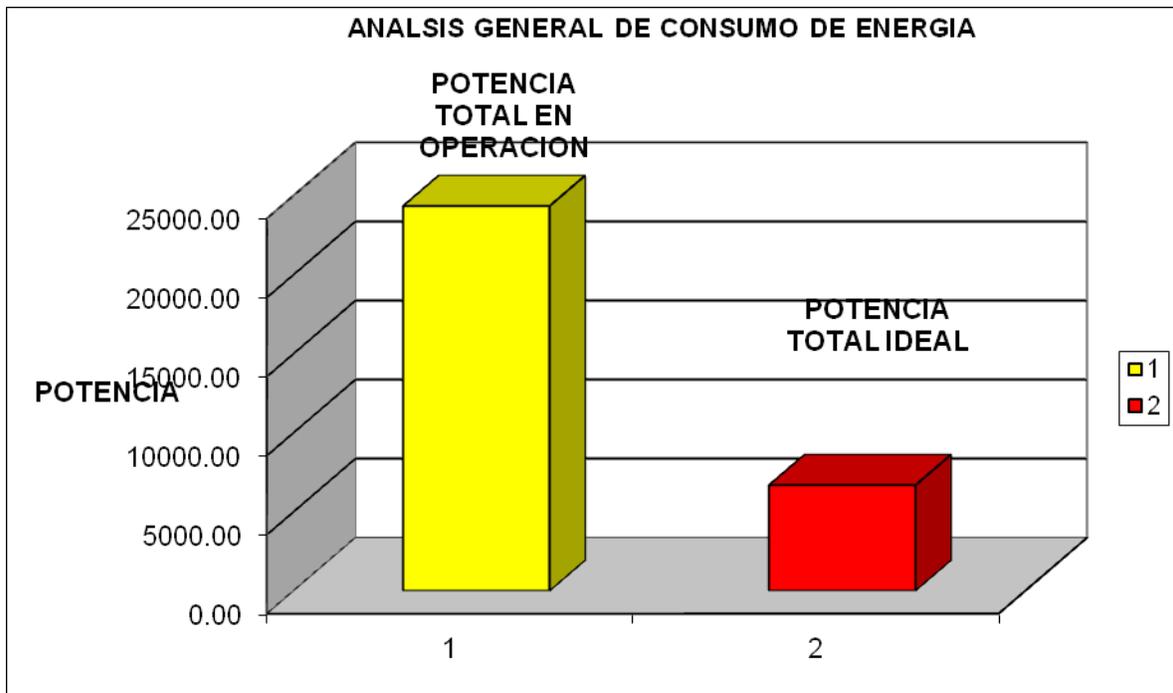


Tabla No.2: ANALISIS GENERAL LÁMPARAS PROPUESTAS VS INSTALADAS

PROYECTO MEJORAMIENTO DE LA ILUMINACION SMURFIT KAPPA
Lámparas del luminario instalado 2X39W VS Lámparas luminario LED

| ANALISIS I | INSTALADA | PROPUESTA |
|--------------------------------|-------------------------|-----------|
| | Potencia de la lámpara* | 39 |
| Bulbo | FLUORESCENTE | LED |
| CRI** | 79 | 85 |
| Vida promedio (horas) | 9000 | 50000 |
| Flujo luminoso (Lumens Medios) | 2200 | 3300 |
| # de lámparas / luminaria | 2 | 1 |
| Consumo real de la luminaria * | 93,6 | 49,5 |
| Temperatura (°k) | 4100 | 4500 |
| # de luminarias | 260 | 135 |
| Consumo total * | 24336 | 6682,5 |
| Consumo total instalado (KW) | 24,34 | 6,68 |
| Ahorro de energia (KW) | | 17,65 |

La larga vida de los led's y el no calentamiento de el mismo nos ayuda a ahorrar mayor energía, su gran eficiencia energética nos brinda un 72% de ahorro contra lámparas fluorescentes y un 20% contra lámparas T5 que ya son lámparas que nos proporcionan un ahorro energético en comparación a tecnologías pasadas, la luminaria RT5DLED representa la primera generación de luminarias en LED de alto desempeño.

Tabla No.3: TABLA COMPARATIVA DE AHORRO DE ENERGÍA TOTAL.

| PROYECTO SMURFIT KAPPA (TABLA GENERAL DE POTENCIA EN OPERACION). | INSTALADA | IDEAL |
|--|------------------|-------------------|
| HORAS DE USO DIARIAS | | |
| HORAS DE USO DE ENERGIA BASE | 6,00 | 6,00 |
| HORAS DE USO DE ENERGIA INTERMEDIA | 14,00 | 14,00 |
| HORAS DE USO DE ENERGIA PUNTA | 4,00 | 4,00 |
| HORAS DE USO DIARIAS | 24,00 | 24,00 |
| COSTO ENERGETICO | INSTALADA | IDEAL |
| TARIFA HM | | |
| Costo por KWH BASE (Pesos) | \$ 0,91 | \$ 0,91 |
| Costo por KWH INTERMEDIA (Pesos) | \$ 1,09 | \$ 1,09 |
| Costo por KWH PUNTA (Pesos) | \$ 1,89 | \$ 1,89 |
| POTENCIA DE USO | INSTALADA | IDEAL |
| DEMANDA MAXIMA MEDIDA (KW) (Tabla No.1: ANALISIS GENERAL DE CONSUMO DE ENERGÍA TOTAL). | 24,34 | 6,68 |
| POTENCIA DE USO | INSTALADA | IDEAL |
| Costo por los KWH BASE utilizados (Pesos) | \$ 133,20 | \$ 36,57 |
| Costo por los KWH INTERMEDIA utilizados (Pesos) | \$ 371,81 | \$ 102,10 |
| Costo por los KWH PUNTA utilizados (Pesos) | \$ 183,90 | \$ 50,50 |
| CONSUMO DE ENERGIA | INSTALADA | IDEAL |
| DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA DIARIA (Pesos) | \$ 688,91 | \$ 189,17 |
| DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA MENSUAL (Pesos) | \$ 20.667,25 | \$ 5.675,09 |
| DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA ANUAL (Pesos) | \$ 248.007,01 | \$ 68.101,04 |
| AHORRO DE ENERGÍA EN PESOS (ANUAL). | \$ | 179.905,97 |

Notas:

Los costos de consumo de energía fueron proporcionados por el usuario.

Los resultados obtenidos pueden tener variaciones por las horas de uso establecidas por sus servicio, así como por costos por la Demanda Máxima Medida y el costo por energía consumida.

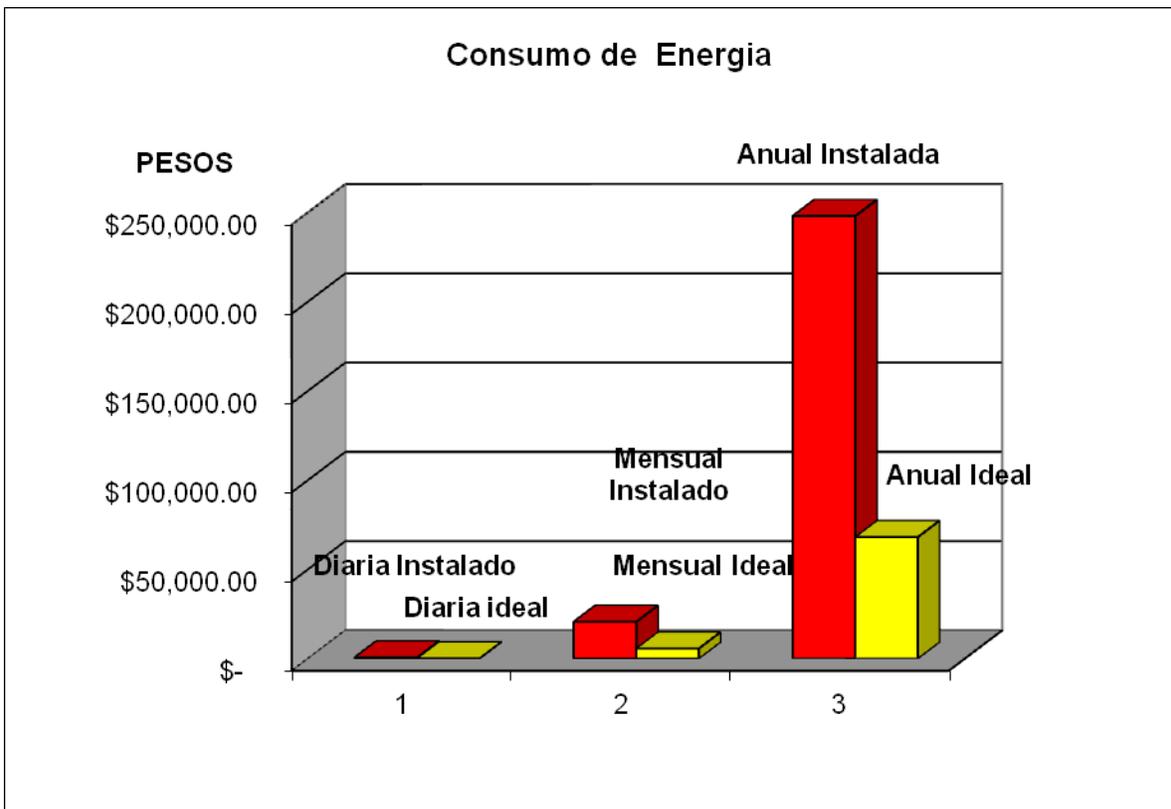
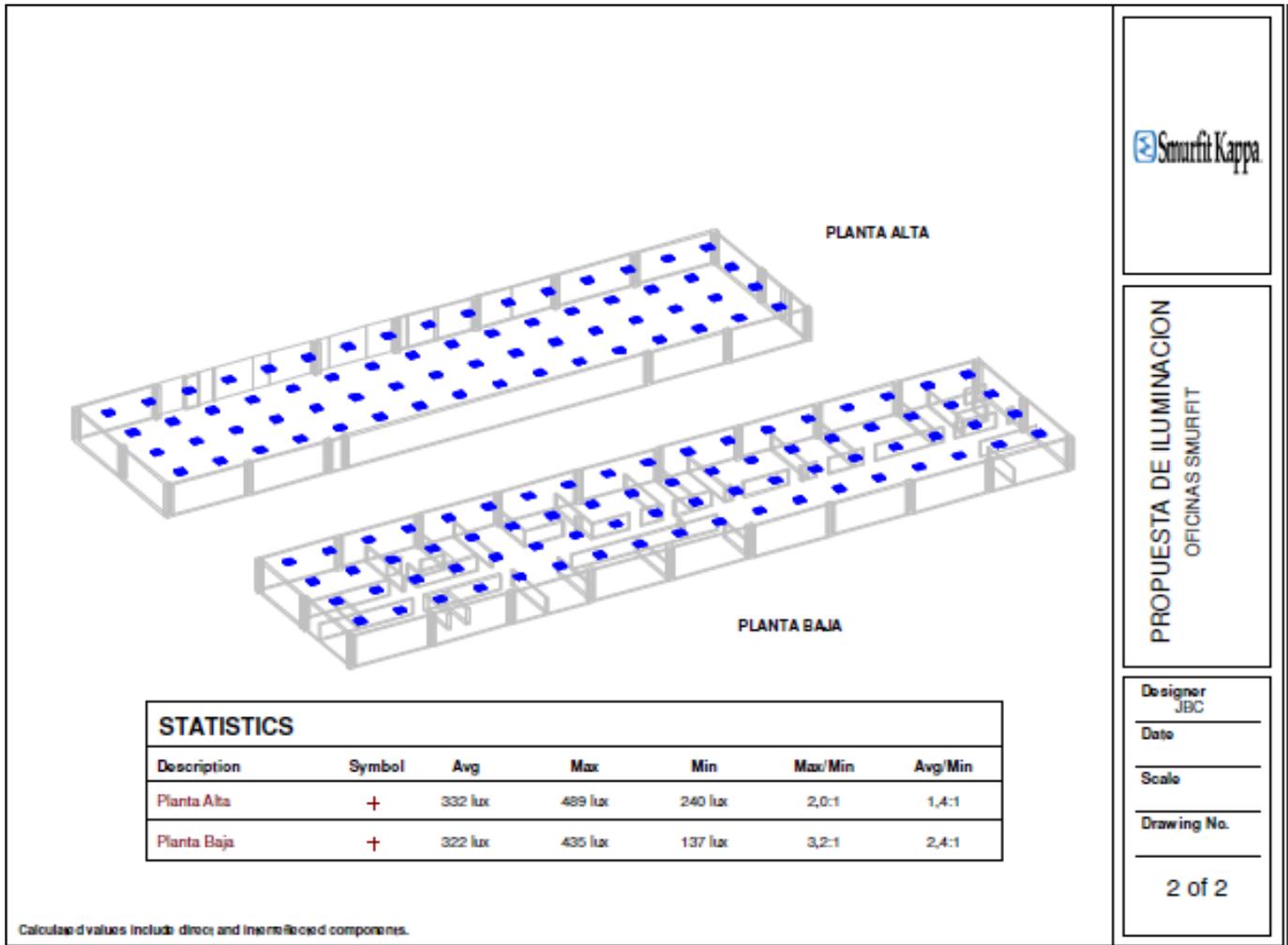


Tabla No.4: COSTO BENEFICIO

| | |
|--|---------------|
| Costo total de los luminarios | \$ 473.850,00 |
| Más el 10%del total por el factor de imprevistos* | \$ 47.385,00 |
| | \$ 521.235,00 |
| Menos el presupuesto del mantenimiento de las lámparas propuestas** | \$ 23.692,50 |
| Costo total de lo propuesto para efecto de ahorro de energía | \$ 497.542,50 |
| Costo total de la energía consumida en kilowatts-hora de lo existente al año | \$ 248.007,01 |
| Costo total de la energía consumida en kilowatts-hora de lo propuesto al año | \$ 68.101,04 |
| Ahorro total al año | \$ 179.905,97 |
| Tiempo de amortización de lo propuesto en años | 2,77 |

El proyecto se amortizara en 2 años 7 meses, el tiempo siguiente será ganancia, se cambiara el sistema T12 2X39, por lo tanto se debe tomar el 10% o menos del desembolso inicial por el factor de imprevistos. Las lámparas propuestas tiene 50, 000 horas de vida a diferencia de las 9,000 horas de vida de las lámparas existentes, entonces el mantenimiento y la mano de obra en el cambio de lámparas propuestas será en un tiempo mayor.



Los niveles de iluminación cumplen con los recomendados por la norma oficial mexicana de condiciones de iluminación en los centros de trabajo 300 luxes ideal en áreas oficinas.

DISCUSION

De acuerdo a los resultados obtenidos en los cálculos energéticos observamos que en la industria mucho de la energía consumida es por iluminación, en la primera parte se propuso cambiar la tecnología existente T12 ya que es una tecnología bastante obsoleta,

proponiendo una tecnología de Pulse start lámparas de descarga de 320 W, de acuerdo a nuestros cálculos observamos que obtenemos un ahorro de energía además que disminuimos el número de equipo existentes en planta de 565 a solo 198 equipos, la ventaja de utilizar este tipo de equipo es que una luminaria de holophane tipo campana Super Glass o bien llamado super cristal, tiene una duración de 20 años la luminaria además el factor de depreciación por suciedad de los luminarias es de .95 para zonas limpias y .88 para lugares sucios, además otra ventaja de los reflectores es que son un 28% más eficaces que otros reflectores.



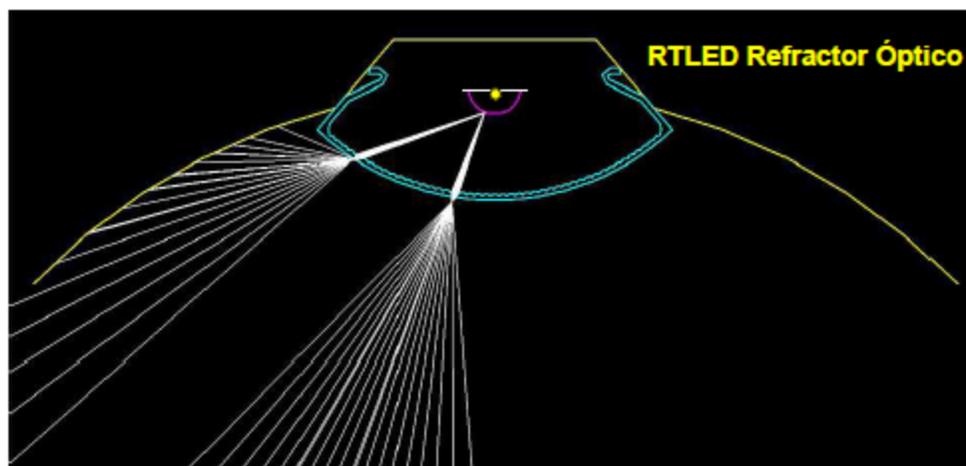
El diseño de los reflectores Holophane disminuye dramáticamente este efecto en comparación con reflectores de aluminio acrílico. El Vidrio es un material inerte a las cargas electrostáticas de modo que no se le pegan ningún tipo de partículas, además para campanas abiertas las corrientes de aire por convección minimizan la acumulación de suciedad en el vidrio, además de mantenerlo limpio este recupera su eficiencia.

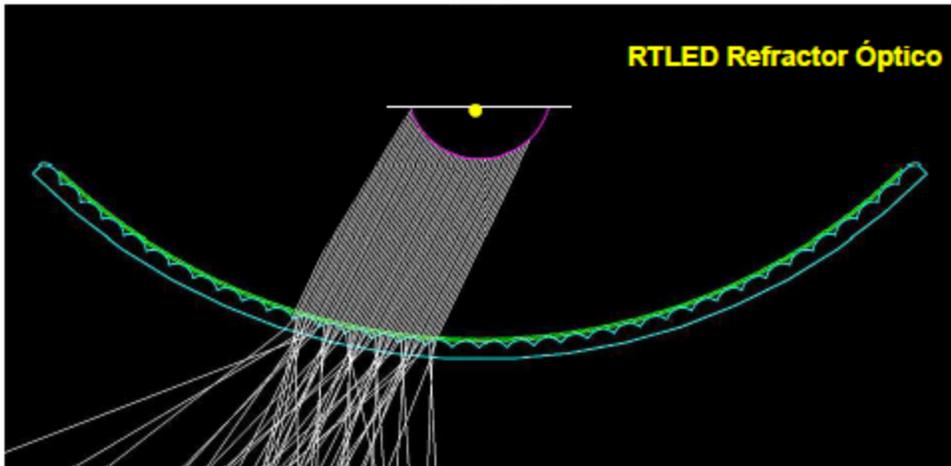


En base a todo esto utilizamos luminarias de cristal para mejorar la iluminación en la planta, se consideró una luminaria cerrada por el bajo mantenimiento y la resistencia a impacto, porque no utilizar una luminaria con tubos fluorescentes de seis tubos para alto montaje, considerando que estos tubos sean T5 de alta eficacia en 54 W con lo que tendríamos 324W, esto se descartó por que este tipo de luminarios tiene un tiempo de vida de 5 años a comparación de la larga durabilidad de 20 años de los luminarios utilizados, en cuanto a las lámparas, los tubos fluorescentes tiene tiempo de vida de 20,000 horas en comparación a las de Pulso con vida de 30,000 horas, además escogimos esta tecnología en Pulso por el fácil mantenimiento en dado caso que una lámpara llegara a dañarse solo tendríamos que cambiar una lámpara, en comparación a las fluorescentes que tendríamos reemplazar mayor número de lámparas, otro de los inconvenientes es el tipo de montaje ya que se necesitarían un mayor número de tensores para colgarla, la inadecuada instalación provocaría que esta se pandeen reduciendo su tiempo de vida, y no solo eso también afectaría a la óptica por la inadecuada instalación.

En cuanto la fidelidad del color en muchas de las zonas industriales no es esencial distinguir los colores con gran exactitud y el aspecto de las personas es menos importante que las zonas comerciales. En tales instalaciones como esta es recomendable utilizar lámparas de Pulso o aditivos metálicos, ya que nos proporcionan un alumbrado muy barato, y pueden emplearse frecuentemente.

En cuanto a las oficinas se detectaron algunos puntos en donde las lámparas presentaban parpadeos de luz, además que la tecnología existente también es bastante obsoleta lo que se propone es utilizar tecnología led, la luminarias propuestas de led tiene un refractor que permite a la luz pasar de manera eficiente hacia el plano de trabajo, y el refractor difuso permite crear un efecto volumétrico, así de esta manera la luz emitida por el led no es puntual si no que se distribuye de una manera adecuada por la zona de trabajo.





El sistema óptico de varias etapas que consiste de una película difusora, capa de aire y prismas que garantiza la eficiencia y el control de la luz.

El control nos permite brindar un flujo luminoso constante, optimizando el ahorro de energía además otra de las ventajas es que podemos utilizar otros sistemas de control como lo son sensores y fotoceldas.

Una de las grandes ventajas de los led es el tiempo de vida ya que tiene una vida de 50,000 horas lo cual es 5 veces más que las fluorescentes existentes lo cual nos dice que el mantenimiento será más prolongado, además los led's no se calienten se mantiene en un temperatura constante.

Al realizar los cálculos observamos un gran ahorro energético logrando reducir costos en el consumo de energía, además de mejorar los niveles existentes en oficinas.

CONCLUSION

En el sector industrial altamente competitivo, la iluminación puede significar un factor importante en la mejora de los procesos productivo. Una buena iluminación industrial debe proporcionar seguridad, lo que reduce los accidentes de trabajo. El mejorar la iluminación en la industria significa aumentar la seguridad y estimular la productividad.

La elección correcta de los sistemas de iluminación, de acuerdo con las actividades y los lugares donde estas serán ejecutadas, podemos proporcionar un sensible aumento de

calidad en el proceso productivo y aun aumento del bienestar de los empleados además de ahorrar energía.

Para el caso de las oficinas, una buena iluminación mejora el desempeño en las mismas y para ello, debe ser proyectada de un modo que cree el ambiente deseado, lo que establece la imagen de la empresa a través de la ambientación de sus oficinas, de manera que represente eficiencia y ahorro.

Por lo tanto si se realiza una adecuada elección de los luminarios y distribución de estos además apoyados en las nuevas tecnologías lograremos un ahorro energético y estimularemos la productividad de los empleados.

BIBLIOGRAFIA

[1] González M Guillermo. 2001 *El ahorro de energía en sistemas de iluminación en interiores*. En Instituto de Investigaciones Eléctrica. Boletín Marzo Abril 2001.

[2] *Gestión 2000*. *La revolución limpia: invertir en tecnología y crecer en el futuro inmediato*. Editorial Gestión 2000, 2008.

[3] Patricia Camporeale y Gautam Dutt. 2006 *Manual de Iluminación Eficiente*. Editorial Universitaria de la U.T.N. Ciudad Autónoma de Buenos Aires – Argentina.

[4] Chapa Carreón. *Manual de instalaciones de alumbrado y fotometría* Editorial Limusa.

[5] Principios de iluminación y niveles de iluminación en México Editorial Holophane.

[6] Manual de iluminación Westinghouse

[7] I.E.S Lighting Handbook 9 Edición

[8] Manual de Luminotecnia Osram, Ramón San Marín Paramo, Editorial general de ediciones especiales.

[9] Norma oficial Mexicana NOM.-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo

[10] Norma oficial Mexicana NOM-028-ENER-2010, Eficiencia energética de lámparas para uso general. Límites y Métodos

[11] Holophane 3 edición S.A Catalogo Comercial

[12] Acuity Brands 10 edición Catalogo Comercial

[13] Philips Lighting Catalogo General de Lámparas

[14] Lista de Precios Lithonia Light

[15] Lista de Precios Holophane

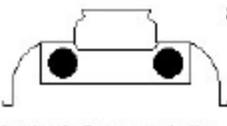
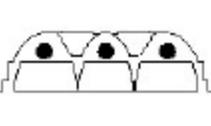
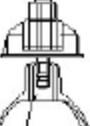
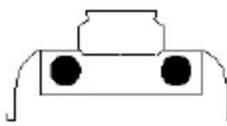
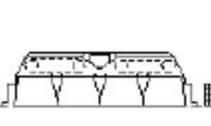
PAGINAS DE INTERNET

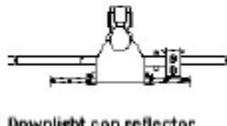
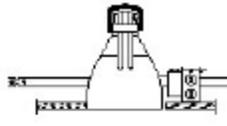
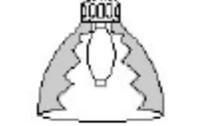
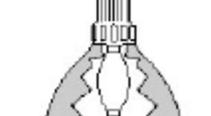
1. <http://www.hophane.com.mx>
2. <http://www.lithonia.com>
3. <http://www.AcuityBrands.com>
4. <http://www.venturelighting.com>
5. <http://www.cfe.gob.mx/negocio/conocetarifa/Paginas/Tarifas.aspx>

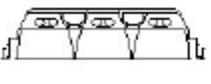
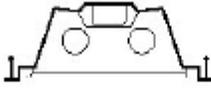
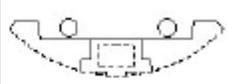
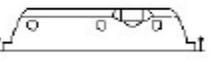
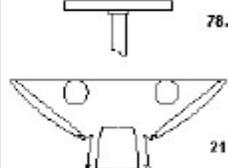
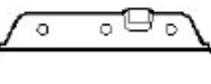
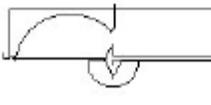
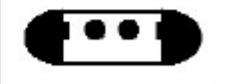
APENDICE

| DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES DE SUCIEDAD EN LOS LUMINARIOS | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|
| | MUY LIMPIO | LIMPIO | MEDIO | SUCIO | MUY SUCIO |
| SUCIEDAD GENERADA | NINGUNA | MUY POCO | NOTORIA PERO NO PESADA | NOTORIA PERO NO PESADA | ACUMULACIÓN CONSTANTE |
| SUCIEDAD AMBIENTE | NINGUNA O NO SE LE PERMITE ENTRAR | ALGUNA (CASI NO ENTRA NADA) | ALGO ALCANZA A ENTRAR EN EL ÁREA | GRANDES CANTIDADES | EXISTE DE TODO |
| REMOCIÓN O FILTRACIÓN | EXCELENTE | MEJOR QUE EL PROMEDIO | MÁS BAJO QUE EL PROMEDIO | SOLO VENTILADORES SI ES QUE HAY | NINGUNA |
| ADHESIÓN | NINGUNA | LIGERA | SUFICIENTE PARA QUE SEA VISIBLE DESPUÉS DE ALGUNOS MESES | ALTA, PROBABLEMENTE CAUSADA POR ACEITES, HUMEDAD O ESTÁTICA | ALTA |
| EJEMPLOS | OFICINAS DE ALTA CATEGORÍA ALEJADAS DE LAS ZONAS DE PRODUCCIÓN, LABORATORIOS QUIRÓFANOS, SALAS DE COMPUTO | OFICINAS EN EDIFICIOS VIEJOS O CERCAS DE LAS ZONAS DE PRODUCCIÓN, ENSAMBLE SENCILLO, INSPECCIÓN, SALAS GENERALES. | OFICINAS DE MAQUINADO Y MOLINOS PROCESAMIENTO DE PAPEL Y MAQUINADO LIGERO | TRATAMIENTO TÉCNICO, IMPRESIÓN A ALTA VELOCIDAD PROCEDIMIENTO DE HULES, FUNDICIÓN, TUNELES DE MINAS | SIMILAR A SUCIO PERO LOS LUMINARIOS SE ENCUENTRAN INMEDIATAMENTE AL LADO DE LA FUENTE DE CONTAMINACIÓN. |

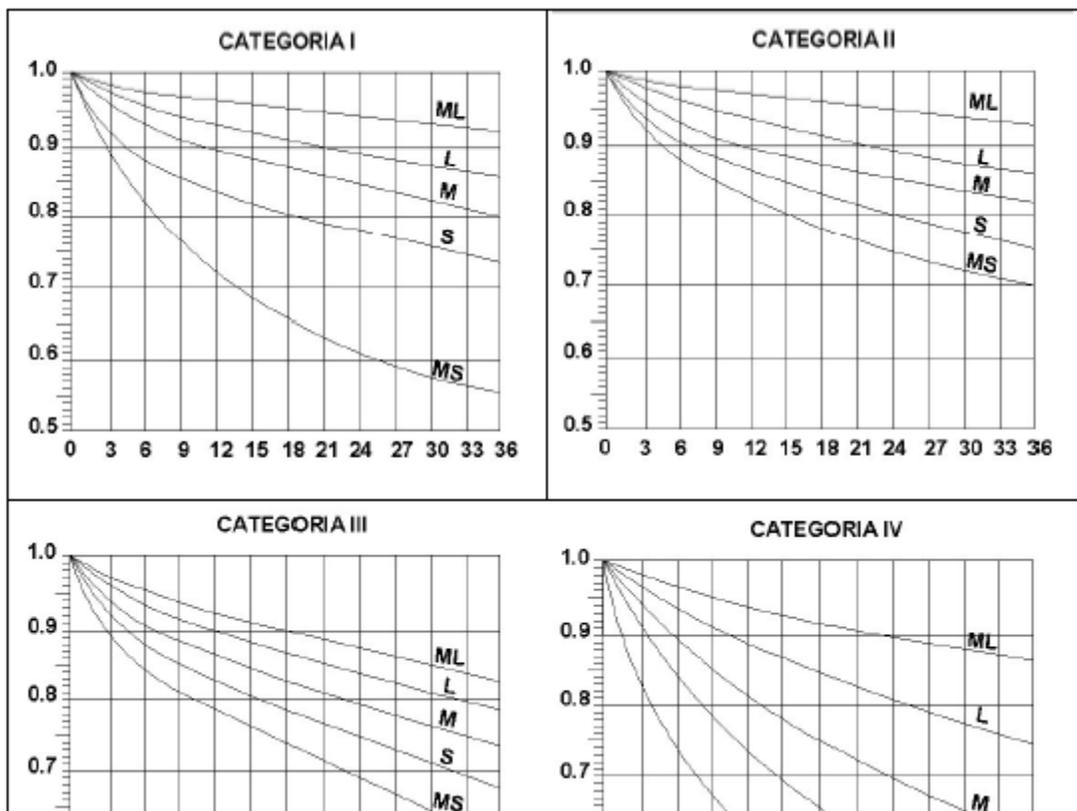
| CATEGORÍAS DE MANTENIMIENTO | ENVOLVENTE SUPERIOR | ENVOLVENTE INFERIOR |
|-----------------------------|---|---|
| I | 1) NINGUNO | 1) NINGUNO |
| II | 1) NINGUNO 2) TRANSPARENTE CON 15% O MÁS DE COMPONENTE DE LUZ HACIA ARRIBA A TRAVÉS DE AVERTURAS 3) TRASLUCIDO CON 15% O MÁS DE COMPONENTE DE LUZ HACIA ARRIBA A TRAVÉS DE AVERTURAS 4) OPACO CON UN 15% MÁS DE COMPONENTE DE LUZ HACIA ARRIBA A TRAVÉS DE COBERTURAS. | 1) NINGUNO 2) LOUVERS O BAFLES (REJOLLAS O DEFLECTORES) |
| III | 1) TRANSPARENTE CON 15% O MÁS DE COMPONENTE DE LUZ HACIA ARRIBA A TRAVÉS DE AVERTURAS 2) TRASLUCIDO CON 15% O MÁS DE COMPONENTE DE LUZ HACIA ARRIBA A TRAVÉS DE AVERTURAS 3) OPACO CON UN 15% MÁS DE COMPONENTE DE LUZ HACIA ARRIBA A TRAVÉS DE COBERTURAS. | 1) NINGUNO 2) LOUVERS O BAFLES (REJOLLAS O DEFLECTORES) |
| IV | 1) TRANSPARENTE SIN AVERTURAS 2) TRASLUCIDO SIN AVERTURAS 3) OPACO SIN AVERTURAS. | 1) NINGUNO 2) LOUVERS (REJOLLAS) |
| V | 1) TRANSPARENTE SIN AVERTURAS 2) TRASLUCIDO SIN AVERTURAS 3) OPACO SIN AVERTURAS. | 1) TRANSPARENTE SIN AVERTURAS 2) TRASLUCIDO SIN AVERTURAS |
| VI | 1) NINGUNO 2) TRANSPARENTE SIN AVERTURAS 3) TRASLUCIDO SIN AVERTURAS 4) OPACO SIN AVERTURAS. | 1) TRANSPARENTE SIN AVERTURAS 2) TRASLUCIDO SIN AVERTURAS 3) OPACO SIN AVERTURAS. |

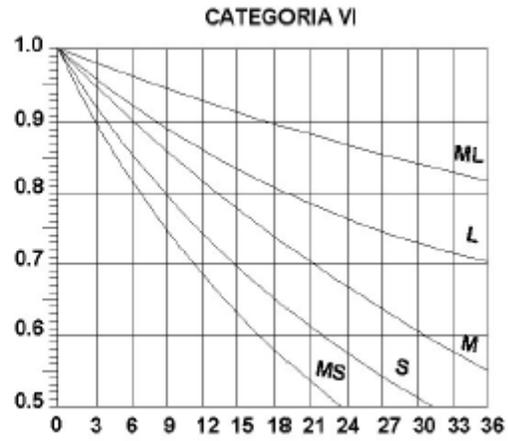
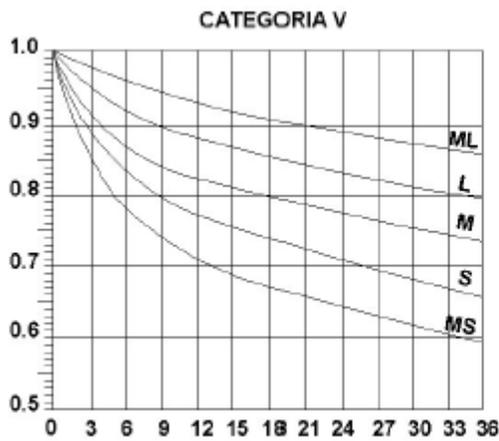
| Luminario Típico | Curva de distribución y % de lúmenes | Luminario Típico | Curva de distribución y % de lúmenes | Luminario Típico | Curva de distribución y % de lúmenes |
|--|--------------------------------------|--|--------------------------------------|--|--------------------------------------|
|  | 22.1% 77.9% |  | 21.8% 78.2% |  | 0% 100% |
| Unidad tipo industrial con reflector prismático ventilado (Efecto chimenea curva media) | | luminario fluorescente tipo industrial con 20% de contribución de luz hacia arriba pintado en color blanco. | | Louwer de 0,6 x 0,6 m y louvers semiespeculares de 3", 9 celdas, para tres lámparas fluorescentes | |
|  | 16.3% 83.7% |  | 0% 100% |  | 0% 100% |
| Unidad tipo industrial con reflector prismático ventilado (Efecto chimenea curva abierta) | | Luminario fluorescente tipo industrial con distribución de luz hacia abajo, pintado en color blanco. | | Gabinete parabólico de 0,6 x 0,6 m, para 2 lámparas fluorescentes tipo (U) con louver semiespecular de 3", 16 celdas. | |
|  | 97.8% 2.2% |  | 13.6% 86.4% |  | 0% 100% |
| Unidad tipo industrial cerrada con refractor prismático, curva media) | | Canal para 2 lámparas fluorescentes | | Gabinete parabólico de 1,22 x 0,3 semi especular de 3", de 8 o 9 celdas | |

| Luminario Típico | Curva de distribución y % de lúmenes | Luminario Típico | Curva de distribución y % de lúmenes | Luminario Típico | Curva de distribución y % de lúmenes |
|---|--------------------------------------|--|--------------------------------------|---|--------------------------------------|
|  | 55.9% 44.1% |  | 0% 100% |  | 23.8% 76.2% |
| Esfera Difusa con Montaje Colgante | | Downlight con reflector anodizado para una lámpara | | Luminario circular para lámpara fluorescente compacta | |
|  | 4% 96% |  | 0% 100% |  | 1.6% 85.9% |
| Reflector esmaltado tipo RLM | | Downlight con apertura del reflector de 8" para lámpara fluorescente compacta de 32W) | | Unidad tipo industrial con reflector prismático de cristal y cubierta de aluminio (efecto chimenea, curva concentrada) | |
|  | 0% |  | 0% |  | 4.8% |

| Luminario Típico | Curva de distribución y % de lúmenes | Luminario Típico | Curva de distribución y % de lúmenes | Luminario Típico | Curva de distribución y % de lúmenes |
|--|--------------------------------------|--|--------------------------------------|---|--------------------------------------|
|  | 0% 100% |  | 0% 100% |  | 94.6% 5.4% |
| Gabinete de 0.6x0.6 m de 12 celdas con louveres especulares para tres lámparas fluorescentes | | Luminario de 0.3x1.22m para dos lámparas fluorescentes patrón A12 y acrílico | | Luminario de luz indirecta con metal en la parte baja | |
|  | 0% 100% |  | 8.6% 91.4% |  | 78.4% 21.6% |
| Gabinete de 0.6x0.6m de 12 celdas para tres lámparas fluorescentes | | Luminario fluorescente de sobrepone de 0.3x1.22m para dos lámparas fluorescentes con acrílico envolvente | | Luminario de luz semi-indirecta en forma de V, con baffles parabólicos | |
|  | 0% 100% |  | 0.5% 99.2% |  | 71.3% 28.7% |
| Gabinete de 0.6x1.22m para tres lámparas fluorescentes y controlador A19 | | Luminario de 0.6x0.6 de luz directa indirecta | | Luminario de luz semi-indirecta con baffles parabólicos y componente de 70% de luz hacia arriba | |

DEPRECIACIÓN POR SUCIEDAD ACUMULADA EN EL LUMINARIO (LDD)





| % DE DEPRECIACION POR SUCIEDAD ESPERADA | TIPO DE DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|-----|-----|-----|--------------|-----|-----|-----|-------------------|-----|-----|-----|----------------|-----|-----|-----|-----------|-----|-----|-----|
| | DIRECTO | | | | SEMI-DIRECTO | | | | DIRECTO-INDIRECTO | | | | SEMI-INDIRECTO | | | | INDIRECTO | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 10 | 20 | 30 | 40 | 10 | 20 | 30 | 40 | 10 | 20 | 30 | 40 | 10 | 20 | 30 | 40 |
| RELACION DE CAVIDAD DE CUARTO (RCR) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | .98 | .96 | .94 | .92 | .97 | .92 | .89 | .84 | .94 | .87 | .80 | .76 | .94 | .87 | .80 | .73 | .90 | .80 | .70 | .60 |
| 2 | .98 | .96 | .94 | .92 | .96 | .92 | .88 | .83 | .94 | .87 | .80 | .75 | .94 | .87 | .79 | .72 | .90 | .80 | .69 | .59 |
| 3 | .98 | .95 | .93 | .90 | .96 | .91 | .87 | .82 | .94 | .86 | .79 | .74 | .94 | .86 | .78 | .71 | .90 | .79 | .68 | .58 |
| 4 | .97 | .95 | .92 | .90 | .95 | .90 | .85 | .80 | .94 | .86 | .79 | .73 | .94 | .86 | .78 | .70 | .89 | .78 | .67 | .56 |
| 5 | .97 | .94 | .91 | .89 | .94 | .90 | .84 | .79 | .93 | .86 | .78 | .72 | .93 | .86 | .77 | .69 | .89 | .78 | .66 | .55 |
| 6 | .97 | .94 | .91 | .88 | .94 | .89 | .83 | .78 | .93 | .85 | .78 | .71 | .93 | .85 | .76 | .68 | .89 | .77 | .66 | .54 |
| 7 | .97 | .94 | .90 | .87 | .93 | .88 | .82 | .77 | .93 | .84 | .77 | .70 | .93 | .84 | .76 | .68 | .89 | .76 | .65 | .53 |
| 8 | .96 | .93 | .89 | .86 | .93 | .87 | .81 | .75 | .93 | .84 | .76 | .69 | .93 | .84 | .76 | .68 | .88 | .76 | .64 | .52 |
| 9 | .96 | .92 | .88 | .85 | .93 | .87 | .80 | .74 | .93 | .84 | .76 | .68 | .93 | .84 | .75 | .67 | .88 | .75 | .63 | .51 |
| 10 | .96 | .92 | .87 | .83 | .93 | .86 | .79 | .72 | .93 | .84 | .75 | .67 | .92 | .83 | .75 | .67 | .88 | .75 | .62 | .50 |



FEATURES & SPECIFICATIONS

INTENDED USE

The RTLED combines digital LED lighting and controls technologies with patented high-performance optical design to offer the most advanced luminaire for general ambient lighting applications. High-efficacy light engine delivers long life and excellent color, ensuring a superior quality lighting installation that is highly efficient and sustainable.

CONSTRUCTION

Rugged, one-piece cold-rolled steel reflector assembly with embossed facets. Coated polyester powder-paint after fabrication.

Rigid structure with ballast box and end plates. End plates include integral T-bar clips.

Impact-modified acrylic prismatic refractor with polymer light-diffusing film.

Luminaires may be mounted end-to-end and continuously wired.

OPTICS

Volumetric illumination is delivered by creating an optimal mix of light to walls, partitions, vertical and horizontal work surfaces — rendering the interior space, objects and occupants in a more balanced, complementary luminous environment.

Light distribution is carefully controlled at high angles, providing just enough luminous flux to create the volumetric effect.

Linear faceted reflector cavity softens and distributes light into the space while minimizing luminous contrast between the fixture and ceiling.

Recessed two-piece reflector system obscures and integrates individual LED images and uniformly washes the reflector cavity with light.

Stopped end plates provide a smooth, luminous transition between fixture and ceiling while enhancing the perception of fixture depth.

ELECTRICAL

Long-life LEDs, coupled with high-efficiency drivers, provide superior quantity and quality of illumination for extended service life. RTLED is rated to deliver L80 performance for 50,000 hours.

Standard nLight™ embedded controls continuously monitor system performance, allow for constant lumen management / compensation function, facilitate simple “plug-and-play” network and controls upgrading via Cat-5 cable.

LED AccuDrive™ driver delivers full-range dimming from 0-10V control signal.

Ballast disconnect provided where required to comply with US and Canadian codes.

INSTALLATION

Drivers and internal components accessed via plenum. Driver tray may be removed from fixture during service.

Maintenance: LED boards include plug-in connectors for easy replacement or servicing.

| |
|----------------|
| Catalog Number |
| Notes |
| Type |



Volumetric Lighting

2RTLED



2' X 2'
LED

Specifications

Length: 24 (61.0)

Width: 24 (61.0)

Depth: 3-1/8 (7.9)

All dimensions are inches (centimeters).

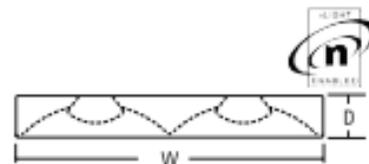
LISTING

CSA Certified to meet U.S. and Canadian standards.

Protected by one or more of US Patent Nos. 7,229,192; D541,467; D541,468; D544,633; D544,634; D544,992; D544,933 and additional patents pending.

WARRANTY

Five-year warranty coverage of luminaires includes fixture construction, LED light engine, driver and nLight control device. Terms and conditions apply.



ORDERING INFORMATION For shortest lead times, configure products using **bolded options**.

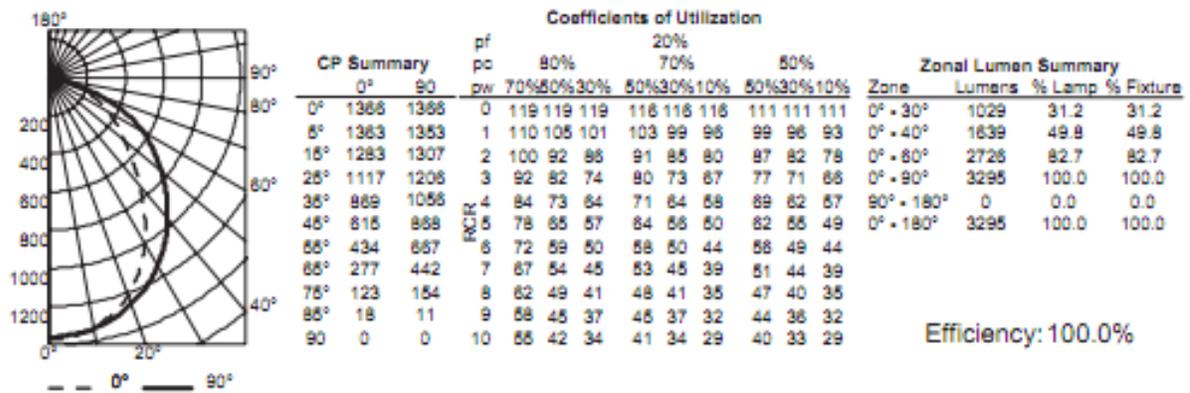
Example: 2RTLED 3300L D45 LP835 N80

| 2RTLED | | 3300L | | D45 | LP835 | |
|-------------------------|---|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|--|
| Series | Air function | Lumens | Voltage | Driver | Lamp | Control |
| 2RTLED Recessed 2X2 LED | (blank) No air CAS Center air slots (air removal) | 3300L¹ | (blank) MVOLT (120-277V) | D45 45W ² | LP835 82 CRI, 3500 Kelvin | NDK Less dimming or nLight N80 nLight with 80% (L80) lumen management N80EMG nLight with 80% (L80) lumen management for use with generator supply EM power N100 nLight without lumen management N100EMG nLight without lumen management for use with generator supply EM power |

2RTLTD Volumetric Recessed Lighting 2'x2'

PHOTOMETRICS

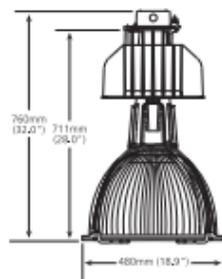
2RTLTD 3300L LP835 N100, 3,295 delivered lumens, test no. LTL18490, tested in accordance to IESNA LM-79.



DIMENSIONAL DETAILS



EP
(E671/E631 optic)
Maximum Weight: 32.06 kg (70.7 lbs.)



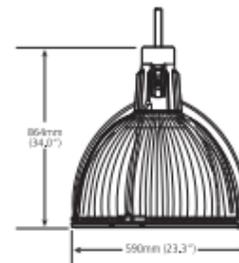
EP
(E672 optic)
Maximum Weight: 81 kg (36.7 lbs.)



EGH
(E671/E631 optic)
Maximum Weight: 12.11 kg (26.7 lbs.)



EGH
(E672 optic)
Maximum Weight: 17.23 kg (38 lbs.)



NEP/NEH – Prismalume® Cerrado

Aplicaciones:

Tiendas, farmacias, gimnasios, plantas de ensamble.



Características

Cápsula: Función de aluminio de alta resistencia, fabricada con un tratamiento superficial previo y un acabado en pintura poliéster en polvo aplicada electrostáticamente y hornada para una mayor resistencia a la corrosión.

Balastro: Auto-regulado de alto factor de potencia (superior a 90%), con embobinados de cobre 100% probados para dar la emisión luminosa completa de la lámpara con menor consumo de energía.

Óptica: Conjunto óptico de cristal borosilicato prismático Endural® resistente al choque térmico. Opción de cinco medidas de reflectores disponibles que cumplen eficientemente con los requerimientos de diseño para distribución de luz. Excelente balanceo entre iluminación horizontal y vertical. Control de la luz emitida hacia arriba para un mejor confort visual. El lente de vidrio termo-templado en la parte inferior, evita que se acumule polvo del medio ambiente en el interior del cristal, para minimizar la depreciación de lúmenes y ofrecer mayor seguridad en lugares donde ésta se requiere.

Instalación: El reflector se adapta fácilmente a la cápsula del balastro con un sencillo mecanismo de bisagra y broche de acero con baño de zinc. Los broches de acero inoxidable en la compuerta del lente inferior permiten el acceso sin necesidad de herramientas.

Certificaciones: NCM-064-SCFL. Este luminaire es adecuado para emplearse en áreas húmedas a temperaturas ambiente de 40°C.

High Bay

Reflectores de cristal prismático, balastro integral o remoto para lámparas de alta intensidad de descarga, conjunto óptico cerrado

Cómo armar el número de catálogo de Prismalume Cerrado:

Ejemplo: **NEP** **400MH** **62** **M35** **PF-121**
1 **2** **3** **4** **6**

| Paso | Núm. Catálogo | Descripción |
|--------------------------|--|--|
| 1. Luminario | NEP NEH | Prismalume cerrado balastro integrado (Dibujo 1 y 2) Prismalume cerrado balastro remoto (Dibujo 3) |
| 2. Potencia ¹ | 15AHP 250HP 400HP 175AHP 175PM 250MH 250PM 350PM 400WH 400PM 875PM C10HP C10MH | 150W Sodio de alta presión 250W Sodio de alta presión 400W Sodio de alta presión 175W Aditivos metálicos 175W Aditivos metálicos, pulse start 250W Aditivos metálicos 250W Aditivos metálicos, pulse start 350W Aditivos metálicos, pulse start 400W Aditivos metálicos 400W Aditivos metálicos, pulse start 875W Aditivos metálicos, pulse start 1000W Sodio de alta presión 1000W Aditivos metálicos |
| 3. Tensión de Operación | 68 62 24 65 27 60 48 6V 6T | 127V 60Hz 220V 60Hz 240V 60Hz 254V 60Hz 277V 60Hz 440V 60Hz 480V 60Hz 440/480 60Hz ² 127, 220, 254, 277V 60Hz ³ |
| 4. Montaje | P | Montaje colgante para conduit 3" NPT |
| 5. Óptica | Seleccione un número de catálogo de la matriz del ANEXO 1 para obtener espaciamiento y lámpara deseados | |
| 6. Opciones y accesorios | F1 F2 PF-121 EM L | Ensamble con fusible sencillo para unidades a 127, 254, 277V ² Ensamble con doble fusible para unidades a 220, 240, 480V ² Gancho de seguridad macho, DM20NPT (3/4") Sistema de emergencia. Incluye lámpara de tungsteno-halógena. Lámpara incluida |



Notas: 1 Todos los luminarios usan lámparas de base mogul
 2 Consulte disponibilidad según potencia de lámpara
 3 No aplica en NEH
 4 Todas las unidades equipadas con entrada para tubo de 3/4"NPT (montaje colgante)
 5 Color estándar blanco

Pesos máximos
 NEP 175/400W, 16kg
 NEP 1000W, 37kg
 NEH 175/1000W, 17kg

