



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

“ILUMINACION E INSTALACIONES
ELECTRICAS, PROYECTO DE
ILUMINACION DE VICRAL DE
MEXICO S. A DE C .V.

TRABAJO DE SEMINARIO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A :
JESUS LEONEL ARRIAGA TORRES

ASESOR: ING. CASILDO RODRIGUEZ ARCINIEGA



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.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE
MEXICO

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES-CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

ATN. Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario

" Iluminación e Instalaciones Eléctricas "

Proyecto de Iluminación de Vicral de México S.A. de C.V.

que presenta el pasante Jesús Leonel Arriaga Torres
con número de cuenta: 9107505-5 para obtener el título de
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 20 de Septiembre de 2002

MODULO

PROFESOR

FIRMA

II

M en AI Pedro Guzmán Tinajero

III

Ing. Casildo Rodríguez Arciniega

IV

Ing. Ramón Oserio Galicia

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por el infinito amor y firme enseñanza que día a día me da.

IN MEMORIAM DE

JOB ARRIAGA FRIAS †

ADRIANA MORALES TRIANA †

Por el cariño y los lindos recuerdos que dejan en mi corazón.

A MIS PADRES

ROBERTO ARRIAGA

GUADALUPE TORRES

Por el amor inquebrantable, apoyo constante y paciencia invariable, gracias.

A MIS HERMANOS

ROBERTO ARRIAGA TORRES

DIANA ARRIAGA TORRES

Por estar siempre conmigo.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO 1: LA LUZ	
LA LUZ	3
EL OJO HUMANO	5
COMPONENTES ANATÓMICAS DEL OJO.....	6
CORNEA.....	6
PUPILA.....	7
CRISTALINO.....	7
HUMOR VÍTREO.....	8
RETINA.....	8
SENSIBILIDAD RETINARIA.....	9
COLORES Y SISTEMAS DE MEDIDA.....	11
TEMPERATURA DEL COLOR.....	12
COMO MEJORAR LA VISIBILIDAD.....	13
CONTROL DE LA LUZ.....	14
TERMINOLOGÍA DE ILUMINACIÓN.....	18
CAPITULO 2: FUENTES LUMINOSAS ELECTRICAS.	
ILUMINACIÓN ARTIFICIAL.....	20
LÁMPARAS INCANDESCENTES.....	20
LÁMPARAS FLUORESCENTES.....	22
LÁMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO (HQL).....	24
LÁMPARAS DE ADITIVOS METÁLICOS (HQI).....	26
LÁMPARAS DE LUZ MIXTA (HWL).....	26
LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO DE BAJA PRESIÓN.....	27
LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN.....	28
RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DE LÁMPARAS ELECTRICAS.....	28

CAPITULO 3: MÉTODOS DE CÁLCULO DE ILUMINACIÓN.

MÉTODO DE LUMEN	30
ILUMINANCIA	30
FLUJO LUMINOSO.....	32
LUMINARIO.....	32
COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN (C.U.).....	33
FACTOR DE MANTENIMIENTO (F.M.).....	34
MÉTODO PUNTO POR PUNTO.....	39

CAPITULO 4: PROYECTO DE ILUMINACIÓN.

DATOS DEL CLIENTE.....	40
DATOS DEL ÁREA.....	41
PLANOS.....	41
IDENTIFICAR ÁREAS A ILUMINAR Y ACTIVIDADES QUE EN ELLAS SE DESEMPEÑAN	42
DIMENSIONES.....	42
TIPO DE TECHO	43
ACABADOS DEL LOCAL.....	43
UBICACIÓN Y ALTURA DE LA MAQUINARIA INSTALADA EN CADA ÁREA....	43
DATOS A DEFINIR DEL PROYECTO.....	43
NIVEL DE ILUMINACIÓN.....	43
TIPO DE LÁMPARAS.....	44
TIPO DE LUMINARIA	45
FACTOR DE UTILIZACIÓN.....	45
FACTOR DE MANTENIMIENTO.....	45
CALCULO DE NÚMERO DE LÁMPARAS.....	45
CALCULO DE ILUMINACIÓN PUNTO POR PUNTO.....	45
PROYECTO COMPLETO.....	46

CONCLUSIONES.....	53
-------------------	----

BIBLIOGRAFÍA.....	54
-------------------	----

INTRODUCCIÓN

Durante miles de años los hombres estudiaron y observaron acontecimientos en edificios proyectados solo para desempeñar actividades durante el día, pero con la utilización de la iluminación artificial se extendió el uso de las construcciones hasta horas de oscuridad; Todas las fuentes de luz artificiales anteriores al foco eléctrico eran en realidad llamas luminosas por lo que era necesario colocarlas, no donde podían dar los mejores resultados de iluminación, sino donde su humo, calor y goteo causaban la mínima molestia a los habitantes.

Los proyectistas de las primeras instalaciones de iluminación dieron por echo que los soportes en paredes y los candiles colgantes tenían reales méritos de iluminación y esto atrasó la madurez arquitectónica del alumbrado artificial, las técnicas de iluminación se aplicaron con una virtual ignorancia de los requisitos visuales humanos; El resultado fue que los luminarios para la iluminación artificial, eran instalados como simples añadidos a la construcción proyectados según conceptos arquitectónicos clásicos, esta idea cambió cuando se observo que la iluminación era un factor positivo en la funcionalidad y la forma de un edificio mas bien que un elemento secundario o una idea posterior para una construcción, pero fue solo durante las dos últimas décadas que estos conceptos echaron raíces.

Hasta hace algunos años las fuentes de luz no eran tan eficientes como lo son en la actualidad, la mayoría de los diseñadores de sistemas de iluminación recomendaban niveles de luminosidad cada vez mas altos ya que se requerían niveles mayores de iluminación para que los obreros trabajaran en forma mas cómoda y eficiente, esto representaba un gran gasto en equipo y en consumo de energía; Hoy día se encuentran disponibles fuentes de luz muy eficientes y cada vez es mas aceptada la necesidad de ahorrar energía. Desde hace varios años se han dirigido investigaciones tendientes a averiguar como ve el ser humano, que cosas influyen en su capacidad para realizar una tarea determinada y por tanto cuanta luz se requiere realmente, así como otros factores relacionados. Este tipo de investigación todavía continua, y ya ha producido respuestas, particularmente en el rendimiento de los empleados que realizan actividades de oficina.

Estos estudios han influido en todas las áreas de la iluminación por lo que el enfoque fundamental del problema de la iluminación ha cambiado. Lo importante ahora es iluminar adecuadamente un área, no solo producir cierta cantidad de luz. Los expertos en iluminación deben considerar el tamaño del área que se va a iluminar y el tipo de actividad que se desempeña allí. En caso de que se vayan a realizar más de una actividad en el lugar tendrá que ser dividido el espacio en secciones más pequeñas, lo cual facilitará el diseño del sistema de iluminación. Además ningún diseñador debe pasar por alto el costo actual de la energía eléctrica; Los gastos de energía de una planta industrial no se circunscriben a la iluminación, por lo que el diseñador debe recomendar el sistema de alumbrado menos costoso, más eficiente y adecuado para el trabajo que allí se va a realizar.

El presente “Proyecto de Iluminación de Vicral de México S.A. de C.V.”, que es un taller donde se diseñan y construyen cancelas de aluminio, cubiertas, solares y domos, cumplirá con las características antes mencionadas de eficiencia y calidad, esta empresa está dividida en varias áreas como son oficinas, área de trabajo, área de moldeo, almacén, etc., y cada una de estas tiene necesidades específicas de iluminación basándose en las actividades que allí se realizan; En la actualidad la iluminación existente en este taller está constituida por lámparas incandescentes de 100 y 500 watts las cuales no cumplen con los niveles necesarios de iluminación, además de que consumen demasiada energía eléctrica. El objetivo de este proyecto es: “Realizar el proyecto iluminario para Vicral de México S.A. de C.V. utilizando luminarios que reduzcan el consumo de energía eléctrica y suministren niveles de iluminación adecuados para las actividades que allí se realizan según la S.M.I.I.”. Con este propósito mencionaré algunos conceptos de Luz y como la percibe el ojo humano para dar confort al usuario (capítulo 1), daré a conocer los diferentes tipos de fuentes luminosas artificiales que existen en el mercado para poder seleccionar la más indicada (capítulo 2), explicaré los métodos de cálculo de iluminación (capítulo 3), y por último desarrollaré el proyecto de iluminación por medio de software “Visual – Professional Edition” el cual realiza los cálculos de iluminación basándose en los métodos que observaré en el capítulo 3.

Con los conocimientos adquiridos en el “Seminario de Iluminación e Instalaciones Eléctricas” puedo predecir que para el propósito de reducir el consumo de energía y aumentar los niveles de iluminación es necesario utilizar lámparas fluorescentes, y esto lo justificaré al final del presente proyecto.

CAPITULO 1

LA LUZ

LA LUZ

La luz es la sensación producida en el ojo humano por las ondas electromagnéticas; Se trata de campos electromagnéticos que transportan energía a través del espacio y se propagan bajo la forma de oscilaciones o vibraciones que se originan de formas distintas; de la combustión (energía solar), reacciones químicas y de la conversión de la energía eléctrica; De todas las fuentes de luz, la del sol es la más completa, sin embargo no está disponible en las noches y fluctúa ampliamente durante el día, algunas veces es demasiado brillante para el confort visual o demasiado caliente para estar bajo ella por periodos largos, aún cuando se controle en forma apropiada, pero sigue siendo la fuente de luz más económica.

Al igual que todos los movimientos ondulatorios, las ondas electromagnéticas se caracterizan por una longitud de onda λ (lambda) y por una frecuencia f (número de periodos por segundo). Estas dos magnitudes se relacionan con la velocidad de propagación v mediante la ecuación: $v = \lambda \times f$. Figura 1.1

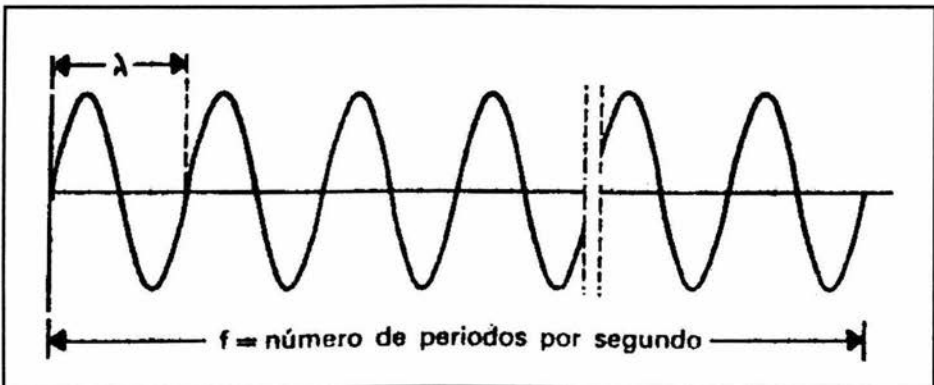


Figura 1.1

La velocidad de propagación de las ondas electromagnéticas es de unos 300 000 kilómetros por segundo. La longitud de onda de las ondas electromagnéticas visibles suele medirse en nanómetros (1 nm = una milmillonésima de metro).

El campo (espectro) de las ondas electromagnéticas visibles por el hombre se extiende desde 380 a 780 nm. Las ondas mas largas corresponden al extremo visible rojo (colindante con el campo de las radiaciones infrarrojas, las cuales no son ya visibles y tienen propiedades caloríficas); las ondas mas cortas corresponden al extremo visible violeta (colindante con el campo de las radiaciones ultravioleta, que no son visibles pero que favorecen las reacciones fotoquímicas). Figura 1.2.

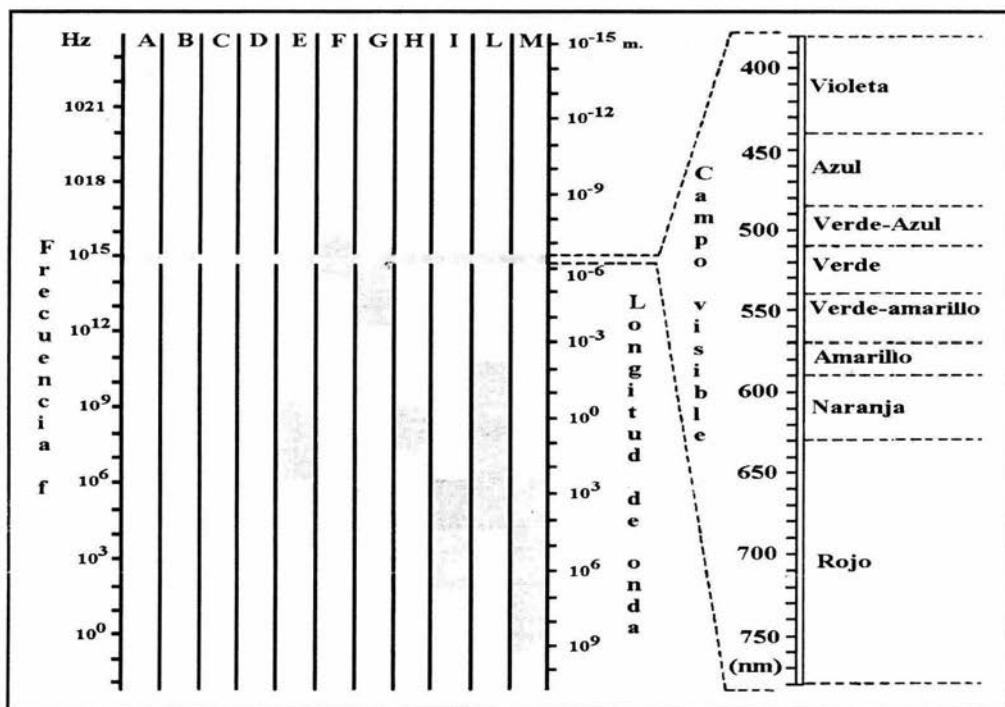


Figura 1.2. Campos de las radiaciones: A) rayos cósmicos, B) emisiones radioactivas, C) rayos röntgen, D) fototerapia, E) diatermia, F) gama del ultravioleta al infrarrojo, en la que se hallan situadas las radiaciones visibles, G) calefacción por medio de infrarrojos, H) calefacción por capacidad, I) calefacción por inducción, L) radio, M) telecomunicación alámbrica.

Las ondas electromagnéticas visibles de distinta longitud de onda dan una percepción (visibilidad) distinta de los objetos y de su color. En realidad el color es una sensación óptica que depende del conjunto de las longitudes de onda que un cuerpo no absorbe, o sea, que refleja; por ejemplo, un cuerpo blanco refleja todas las ondas electromagnéticas en tanto que un cuerpo negro las absorbe, una luz monocromática está constituida por ondas electromagnéticas de igual longitud de onda, que revelan un solo color.

La luz solar o la de una lámpara de incandescencia es de espectro continuo (Luz blanca) por que comprende toda la gama de las longitudes visibles. Un rayo de luz blanca, al atravesar un prisma de cristal, se descompone en los colores fundamentales. La sucesión de los colores del espectro visible es la misma que la del arco iris. Figura 1.3.

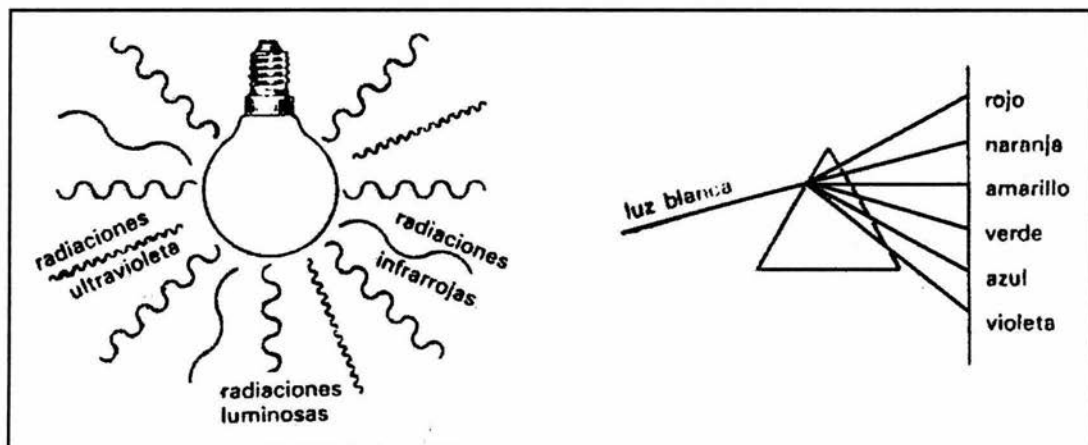


Figura 1.3

EL OJO HUMANO:

Es un órgano con forma casi esférica que mantiene su forma gracias a un recubrimiento esclerótico blanquecino y la presión de un contenido viscoso. Como es de esperarse, no hay dimensiones universales para el ojo, por lo contrario, se encuentra que hay una considerable variación en sus dimensiones. Se ha definido por razones prácticas un ojo estándar como un ojo con las dimensiones promedio. Las dimensiones y constantes ópticas se enlistan en la tabla 1.1.

CONSTANTES ÓPTICAS DE OJO HUMANO PROMEDIO	
Longitud total del ojo (variación típica 21-26 mm)	24.75 mm
Diámetro de la pupila	5 - 6 mm
Longitud focal efectiva	22.89 mm
Potencia total del ojo (relajado)	58.6 dioptrías
Potencia de cristalino (relajado) (variación típica 17-26 D)	19 dioptrías
Potencia de la cornea	43 dioptrías
Radio de la curvatura de la cornea (variación típica 38-48 D)	7.98 mm
Índice de refracción del humor acuoso	1.336
Índice de refracción del cristalino centro	1.406
Orilla	1.386
Índice de refracción del vitreo	1.337

Tabla 1.1

COMPONENTES ANATÓMICAS DEL OJO: El ojo humano está anatómicamente formado por los elementos que se ilustran en la figura 1.4. a continuación se dará una descripción breve de los principales elementos anatómicos, con especial referencia a los que intervienen en la formación de la imagen.

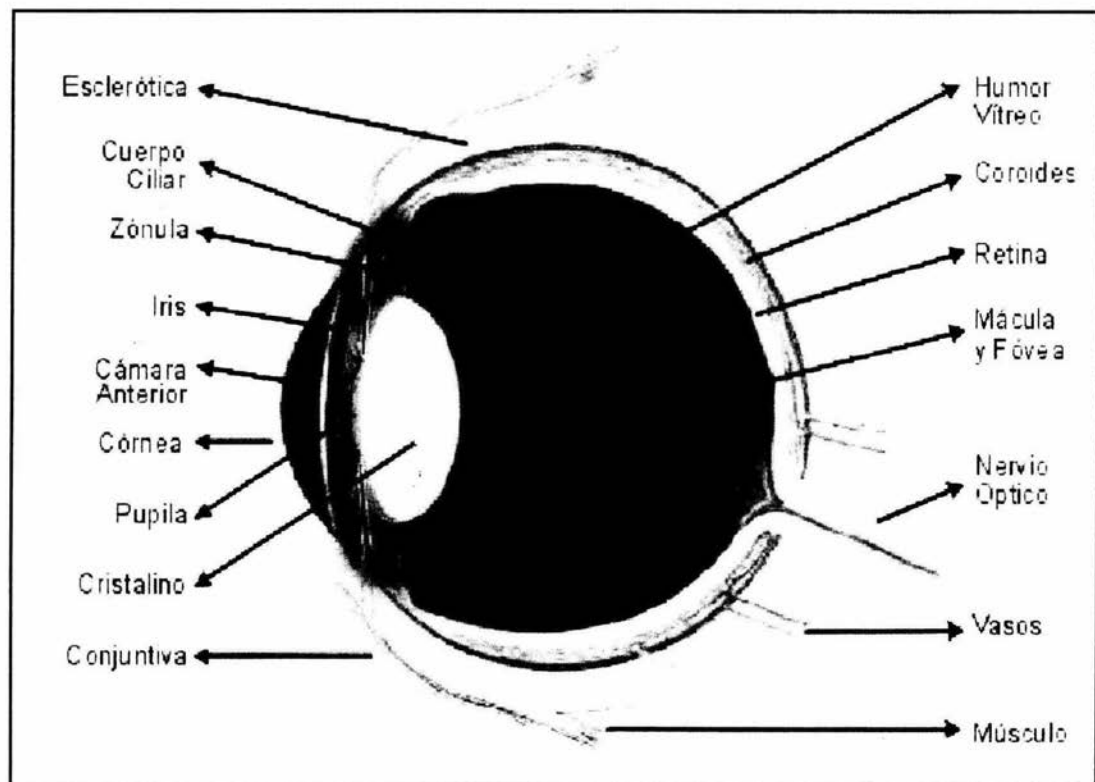


Figura 1.4 Esquema anatómico del ojo humano.

CORNEA: es el primer elemento refractor del ojo y contribuye con el 43 de las 58 dioptrías que tiene el ojo. Normalmente la cornea es transparente, su poder refractor se debe a su curvatura y a que su índice de refracción es mayor que el del aire. Un pequeño cambio en la hidratación de la cornea puede ser debido a muchos factores, entre otros la edad. Si esto sucede, los objetivos brillantes se verán rodeados de un halo luminoso. Cualquier deformidad en la cornea da lugar al error de refracción que conocemos con el nombre de astigmatismo. Una elongación del centro de la cornea recibe el nombre de keratócono. Si la cornea toma la forma de una superficie esfero-cilíndrica (toroidal), aparece el llamado astigmatismo regular. Se dice que el astigmatismo es con la regla si la curvatura en el diámetro o meridiano vertical es mayor que el diámetro o meridiano horizontal y contra la regla en el caso contrario. Estos errores en la forma de la cornea se miden con un instrumento llamado oftalmómetro.

PUPILA: es la abertura circular en el centro del iris. El iris es el que da el color a los ojos y recibe su nombre del hecho de que tiene una gran variación en color de una persona a otra. La función de la pupila es controlar la cantidad de luz que llega a la retina, por lo que disminuye su diámetro a medida que se aumenta la intensidad luminosa. En ojos jóvenes y con baja iluminación el diámetro de la pupila es de alrededor de 8 mm, y cuando la iluminación es muy intensa se cierra hasta un diámetro cercano a los 2 mm. Con iluminación promedio, el diámetro de la pupila es de 3.5 a 4 mm. Con la edad, la pupila va disminuyendo su diámetro gradualmente. El diámetro de la pupila no está bajo control de la voluntad. Muchas drogas pueden alterar el diámetro de la pupila y se usan con frecuencia en el tratamiento médico del ojo para dilatarla (mydriasis) o contraerla (myosis). La droga más comúnmente usada para dilatarla es la fenilefrina, que se usa por lo regular para poder examinar con comodidad el interior del ojo.

CRISTALINO: es una lente flexible, cuya curvatura o poder de convergencia puede ser cambiada a voluntad para enfocar la imagen sobre la retina. A este proceso se le llama acomodación y se describirá con más detalle. El núcleo del cristalino es más denso que la corteza exterior y tiene por lo tanto un índice de refracción mayor. El cristalino tiene un poder refractor de aproximadamente 19 dioptrías y la amplitud de la acomodación varía desde 15 dioptrías en los niños hasta 0.5 dioptrías en ancianos. El cristalino se mantiene en posición mediante un ligamento suspensor llamado zónula y tiene unidos además los músculos ciliares que sirven para flexionarlo y cambiar así su poder de convergencia. El cristalino puede perder su transparencia por varias razones, entre otras por un daño mecánico directo; por una espina, astilla, etc.; por la edad avanzada o por alguna enfermedad como la diabetes. Cuando el cristalino pierde su transparencia hablamos de una catarata. La única cura posible para una catarata es extraer quirúrgicamente el cristalino. Un ojo sin cristalino no tiene ninguna capacidad de acomodación y necesita recuperar el poder dióptrico perdido al extraer el cristalino. Esto se puede lograr mediante lentes convergentes tanto de contacto como externos. En algunos casos se han hecho ya con éxito implantes de lentes plásticas para reemplazar al cristalino en su posición original.

La acomodación nos permite enfocar con claridad objetos situados a muy diversas distancias. El enfoque del cristalino está controlado por un sistema nervioso simpático y no se puede cambiar voluntariamente con facilidad. Cuando el ojo ve un campo brillante, uniforme, sin ningún detalle, el mecanismo de acomodación tiende a enfocar a una distancia aproximada de un metro y no al infinito. Esta es la razón de la llamada miopía de campo libre o miopía nocturna.

Alrededor de los 40 años el cristalino comienza a endurecerse y por lo tanto el sistema de enfoque va desapareciendo poco a poco hasta que finalmente queda enfocado al infinito, como veremos con más detalle en una sección posterior.

HUMOR VITREO: Es un gel transparente con índice de refracción ligeramente superior a la del agua, que llena el espacio entre el cristalino y la retina. Algunas veces se encuentran pequeñas partículas de tejido flotante en el humor vítreo (muscae volitantes), las cuales se observan en ocasiones al ver el cielo azul o a través de instrumentos ópticos. La presencia de estas partículas es casi siempre normal, en especial en ojos miopes, y nada se puede hacer para quitarlas, por lo que deben simplemente ignorarse.

RETINA: es el elemento sensible del ojo en el cual se forma la imagen. En la retina se transforma la energía luminosa en estímulos nerviosos. La capa mas interna de la retina, es decir la más cercana al vítreo, está compuesta de células y fibras nerviosas, mientras que la parte externa, la más sensible a la luz, está cubierta por las células llamadas conos y bastoncillos, además de un pigmento protector. La entrada del nervio óptico tiene la forma de un disco y no tiene elementos sensibles a la luz. El diámetro angular de este disco es de aproximadamente 5° a 7° y está situado a 15° del centro, hacia el lado nasal. Hay una prueba muy simple para demostrar la existencia de esta zona ciega. Observe en la figura 1.5 el punto de la izquierda con el ojo derecho desde una distancia de alrededor de 25 cm: el pequeño cuadro desaparecerá. Si la distancia se reduce a 20 cm, la estrella desaparecerá en lugar del cuadro.

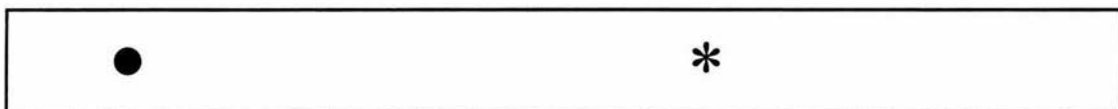


Figura 1.5 Figuras para demostrar la existencia del punto ciego en el ojo.

Cerca del eje óptico se encuentra la fovea. Esta es una pequeña región circular donde la retina se hace más delgada, ya que no existen ahí vasos sanguíneos ni fibras ópticas. El centro de la fovea contiene solamente conos, mucho más densamente empacados que en el resto de la retina, los bastoncillos están distribuidos en casi toda la retina con excepción de la fovea. La distribución de los conos y los bastoncillos en la retina se ilustra en la figura 1.6.

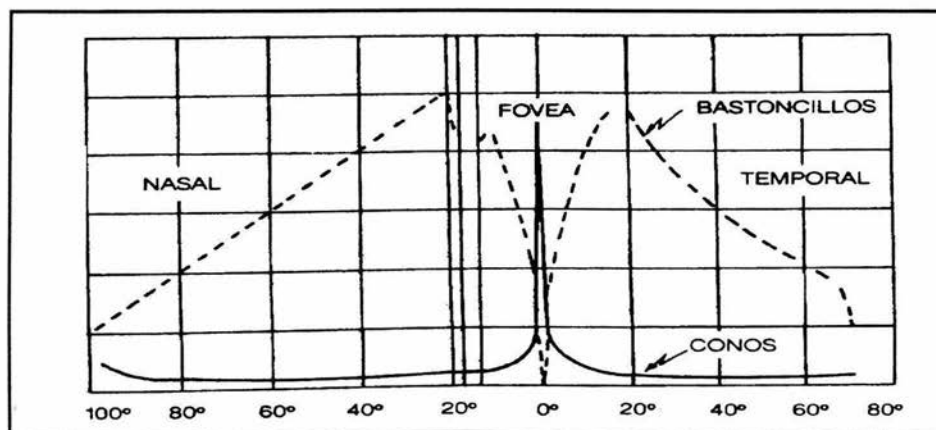


Figura 1.6 Distribución de los conos y los bastoncillos en el ojo.

La sensibilidad de la retina a la luz depende de la zona estimulada. La fovea es sensible al color y nos permite ver detalles muy finos. Sin embargo, es muy insensible a bajos niveles luminosos; es por esta razón que una estrella muy débil en el cielo nocturno se distingue con mas claridad cuando no se le ve directamente.

Los conos y los bastoncillos son elementos sensibles a la luz, los cuales tienen propiedades muy diferentes, como veremos enseguida: Los bastoncillos contienen rodopsina, la cual es blanqueada por la luz, y los productos formados estimulan la conducción nerviosa, son muy sensibles a intensidades luminosas muy bajas; la visión con los bastoncillos a bajos niveles de iluminación se llama escotópica. Los conos contienen yodopsina y son menos sensibles a la luz que los bastoncillos. La visión con estos a altos niveles de iluminación se llama fotópica. A niveles medios de iluminación intervienen tanto los bastoncillos como los conos en la llamada visión mesóptica como se muestra en la figura 1.7.

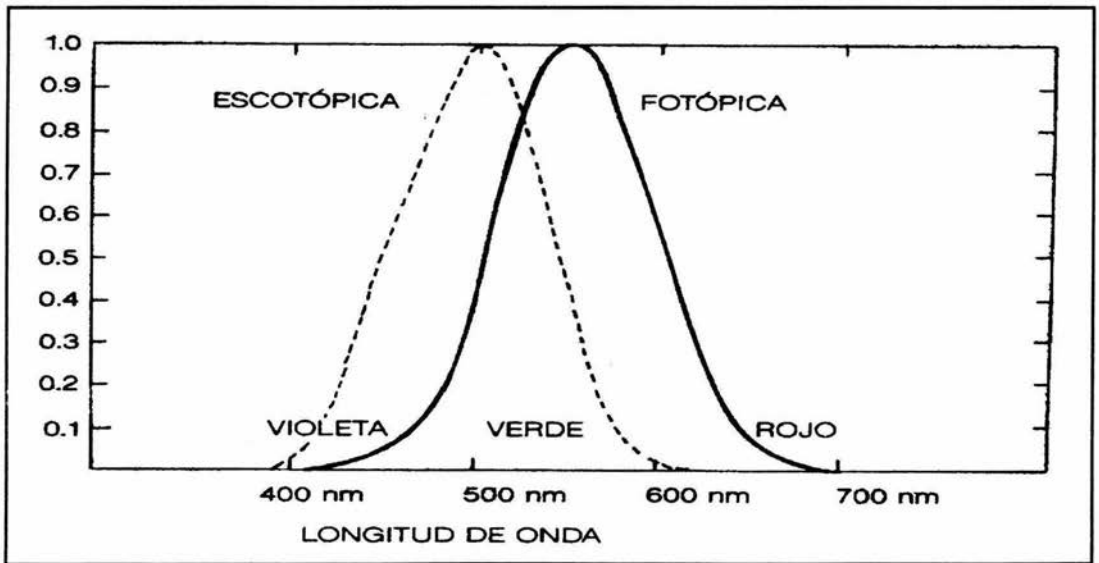


Figura 1.7 Curvas de respuesta espectral fotópica (diurna) y escotópica (nocturna).

SENSIBILIDAD RETINARIA: La sensibilidad de la retina tiene características muy interesantes que dependen de diversos parámetros como el color, la dirección de la luz incidente o la duración del estímulo. Luz de igual energía pero de diferente color no aparece igualmente brillante en el ojo. Para complicar aún más este efecto, la sensibilidad cromática es diferente para los conos (visión fotópica) y para los bastoncillos (visión escotópica). Como podemos ver en la figura 1.7, el color amarillo verdoso en 555.0 nm es el más brillante de la visión fotópica y es 10 veces más brillante que el azul o el rojo. En la curva se ha graficado la respuesta de un observador estándar y representa la sensibilidad internacionalmente aceptada, aunque en realidad solamente representativa de la sensibilidad promedio de un gran número de

individuos. Esta función se representa con frecuencia por V_λ y se le llama eficiencia luminosa relativa espectral del ojo. El ojo se puede adaptar a una gran variedad de intensidades luminosas; La sensibilidad de un ojo en la oscuridad aumenta rápidamente durante unos minutos, al principio la adaptación es muy rápida y después muy lenta llegándose a una adaptación completa en un tiempo aproximado de una hora. Después de adaptarse el ojo a bajas intensidades luminosas entra en funciones la visión escotópica. Entonces el ojo llega a su máxima sensibilidad en la región verde azulosa alrededor de 510.0 nm se denomina efecto Purkinje. Debido a este efecto, si observamos desde el interior de un cuarto bien iluminado al atardecer objetos en el exterior, estos se verán con una coloración azulada.

La luz que llega a la retina produce un estímulo cuya intensidad depende del ángulo de incidencia. Este es el llamado efecto de Stiles-Crawford que se ha explicado recientemente por la orientación de los conos en la retina, los cuales actúan como pequeñas fibras ópticas. Este efecto se descubrió al observar que un rayo de luz que entra por el centro de la pupila produce una sensación visual mas fuerte que un rayo de luz que entra por la orilla de la pupila, aunque los dos rayos sean paralelos entre sí y por lo tanto lleguen al mismo punto sobre retina. A una distancia de 1 mm del centro de la pupila la sensación ha disminuido a 90% y a 4 mm habrá disminuido hasta el 20%, como se ve claramente en la figura 1.8.

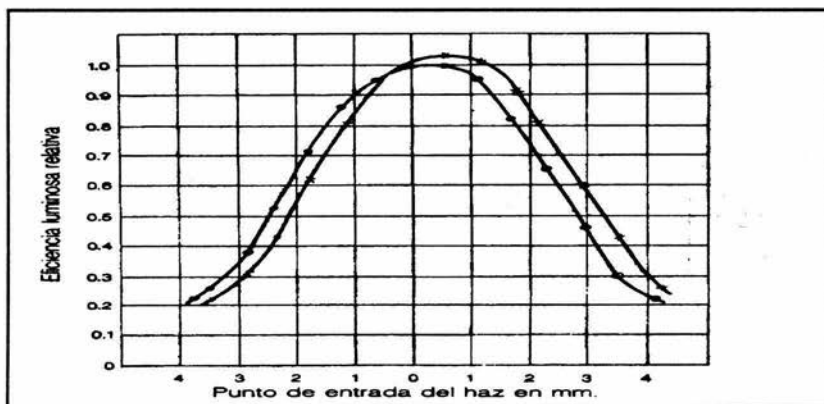


Figura 1.8. Eficiencia luminosa relativa de los receptores visuales para rayos luminosos que entran al ojo paralelos al eje, pero desviados lateralmente.

Cuando el ojo se ilumina con pulsos breves de luz alternados con oscuridad, el ojo observa las pulsaciones hasta que se llega a una frecuencia de 10 a 30 pulsos por segundo, viendo entonces una iluminación continua. La frecuencia a la que ocurre la transición entre una iluminación pulsada y la sensación de iluminación continua se denomina frecuencia crítica de parpadeo. La fusión resulta probablemente de la persistencia de una imagen positiva después del estímulo inicial. Así, dos estímulos están separados por un tiempo menor que el periodo crítico, o sea el inverso de la frecuencia crítica de parpadeo, el segundo estímulo ocurre cuando la primera imagen está aun presente.

COLORES Y SISTEMAS DE MEDIDA:

La valoración individual de un color depende de numerosos factores fisiológicos y psicológicos. Así por ejemplo, el haz de luz procedente del objeto observado que llega al ojo, depende tanto de la composición espectral de la radiación como de la capacidad del ojo para percibir determinadas radiaciones mas que otras, debido a esto es que la visión de los colores es subjetiva, resulta indispensable definir un sistema de valoración que no de lugar a equívocos. La medición instrumental del color es necesaria tanto en la fase de producción como en la de comercialización ya que el color es considerado como una característica importante de las materias primas y el producto industrial acabado.

Partiendo del hecho de que es posible obtener cualquier gradación de color sumando entre sí, en las porciones debidas, los tres colores fundamentales (rojo, verde y azul) la CIE (Comisión Internacional de la Iluminación) ha establecido un método con el que es posible calcular las características espectrales de las fuentes primarias normalizadas, capaces de producir todos los colores por mezcla aditiva. Dicho método se presenta por medio del triangulo de los colores o diagrama tricromático. Figura 1.9

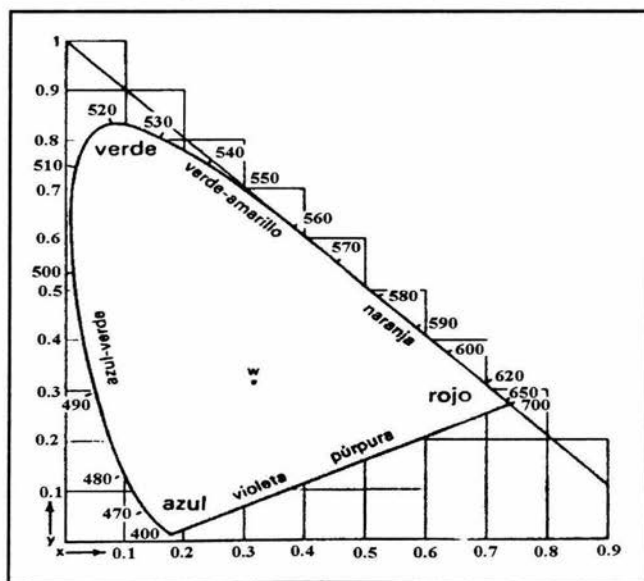


Figura 1.9 Diagrama tricromático.

Este es de la máxima utilidad ya que permite determinar las dos características fundamentales del color: la longitud de onda y la pureza (o saturación). Se puede definir por completo cualquier color si se conocen las coordenadas x e y . En tanto que los términos “tonalidad clara, viva, cálida” pueden prestarse a diferentes interpretaciones, ello no ocurre con el empleo del diagrama tricromático. A lo largo de la curva acampanada se hallan situados los colores espectrales referenciados por medio de su longitud de onda.

TEMPERATURA DEL COLOR:

Es una valoración del color de las fuentes luminosas adoptada por los fabricantes de lámparas. Al calentar un pedazo de hierro, este pasa por toda una gama de colores que van del rojo oscuro al naranja incandescente; Cada incremento de temperatura va emparejado con un aumento de la energía radiante emitida. Para establecer una relación más precisa entre temperatura y color se ha tomado como patrón un cuerpo perfectamente negro (fuente luminosa ideal) con la propiedad de emitir y absorber el máximo de la energía radiante en todas las zonas del espectro. La temperatura a la que debe llevarse a fin de que emita una luz similar a la de la fuente de luz en examen, se indica con el termino “temperatura de color”.

A efectos prácticos el “cuerpo negro” se realiza empleando una cavidad cuyas paredes están ennegrecidas con negro de humo y de cuya abertura salen las radiaciones. Calentando uniformemente el cuerpo negro a temperatura creciente y observando la cavidad se aprecia que sale por ella una luz que se vuelve cada vez mas blanca y más intensa a medida que aumenta la temperatura. La temperatura de color se mide en grados Kelvin (K), y su relación con los grados centígrados es $0K = -273\text{ }^{\circ}C$. Figura 1.10

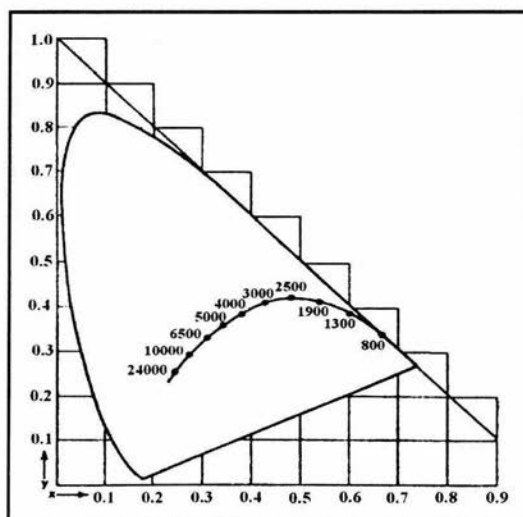


Figura 1.10 Curva sobre la que se sitúan las temperaturas de color del cuerpo negro.

La tabla 1.2 muestra algunas magnitudes de temperatura correspondientes a las fuentes de luz.

ORDENES DE MAGNITUD CORRESPONDIENTES A ALGUNAS FUENTES DE LUZ	
Luna	4,100 °K
Sol a medio día (verano)	5,300 – 5,800 °K
Cielo cubierto	6,400 – 6,900 °K
Cielo despejado, azul intenso	10,000-25,000 °K
Lámpara incandescente de 40 W	2,800 °K
Lámpara incandescente de 500 W	2,960 °K
Luz fluorescente blanca normalizada	4,250 °K

Tabla 1.2.

COMO MEJORAR LA VISIBILIDAD:

Estrictamente hablando, la cantidad y calidad de la iluminación son dos conceptos inseparables, el alumbrado de alta calidad, requiere estar respaldado por la cantidad, pero también, un alumbrado pobre en calidad, requiere de cantidades elevadas de iluminación para superar problemas de perdida de visibilidad.

En lo que se refiere a la cantidad de luz se puede afirmar que sin luz no puede haber visión. Ninguna criatura puede ver en la total oscuridad. Los murciélagos vuelan en torno a obstáculos emitiendo y recibiendo sonido como señales de radar, pero no con la vista; Sin embargo, aún a niveles extremadamente bajos de brillantez hay un principio de visibilidad, como por ejemplo en una noche iluminada por la luz de las estrellas y cuando se ha tenido el tiempo necesario de adaptación a esta oscuridad. Los detalles y formas de las superficies se hacen más aparentes a la luz de la luna y ya es posible leer grandes letras impresas. Este aumento en la visión se debe al incremento de la magnitud de las señales visuales en tal forma que los contrastes entre luz y sombra hacen la imagen perceptible y llegan a ser mas agudamente definidos. Consecuentemente, la visibilidad se mejora proporcionando suficiente iluminación sobre la tarea visual para permitir una percepción adecuada de los pequeños detalles.

Como resultado de años de investigación sobre la visibilidad, se han establecido niveles de iluminación para una visibilidad adecuada. Estos niveles han sido publicados por la Illuminating Engineering Society (I.E.S.) y la Sociedad Mexicana de Ingeniería de Iluminación, A.C. (S.M.I.I.), los cuales los veremos en el capítulo 3.

Es posible obtener altos niveles de iluminación sobre una tarea visual. Sin embargo, aunque se haya cumplido todos los aspectos de cantidad de la iluminación, la capacidad de una visión sostenida necesita cumplir otras condiciones, generalmente descritas en calidad de iluminación.

Debemos distinguir dos aspectos de calidad. El primero depende de nuestro sentido de comodidad y de soltura cuando nuestros ojos no están absortos sobre el trabajo. Este aspecto de calidad está relacionado con la cantidad de deslumbramiento directo o luz indeseable, que alcanza nuestros ojos cuando miramos alrededor del cuarto.

El efecto de deslumbramiento directo se reduce haciendo los siguientes arreglos en el sistema de alumbrado:

- Reduciendo la brillantes de los luminarios en dirección a nuestros ojos.
- Colocando los luminarios molestos fuera de nuestra línea de visión directa
- Empleando reflectancias adecuadas en todo el cuarto y en las superficies de los muebles.

Por ejemplo, el deslumbramiento reflejado asociado con la vista hacia abajo o postura normal de trabajo, cuando los objetos examinados están dentro de los límites alcanzados por la mano se reduce

controlando la brillantes del luminario y, cuando sea posible, localizando las fuentes luminosas donde no sean reflejadas (como por un espejo) por la superficie de trabajo. El uso de papel lustroso o brillante debe tomarse en consideración (Las superficies mate no reflejan tanto la luz). Figura 1.11.

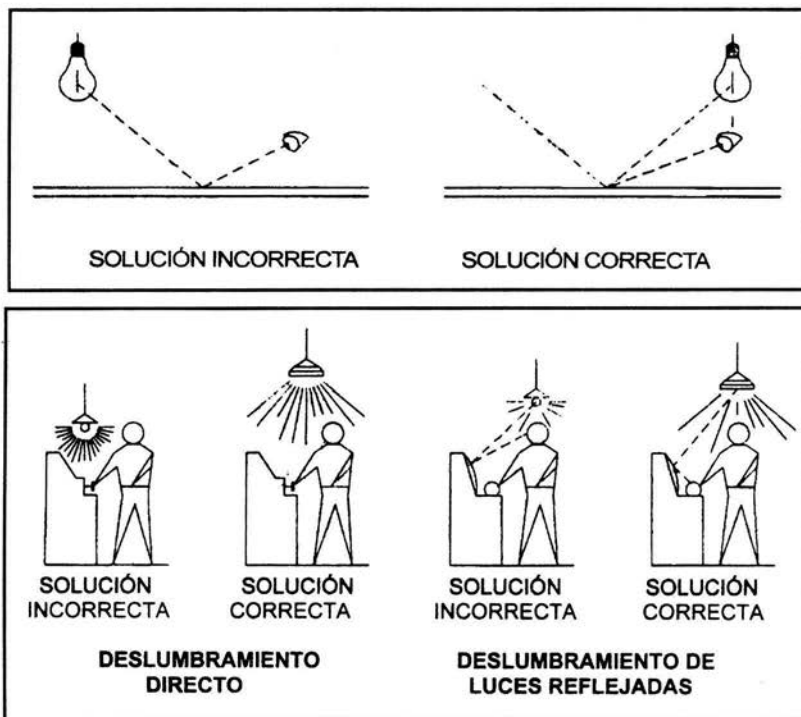


Figura 1.11.

CONTROL DE LA LUZ:

Es importante contestar a esta pregunta: ¿El control de iluminación puede construirse dentro de la fuente de luz? Si, pero solo parcialmente, además económicamente no es práctico, por que su reposición resulta costosa. Los elementos de control de luz están mejor incorporados en la parte permanente del luminario o del sistema que, por mantenimiento periódico, puede recuperar sus propiedades originales.

Parte de la luz emitida por la fuente va hacia arriba y puede ser dirigida hacia abajo por acción de la reflexión. Hay dos métodos básicos para reflejar la luz: especular y difusa:

La reflexión especular o regular es cuando la luz cae o incide sobre una superficie plana y altamente pulida. La ley de reflexión establece que el ángulo de reflexión es igual al ángulo de incidencia. El ángulo del rayo incidente y el ángulo del rayo reflejado se miden desde una línea denominada normal,

la cual es perpendicular a la superficie reflejante. Cuando la superficie reflejante es curva, el rayo incidente y el rayo reflejado formaran ángulos iguales con la normal a la línea tangente trazada a través del punto de incidencia como se muestra en la figura 1.12.

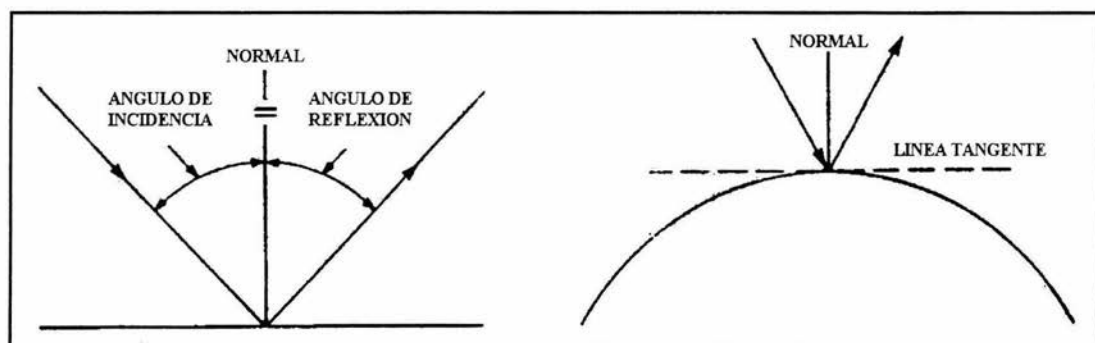


Figura 1.12. Reflexión especular

La intensidad del rayo reflejado depende del factor de reflexión de la superficie. El color del rayo reflejado también puede ser diferente del color del rayo incidente si la superficie tiene propiedades selectivas de color. Por ejemplo un reflector amarillo impartirá un tinte amarillento a un rayo de color blanco.

Resumiendo, las superficies de tipo especular alteran la intensidad y el color de un rayo incidente dependiendo de la eficiencia de reflexión y su color. En la práctica, un reflector plano tiene muy pocos usos; se emplean superficies curvas de distintas formas para crear resultados específicos como se muestra en la figura 1.13.

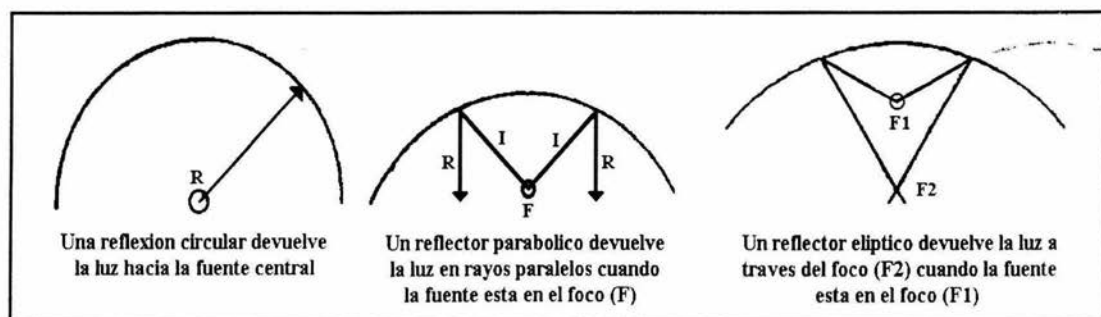


Figura 1.13 Propiedades reflectoras de diversos contornos.

Los efectos descritos hasta ahora están basados en reflectores de tipo especular, si esta superficie se esmerila con polvo abrasivo, o si está compuesta por pequeñas fibras (como un papel secante), o si tiene un acabado mate, sus propiedades reflejantes se alteran. En lugar de un rayo reflejado bien definido, la reflexión es como se muestra en la figura 1.14, independientemente de la dirección del rayo incidente.

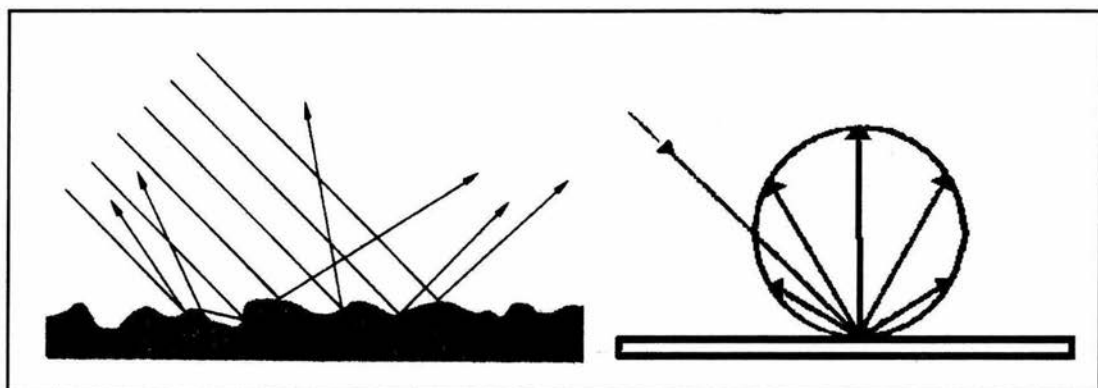


Figura 1.14. Reflexión difusa de una superficie plana.

De hecho, la reflexión especular y la reflexión difusa representan límites teóricos; en la práctica todas las superficies reflectoras presentan un cierto grado de estos dos tipos, pero el reflector más eficiente es un medio óptico: el prisma reflector.

En la reflexión prismática un rayo entra por una cara del prisma y sale por la otra cara, o por otra parte de la misma cara en dirección opuesta, con una insignificante pérdida de intensidad. Esto es porque la reflexión se produce en el interior del propio prisma de cristal o plástico transparente.

De hecho el polvo y la suciedad sobre las caras posteriores del prisma no tienen efecto sobre las propiedades de reflexión por que la acción es interna. Figura 1.15

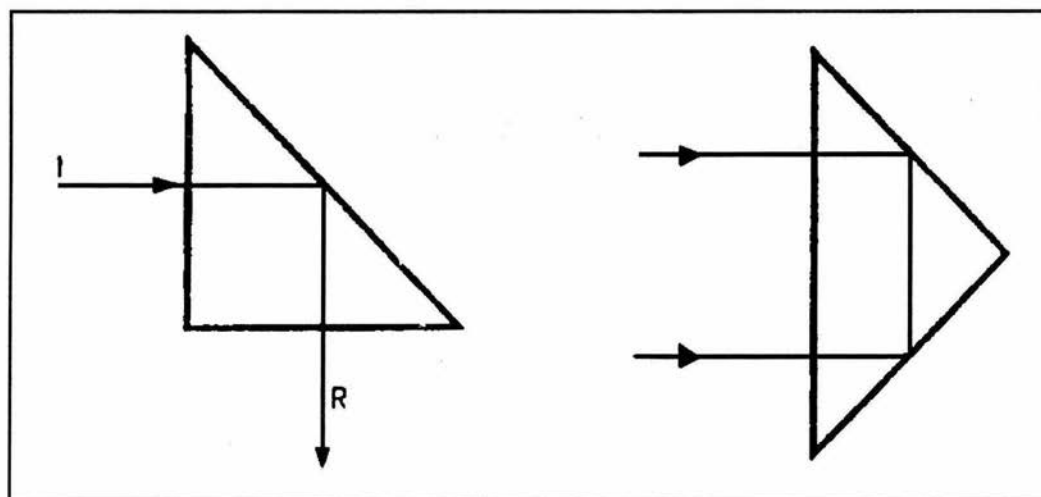


Figura 1.15 Acción de la reflexión prismática

Un reflector bien diseñado redirige los rayos luminosos de la fuente hacia abajo, en una forma útil. Para un mejor control de la luz es necesario manejar los rayos luminosos que no son interceptados por el reflector.

La figura 1.16 muestra que en esta zona pasa casi la mitad de la luz emitida; El control de luz hacia abajo se consigue mediante una pantalla refractora colocada debajo de la lámpara y del reflector. Esta pantalla o lente también volverá a redirigir los rayos provenientes del reflector. Sus principales propósitos son:

- Complementar la acción del reflector
- Impedir una visión directa de la propia fuente de luz.
- Distribuir o igualar la brillantez sobre la superficie de la pantalla.
- Crear cualquier cantidad de distribuciones fotométricas para satisfacer requerimientos de visión.

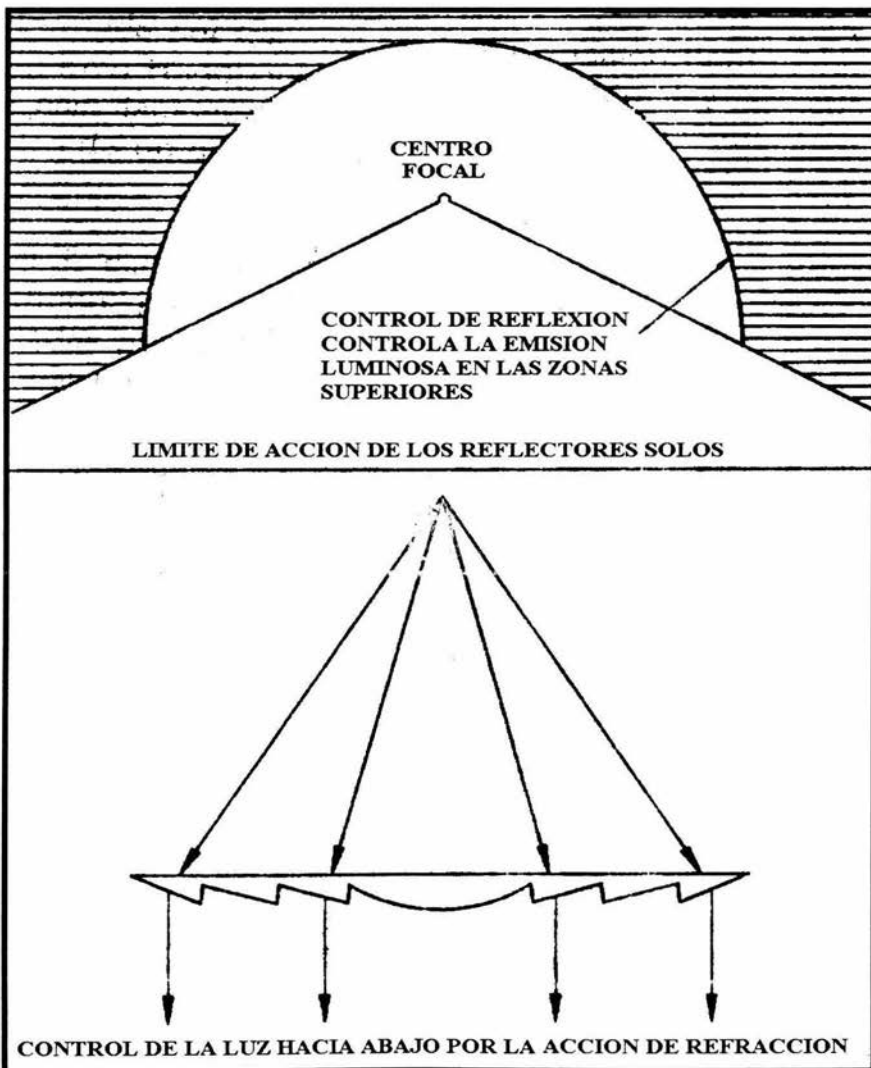


Figura 1.16 Control de los rayos luminosos por medio de un reflector y un refractor.

TERMINOLOGÍA DE ILUMINACIÓN:

Debido a que las primeras fuentes de iluminación artificial eran relativamente reducidas (velas, lámparas de aceite, capuchones de gas), los primeros términos empleados para medir la intensidad de la luz se escogieron de acuerdo con el concepto de "fuente punto" de luz. Así que la "candela" ó "bujía" (intensidad de luz luminosa), era verdaderamente una vela de tamaño y encendido determinados.

Actualmente la "candela" se define como la unidad de intensidad luminosa en la dirección dada por una fuente que emite radiación monocromática (540×10^{12} Hz = 555 nm) y de la cual, la intensidad radiante en esa dirección es de 1/683 watts/steradian. Hasta 1948 se le llamo bujía.

La cantidad de luz proyectada por una "candela" patrón sobre un área de un metro cuadrado de una esfera con un metro de radio, una "candela metro", se le llama "lux", la unidad de iluminación.

$$E = \frac{I}{D^2} \quad (1.1)$$

En donde E, es la iluminación en luxes; I es la intensidad luminosa en candelas y D, es la distancia en metros de la fuente luminosa a la superficie.

En el sistema ingles esta unidad es la "candela-pie" "footcandle". Una candela-pie equivale a 10.76 luxes. A medida que el tamaño de la esfera aumenta, forzosamente los mismos rayos divergentes cubren un área más amplia, pero con un nivel de iluminación menor. Figura 1.17.

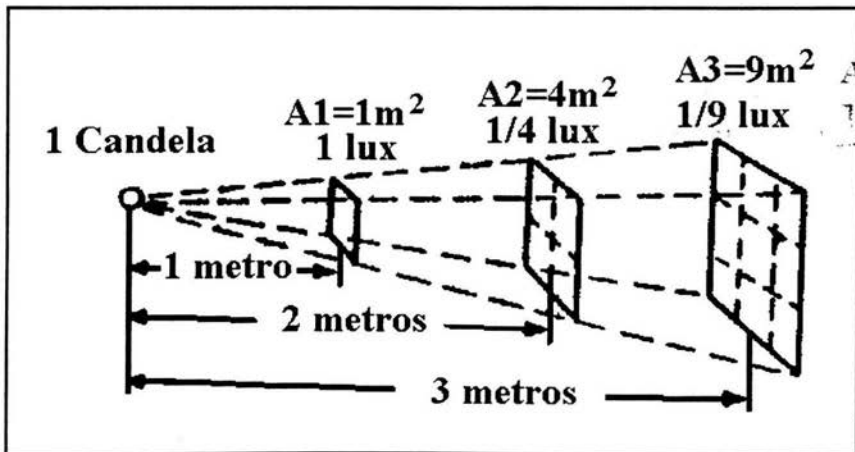


Figura 1.17. La iluminación decrece al cuadrado inverso de la distancia.

En la forma básica la superficie receptora es normal al rayo de luz. Si esta superficie está inclinada en "X" grados de la normal, entonces:

$$E = \frac{I \cos(X)}{D^2} \quad (1.2)$$

La unidad de flujo luminoso es el lumen. El lumen es la cantidad total de la luz emitida por una fuente de una candela en un área de $r \times r$ del casquete de una esfera de radio r . Figura 1.16

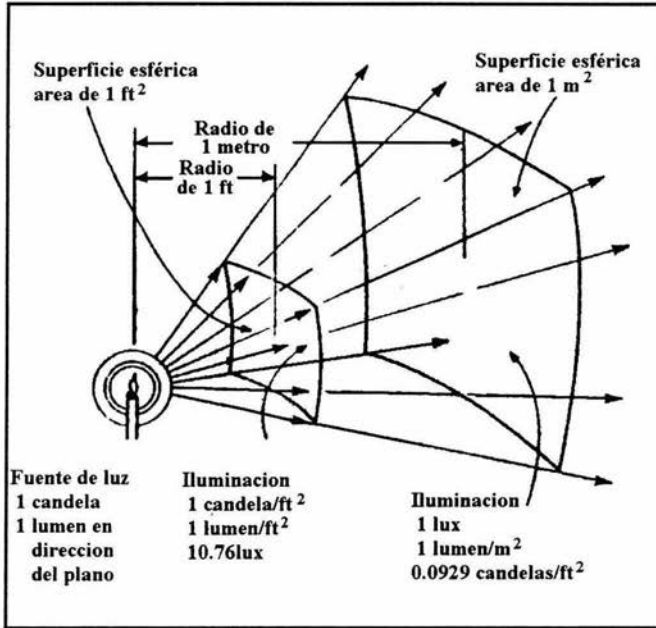


Figura 1.18. Relación entre candela, lux y lumen.

El concepto de lumen permite calcular la iluminación promedio proveniente de múltiples fuentes luminosas, aumentada por la reflexión de los muros, pisos y techos. Esto en virtud de:

$$E = \frac{\text{Lúmenes generados} \times C_u}{\text{Area}} \quad (1.3)$$

Donde A es considerada en metros cuadrados y C_u es un coeficiente combinado relacionado con el tamaño del cuarto, su configuración, reflectancias y la eficiencia del luminario. Los fabricantes de luminarios publican tablas con los valores de C_u .

CAPITULO 2

FUENTES LUMINOSAS ELECTRICAS

ILUMINACIÓN ARTIFICIAL

Llamaremos fuente luminosa al elemento que emite radiaciones visibles para el ojo humano, es decir que produce luz; las fuentes luminosas se dividen en dos tipos: naturales y artificiales:

La fuente luminosa natural mas conocida es el sol y las fuentes luminosas artificiales son las lámparas eléctricas. En la actualidad el desarrollo de nuevas tecnologías ha permitido la realización de una notable gama de lámparas destinadas a las aplicaciones mas dispares. Las fuentes luminosas eléctricas se pueden clasificar en dos grandes categorías: De irradiación por efecto térmico (lámparas de incandescencia) y de descarga en gas o vapores (lámparas fluorescentes, de vapor de mercurio, de sodio, etc.). A continuación mostraré alguno de los tipos de lámpara más conocidos.

LAMPARAS INCANDESCENTES

La lámpara incandescente para alumbrado general es un elemento radiador compuesto por un filamento metálico de tungsteno enrollado en simple o doble espiral que se encuentra en el interior de una ampolla de vidrio, previamente evacuada, es decir al vacío o en atmósfera de gas inerte; Este filamento es calentado al rojo blanco por la corriente eléctrica que pasa a través de él emitiendo así radiaciones luminosas y caloríficas; Sin embargo, es muy poca la energía luminosa que se obtiene (solo un 10%) en comparación con la energía calorífica, lo cual significa que el 90% de la energía eléctrica transformada se pierde en calor y por esto la eficacia luminosa (lm/W) es baja. En la figura 2.1 vemos los principales componentes de las lámparas incandescentes.

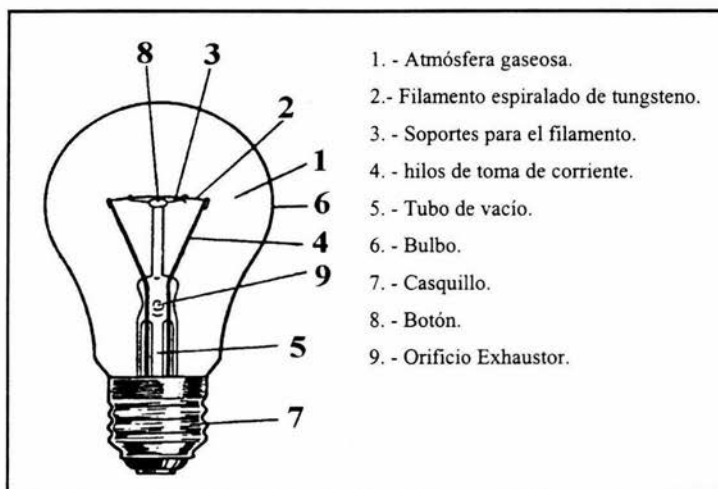


Figura 2.1 Componentes de una lámpara incandescente.

Existe varios tipos de focos incandescentes los cuales fundamentalmente se identifican por el tipo de bulbo que llevan, sus aplicaciones y variaciones en el transcurso de los años se ha ido diversificando. A continuación mostraré algunos tipos de los más comunes en el mercado, lógicamente cada uno está pensado para una aplicación particular. Figura 2.2

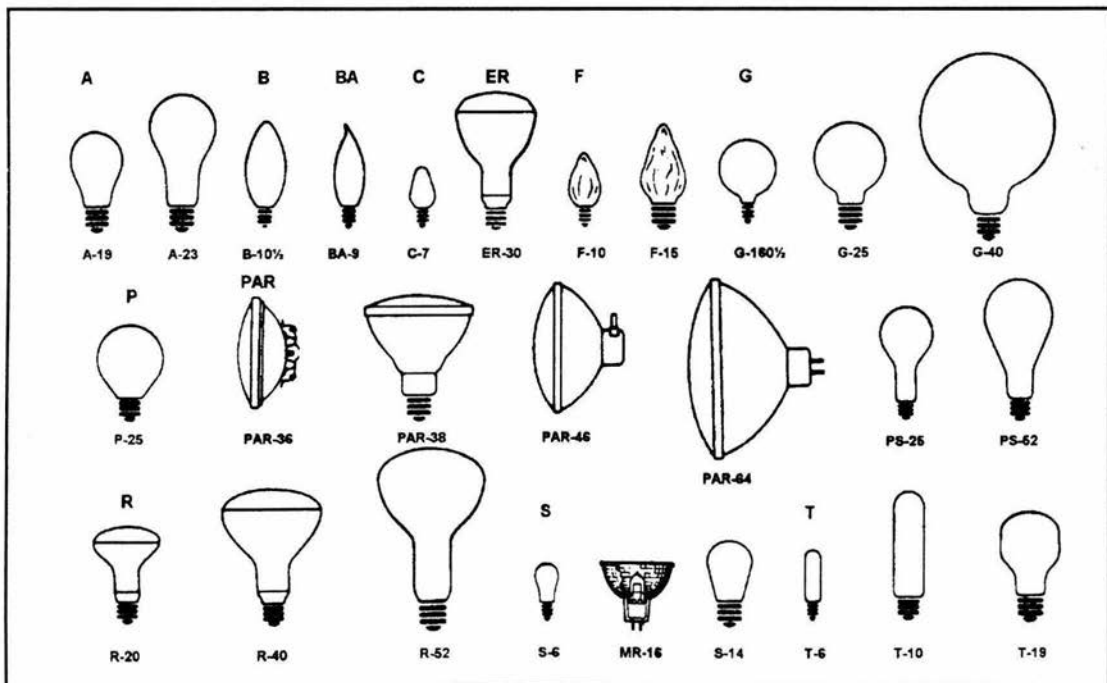


Figura 2.2 formas de bulbos. A) Estándar, B) Decoración, C) Cono, ER) Elíptica, F) Flama, G) Globo, GT) Tubular globo, MR) Mini reflector, P) pera, PAR) Parabólica, PS) Pera de cuerpo recto, R) Reflector, S) Interna recta, T) Tubular.

LAMPARAS FLUORESCENTES:

Son lámparas de descarga eléctrica en atmósfera de vapor de mercurio a baja presión, donde la luz se genera por el fenómeno de la fluorescencia. La descarga eléctrica se realiza en un tubo de longitud grande en relación con su diámetro, y en cuya pared interior lleva una fina capa de sustancias minerales fluorescentes, en los extremos del tubo se sitúan los filamentos. El tubo está relleno de un gas noble, generalmente argón a una determinada presión, y de una pequeña cantidad de mercurio. Los componentes que conforman una lámpara fluorescente se indican en la figura 2.3.

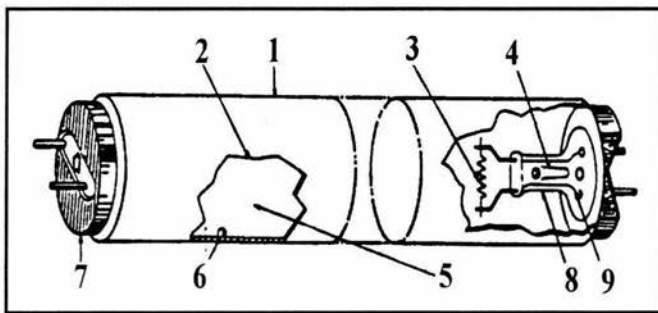


Figura 2.3. Componentes de una lámpara fluorescente.

1. - Bulbo: Mediante una clave que consiste en la letra "T" (debido a la forma tubular del bulbo) se determina la forma y tamaño del mismo. Esta letra va seguida de un número que expresa el diámetro del bulbo en octavos de pulgada. Figura 2.4.

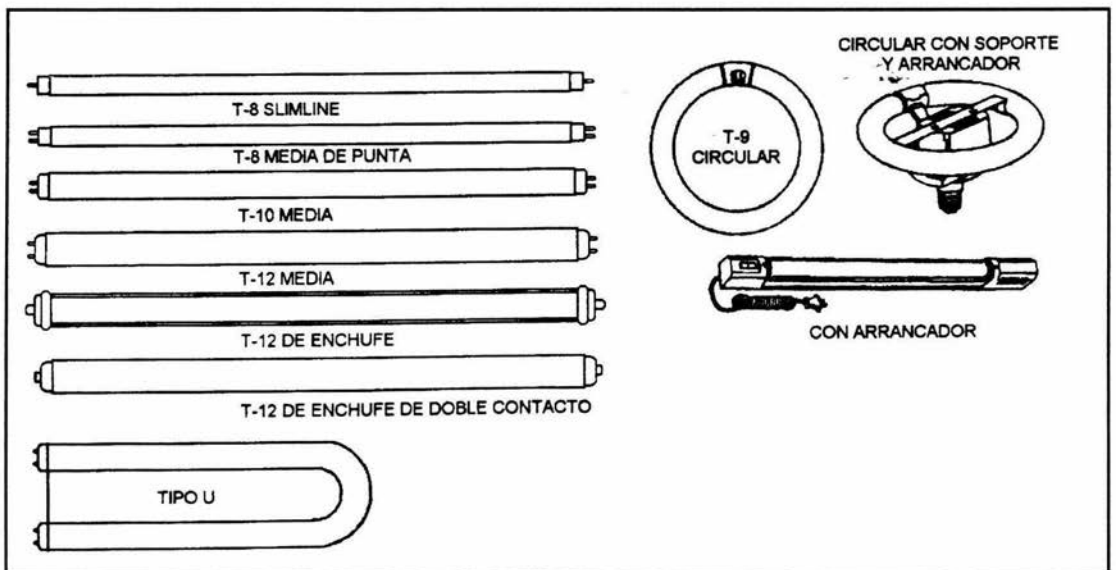


Figura 2.4 Formas de lámparas fluorescentes.

2. - Fósforos: El color de la luz producida por una lámpara fluorescente depende de la composición química del fósforo utilizado en el revestimiento interno del bulbo. Combinando proporciones variantes de distintos fósforos se produce una amplia variedad de colores.

3.- Electrodo: Consiste generalmente en un alambre de tungsteno de doble o triple enrollamiento espiral. Esta espiral lleva un revestimiento de un material emisor de electrones (bario, estroncio, óxido de calcio), cuya emisión tiene lugar a una temperatura de 950°C.

4.- Tubo de vacío: este tubo se utiliza para la extracción del aire, cuando la lámpara está en fabricación y también para introducir el gas en el tubo.

5.- Gas: El gas que generalmente se utiliza es el argón.

6.- Mercurio: Este va colocado en el bulbo en muy pequeñas cantidades para proveer el vapor de mercurio.

7.- Casquillo: Se utilizan diferentes tipos de casquillos, la figura 2.5. muestra algunos.

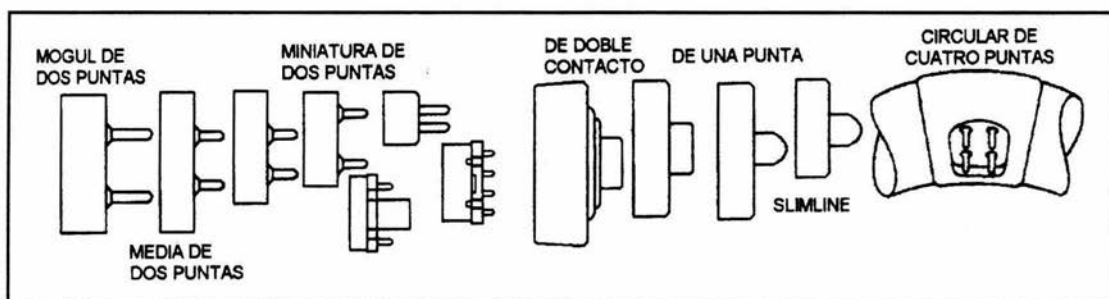


Figura 2.5. Tipos de casquillos de lámparas fluorescentes.

8. - Prensado de la boquilla: Los hilos de toma de corriente, van en ese punto fusionados en el vidrio de la boquilla.

9.- Hilos de toma de corriente: Estos van conectados a los pernos del casquillo y conducen la corriente hasta el cátodo.

Para que estas lámparas puedan funcionar necesitan de un equipo auxiliar, un balastro y/o un cebador. El balastro, que además de limitar o controlar la intensidad de corriente, tiene la función de regular la corriente necesaria para el precalentamiento de los electrodos y de proveer la tensión que ayude al encendido de la lámpara. Un cebador es un dispositivo de precalentamiento para que junto con el balastro provean la tensión de encendido (tensión de arranque). Las lámparas fluorescentes se dividen en tres grupos según su forma de arranque:

1.- Arranque rápido: En estas lámparas el precalentamiento se obtiene a través de un devanado de calentamiento para cada electrodo, incluido en el balastro. Estas lámparas no requieren arrancador, pues

encienden rápidamente, casi como las de arranque instantáneo, es el tipo de lámpara más usado. Estas lámparas utilizan casquillo de dos puntas.

2. - Arranque instantáneo: Estas lámparas se diseñaron para eliminar el dispositivo de arranque y conseguir un encendido más rápido, el dispositivo de arranque se eliminó al usarse un balastro que suministra a la lámpara una elevada tensión de arranque. Estas lámparas solo llevan un perno de contacto en cada extremo y se les conoce con el nombre de SLIM-LINE, es decir línea delgada.

3. - Arranque por calentamiento: Estas lámparas utilizan un circuito de arranque que sirve para precalentar a los electrodos, estas lámparas requieren además del balastro, un cebador. Estas lámparas utilizan casquillo de dos puntas.

Los colores más comerciales de lámparas fluorescentes en la actualidad son tres:

1.-“Luz de día”: Se denomina así debido a que el espectro luminoso se asemeja bastante a la luz natural y tiene una temperatura de color de 6000°K . Estas lámparas se aplican en aquellos lugares en que se desee apreciar mejor los colores sin importar la hora y las condiciones meteorológicas.

2.-“Blanco Frío”: Tiene la ventaja práctica de poderse combinar indistintamente con la luz natural y con la luz de las lámparas incandescentes ya que tiene una temperatura de color de 4300°K . Es la lámpara fluorescente de uso más general y su campo de aplicación es prácticamente ilimitado. Puede utilizarse por ejemplo para oficinas y archivos, talleres, escuelas, etc. Estas lámparas fluorescentes son de las más eficaces.

3.-“Blanco cálido”: En estas lámparas la temperatura de color es de 3000°K , y debido a la gran cantidad de radiaciones rojas hace que sea más parecida a las lámparas de incandescencia. Esta lámpara es adecuada en aquellos lugares donde sea esencial una perfecta reproducción de colores, sobre todo en expendios de víveres.

LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO (HQL)

La producción de luz en estas lámparas se basa en el principio de la luminiscencia que se obtiene por la descarga eléctrica a través del mercurio gasificado dentro de un tubo de descarga. Estas lámparas emiten una luz blanco-azulada por que carece de radiaciones rojas y esto es debido primordialmente al mercurio que se encuentra presente dentro del tubo de descarga junto con el gas argón. El tubo de descarga está construido de cuarzo debido a que por él circula una intensidad de corriente grande y está sometido a una fuerte presión interna. Fundidos en los extremos del tubo de arco contiene dos electrodos principales de tungsteno que están impregnados de un material emisor de electrones y uno auxiliar de encendido conectado a través de una resistencia ohmica de gran valor. También contiene unos miligramos

de mercurio puro, exactamente graduados y el gas argón que facilitará la descarga. La figura 2.6 muestra los componentes de las lámparas de vapor de mercurio

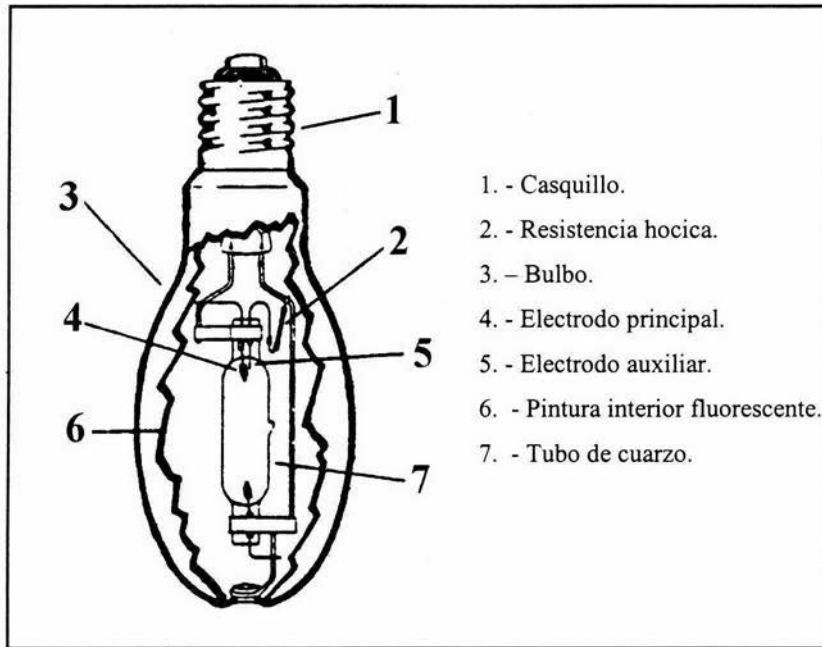


Figura 2.6 Componentes de las lámparas de vapor de mercurio.

La ampolla o bulbo exterior está construido por un vidrio resistente a los cambios bruscos de temperatura; Este bulbo tiene una forma elipsoidal. En su parte interior está cubierto de una sustancia fluorescente denominada vanadato de itrio, que activada por las radiaciones ultravioleta del arco de mercurio emite radiaciones rojas, corrigiendo así el color de su luz. El espacio comprendido entre el tubo de descarga y el bulbo exterior está ocupado por un gas neutro (nitrógeno + argón) a una presión inferior a la atmosférica, evitando así la formación de arco entre las partes metálicas en el interior del bulbo.

La primera ionización (descarga) del argón se produce entre el electrodo auxiliar y el principal junto a él. El calor generado por esta descarga vaporiza al mercurio, que posteriormente actúa como conductor principal de la descarga. Al transcurrir un tiempo de 4 a 5 minutos, la lámpara alcanza sus valores máximos, al apagarse no puede volver a encenderse hasta pasado un tiempo de enfriamiento, que generalmente es igual al de calentamiento, ya que en el tubo de descarga la presión del mercurio tiene que disminuir.

Estas lámparas deben conectarse a redes de alimentación a través de balastos, ya que por tratarse de lámparas de descarga resulta indispensable el equipo auxiliar que controle tanto el voltaje como la corriente en el encendido y en la operación normal.

LAMPARAS DE ADITIVOS METALICOS (HQI)

La constitución de estas las lámparas es semejante a las de vapor de mercurio a alta presión, pero además del mercurio, tienen halogenuros de tierras raras, como: dysprosio (Dy), holmio (Ho), y tulio (Tm). De esta manera es que se obtiene un buen IRC, alta temperatura de color y elevada eficacia 75-90 lm/w.

El tubo de descarga que se encuentra en el interior del bulbo, está constituido de cristal de cuarzo en forma tubular en cuyos extremos se encuentran colocados un electrodo de Wolframio en donde va depositado un material emisor de electrones, este material generalmente es oxido de Torio. Este tubo de descarga contiene en su interior: Mercurio (Hg), Yoduro tálico (Tii) y varios de los yoduros de tierras raras como las antes mencionadas y argón a una presión determinada que sirve como gas de arranque. Los extremos del tubo de descarga están cubiertos por una capa exterior de oxido de zirconio, que le sirven como estancador térmico, debido a que en ellas se encuentran los puntos más fríos.

Debido a los halogenuros, la tensión de encendido es elevada, necesitándose emplear un cebador o un aparato de encendido con tensiones de choque de 3 a 5 KV, de esta manera se garantiza un encendido seguro con temperaturas de 100 hasta -25°C .

LAMPARAS DE LUZ MIXTA (HWL)

Estas lámparas fueron creadas para corregir la luz azulada de las lámparas de mercurio, y para esto se ha adicionado dentro del mismo bulbo un filamento incandescente, esta característica logra que se puedan conectar directamente a la red de alimentación sin necesidad de un balastro, puesto que el filamento, además de fuente luminosa, actúa como resistencia limitadora de corriente.

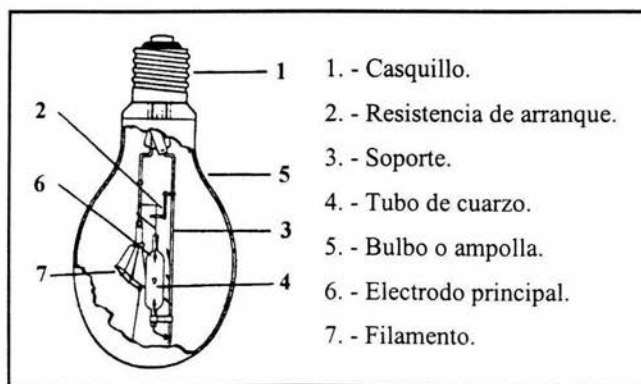


Figura 2.7 Componentes de una lámpara de luz mixta.

En el interior del bulbo que esta lleno de nitrógeno, se encuentran colocados un tubo de descarga con argón y mercurio, y un filamento incandescente que va situado alrededor del tubo de descarga y conectado en serie con este. En la figura 2.7 se muestran los componentes de esta lámpara.

Se construyen para tensiones de alimentación de 220 V, si se tienen caídas voltajes de un 10% puede llegar a dificultar su correcto encendido, pero si por el contrario se tienen tensiones excesivas, su vida útil se reducirá considerablemente. Las principales ventajas son las de poder ser intercambiables con lámparas incandescentes de grandes potencias ya que no requieren equipo auxiliar (balastro) obteniendo mayor eficacia. Son utilizadas tanto en interiores como en exteriores: naves industriales, talleres, sala de maquinas, calles, plazas públicas, vías de comunicación, etc.

LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO DE BAJA PRESIÓN:

Están constituidas por un tubo doblado en forma de U, relleno de una mezcla de gases inertes (por ejemplo neón) a la que se agrega una cierta cantidad de sodio. Cuando la alampara está fría, el sodio se deposita a lo largo del tubo en forma de gotas; bajo el efecto de la descarga el sodio pasa a estado gaseoso.

Fijados a los extremos del tubo se hallan los electrodos revestidos de sustancias capaces de emitir electrones. El tubo está dotado de prominencias que hacen la función de pequeños pozos para la recogida del sodio, así como puntos fríos que neutralizan la tendencia del sodio, durante la condensación a dirigirse hacia la parte curva del tubo. Para reducir la cantidad de calor transmitido al exterior, el tubo está encerrado en una ampolla de vidrio al vacío. Figura 2.8.

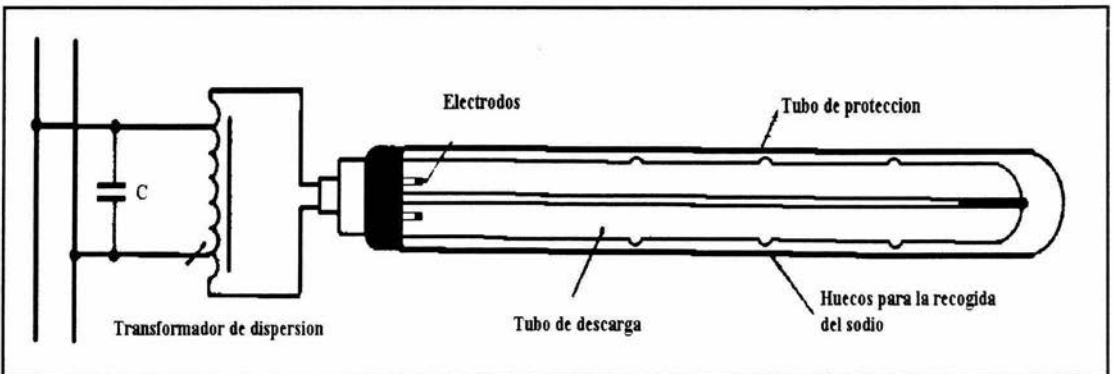


Figura 2.8.

Su eficacia es elevadísima y notable duración de vida (18,000 hrs.). La luz emitida es monocromática (amarilla) por lo que su IRC es bajo. Es necesario recurrir a dispositivos auxiliares para el arranque de la descarga, y requiere de 5 a 10 minutos para alcanzar el 80% de la emisión máxima.

LAMPARAS DE SODIO DE ALTA PRESIÓN

Son lámparas en las que el contenido de sodio es muy elevado. La luz que emiten (blanco oro) permite un IRC discreto. Para la construcción del tubo de descarga se recurre a un óxido de aluminio sinterizado que resiste las altas temperaturas y no es atacado por el sodio. En el tubo de descarga se introduce una amalgama de sodio y mercurio junto con un gas raro a baja presión para favorecer el arranque de la descarga. El tubo de descarga se coloca en una ampolla de vidrio duro al vacío para reducir la dispersión térmica y conseguir la máxima eficacia. La figura 2.9 muestra los componentes de esta lámpara y los elementos de conexión.

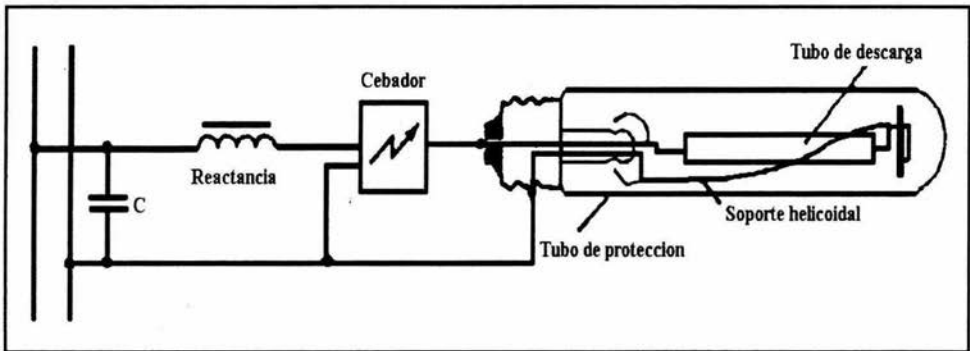


Figura 2.9.

Para el arranque de la descarga se recurre a cebadores hechos mediante tiristores que determinan la formación de picos de tensión muy elevados (3 KV) entre los electrodos de la lámpara, y que se superponen a la tensión suministrada por la reactancia, una vez que la descarga se ha iniciado, el cebador se desconecta automáticamente. Existen lámparas que no requieren el cebador electrónico para el arranque y, por lo tanto se pueden alimentar con las mismas reactancias que se emplean para las lámparas de vapor de mercurio, esto permite una rápida sustitución cuando se pretende elevar el nivel del alumbrado o ahorrar energía ya que una lámpara de sodio de alta presión de 400 W emite 50,000 lm frente a los 23,000 de una lámpara de vapor de mercurio, no obstante tarda varios minutos en alcanzar el 80% de la emisión luminosa y el costo es mayor incluyendo la reactancia y el cebador.

RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DE LAMPARAS ELECTRICAS

A continuación se presenta una tabla con características de las lámparas descritas y algunas aplicaciones de cada una de ellas. Esta tabla es muy general y por tanto queda en el diseñador determinar cual es el tipo de lámpara adecuado a las características y necesidades de cada una de las áreas de su proyecto.

TIPO DE LÁMPARA	POTENCIA	EFICACIA LUMINOSA	VIDA ÚTIL	TONALIDAD DE LA LUZ	RENDIMIENTO EN COLOR (IRC)	TAMAÑO	APLICACIONES
INCANDESCENTES	40-1000	12-20	750 2,500	Blanca de espectro continuo	Óptimo	Pequeñas	General (hogares, comercio, servicios).
	15-16	8-12	1,000				
	40-300	8-20	2,000	Muy pequeñas	Áreas deportivas, alumbrado de fachadas y terrazas.	Ornamental, decoración (iluminación en el interior de muebles).	
	300-10,000	20-25	2,000				
FLUORESCENTES TUBULARES	17-75	54-95	7,500 20,000	Cálido, frío y luz de día	Bueno	Grandes o muy grandes	Talleres e industrias donde se requiere una reproducción buena de colores, donde es importante la eficiencia y eficacia luminosa.
	21-75	49-102	7,500 15,000	Cálido, frío y luz de día			
	60-215	72-80	10,000 12,000	Frio y luz de día	Óptimo	Grandes naves industriales, amplios espacios al aire libre.	
VAPORES METÁLICOS	100-1,000	44-63	24,000	Verde - azul	Discreto	Pequeñas	Pabellones de feria, zonas al aire libre, instalaciones deportivas.
	70-1,500	74-103	3,000 20,000	De día	Óptimo		
	160-500	19-25	6,000	De día	Muy bueno	Fabricas, almacenes, estacionamientos, calles.	
	18-180	100-183	18,000	Amarillo	Monocromático	Cruces y bifurcaciones de carreteras, zonas al aire libre, fundiciones.	
Sodio de alta presión	35-1,000	64-140	16,000 24,000	Amarillo - oro	Discreto	Pequeñas	Carreteras, aeropuertos, zonas portuarias, naves industriales.

Tabla 2.1 Resumen de características de lámparas eléctricas.

CAPÍTULO 3

MÉTODOS DE CÁLCULO DE ILUMINACIÓN

MÉTODO DE LUMEN

El método de lumen sirve para determinar el nivel de iluminación o la cantidad de luminarios para un nivel deseado por medio de la fórmula que a continuación se indica:

$$E = \frac{(lm/Lum)(No.Lum)(C.U.)(F.M.)}{Area} \quad \text{Para interiores,} \quad (3.1)$$

Donde:

E = Iluminación en luxes [lx].

Lm = Flujo luminoso en lúmenes [lm].

Lum = Luminarios.

C.U. = Coeficiente de utilización.

F.M. = Factor de mantenimiento.

ILUMINANCIA (E): es la densidad de flujo luminoso (lm) sobre una superficie y es directamente proporcional a la densidad luminosa e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia, $E = \Phi/m^2$. Su unidad es el lux. En los países de habla inglesa se usa el pie-candela siendo: 1 pie-candela = 10.76 luxes.

Algunos de los niveles de iluminación para locales interiores que recomienda la Sociedad Mexicana de Ingeniería e Iluminación A.C. (S.M.I.I.) y los representantes de diversas instituciones, dependencias oficiales y compañías interesadas en la buena iluminación se muestran en la tabla 3.1.







	Luxes I.E.S. 99%	Luxes S.M.I.I. 95%		Luxes I.E.S. 99%	Luxes S.M.I.I. 95%
1. - EDIFICIOS INDUSTRIALES			4. - HOTELES, RESTAURANTES, TIENDAS Y RESIDENCIAS.		
ENSAMBLADO			ESCAPARATES		
Tosco fácil de ver.	300	200	Cajera	500	300
Tosco difícil de ver.	500	300	General.	1,000	600
Medio.	1,000	600	Atracciones principales.	5,000	3,000
Fino.	5,000	3,000	RESIDENCIAS		
FUNDICIÓN			Salas, comedores, recamaras,		
Templado (horno)	300	200	cuartos de estudio, biblioteca y		
Limpido	300	200	cuartos de recreo o juego.	100m	60m
Moldeo Mediano	1000	600	Cocina, lavandería cuarto de		
Grande	500	300	baño.	300	200
Desmolde	300	200	5. -AREAS COMUNES.		
SOLDADURA			BODEGAS		
Iluminación general.	500	300	Inactivas	50	30
Soldadura manual de precisión con arco.	10,000a	6,000a	Activas: Piezas toscas.	100	60
TALLERES MECÁNICOS			Piezas medianas.	200	100
Trabajo burdo de banco y sierra	300	200	Piezas finas.	500	300
Trabajo burdo de maquinaria	500	300	6. -ALUMBRADO EXTERIOR.		
VIDRIO, FABRICAS DE			Autopistas y carreteras	4-6	4-6
Esmerilado, cortado y plateado.	500	300	Vías principales	4-12	4-12
Esmerilado fino, biselado, pulido.	1,000	600	Vías secundarias	3-9	3-9
Inspección, grabado y decoración.	2,000a	1100a	Estacionamientos.	50	50
2. - OFICINAS, ESCUELAS Y EDIFICIOS PUBLICOS.			GASOLINERAS		
IGLESIAS			Acceso	30	30
Altar, retablos	1,000e	600e	Áreas bomba de gasolina	300	300
Coro, presbiterio	300e	200e	Área de servicio	70	70
Púlpito	500e	300e	7. - ALUMBRADO DE AREAS DEPORTIVAS.		
Nave principal de la iglesia	150e	100e	ALBERCA		
OFICINAS			Iluminación general desde planta	100	
Proyectos y diseños.	2,000	1,100	Exterior.	s	
Contabilidad, auditoria, maquinas de			Interior.	t	
contabilidad.	1,500	900	BASKETBALL		
Trabajos ordinarios de oficina.	1,000	600	Universitario y profesional.	500	
Archivado intermitente o discontinuado.	700	400	Dentro de colegios.	300	
Sala de conferencias, entrevistas, salas de			FRONTÓN		
receso, archivos de poco uso o sean las áreas en			Profesional.	1,500	
las cuales no se exige la fijación de la vista en			Aficionados.	1,000	
forma prolongada.	300	200	SOFTBALL	Jardines	Cuadro
3. - HOSPITALES			Profesional y campeonato.	300	500
Sala de preparación y anestesia.	300	200	Semiprofesional.	200	300
EMERGENCIA			Ligas industriales.	150	200
Iluminación general.	1,000	600	8. -TRANSPORTES		
Iluminación localizada.	20,000	9,000	AUTOBUSES		
SALA DENTAL			Urbano.	300	
Cuarto de espera.	300	200	Foráneo.	150	
Cirugía dental.	700	400	AVIONES		
Silla dental.	10,000	6,000	Iluminación general.	50	
Sala de recuperación.	50	30	Lectura en asientos.	200	

Tabla 3.1 a) se puede obtener con la combinación de alumbrado general y suplementario, e) si los acabados son oscuros, la iluminación será de 2/3 del nivel recomendado para evitar altos contrastes, s) 600 lm/m², t)1000 lm/m²

La segunda y quinta columna indican los niveles de iluminación publicados por el I.E.S. Lighting Handbook edición 1959, con las dos siguientes características: un 99% de rendimiento visual y 5 asimilaciones por segundo, entiéndase esto último como el promedio de percepciones visuales de un objeto, que puede hacer una persona por segundo, y en la tercera y sexta columnas, los niveles de iluminación con un rendimiento visual de 95% y 5 asimilaciones por segundo. En los casos en que el valor de la S.M.I.I. y el del I.E.S. son iguales, significa que es el valor mínimo recomendado.

FLUJO LUMINOSO (Ø): Es la energía radiante en forma de luz emitida por una fuente luminosa en la unidad de tiempo (segundo), su unidad es el lumen.

LUMINARIO: Aparato eléctrico empleado para modificar la distribución del flujo luminoso emitido por las fuentes de luz para dirigirlo en determinadas direcciones (reflectores) y/o para atenuar el deslumbramiento, ocultando parcial o totalmente la visión de la lámpara (difusores). Asimismo protegen a las lámparas de daños de origen mecánico o ambiental e impiden el acceso a las partes sometidas a tensión eléctrica evitando contactos directos. Los luminarios se pueden clasificar de acuerdo a su curva de distribución como lo muestra la figura 3.1. Las curvas de distribución son la representación gráfica del comportamiento de la potencia luminosa emitida por el luminario, se presentan en coordenadas polares y los valores están dados en candelas, las figura 3.1 extremo derecho.

CLASIFICACIÓN	% DE LUZ RESPECTO A LA HORIZONTAL		DISTRIBUCIÓN DE POTENCIA LUMÍNICA
	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 %	

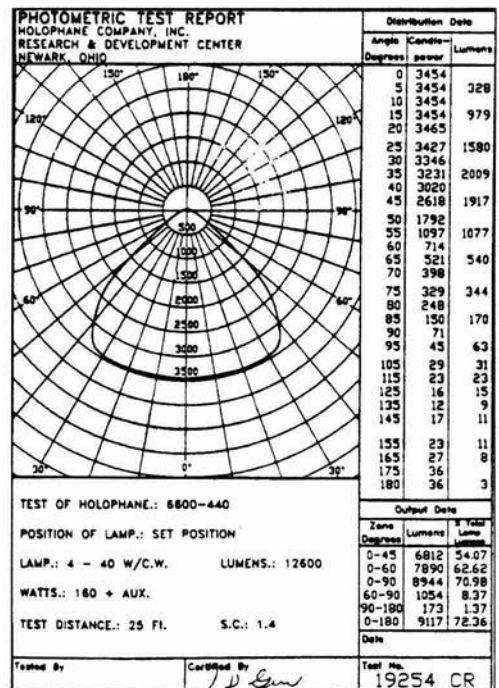


Figura 3.1. Clasificación de luminarios de acuerdo a su curva de distribución

COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN (C.U.): Es la relación entre el flujo luminoso (lm) emitido por un luminario que incide sobre el plano de trabajo y el flujo luminoso emitido por las lámparas solas del luminario; Depende de las reflexiones de techo, paredes y piso, de la forma del cuarto y de las curvas de distribución del luminario; Para cuartos con paredes lisas y claras el C.U. será más grande respecto a cuartos con paredes no reflejantes, para cuartos estrechos y altos el C.U. será menor respecto a cuartos no tan altos. Se obtiene en locales normalizados utilizando luminarias con curvas de distribución diversas, las cuales son proporcionadas por los fabricantes. La tabla 3.2 es una típica tabla de C.U.

COEFICIENTES DE UTILIZACIÓN											
HOLOPHANE 6600-440, 4-40W/BLANCO FRIO, TEST19254CR											
PISO		20 %									
PARED		80 %			50 %			10 %			0 %
TECHO		50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0%
R. C. R.	0	.85	.85	.85	.79	.79	.79	.72	.72	.72	.71
	1	.76	.73	.71	.71	.69	.67	.65	.64	.63	.61
	2	.67	.63	.59	.63	.60	.57	.59	.56	.54	.53
	3	.60	.55	.51	.57	.53	.49	.53	.50	.47	.46
	4	.54	.48	.44	.51	.46	.43	.48	.44	.41	.40
	5	.49	.43	.38	.46	.41	.38	.43	.40	.37	.35
	6	.44	.38	.34	.42	.37	.33	.39	.36	.32	.31
	7	.40	.34	.30	.38	.33	.30	.36	.32	.29	.28
	8	.37	.31	.27	.35	.30	.27	.33	.29	.26	.25
	9	.34	.28	.24	.32	.27	.24	.31	.27	.24	.22
10	.31	.26	.22	.30	.25	.22	.29	.24	.22	.20	

Tabla 3.2

Para la tabla anterior es necesario conocer los índices de reflexión y el índice de cuarto o R.C.R.:

1. - Componente indirecta: es la porción del flujo luminoso que llega al plano de trabajo después de ser reflejado por las superficies del cuarto; La tabla 3.3 muestra algunos porcentajes de reflexión.

SUPERFICIES DE PINTURA			SUPERFICIES DE MADERA	
Tono	Color	% de reflexión	Color	% de reflexión
Muy claro	Blanco nuevo	88	Maple	43
	Blanco viejo	76	Nogal	16
	Azul verde	76	Caoba	12
	Crema	81	Pino	48
	Azul	65	ACABADOS METALICOS	
	Miel	76	Blanco polarizado	70 – 85
	Gris	83	Esmalte horneado	
Claro	Azul verde	72	Aluminio pulido	75
	Crema	79	Aluminio mate	75
	Azul	55	Aluminio claro	79
	Miel	70	ACABADOS DE CONSTRUCCIÓN	
	Gris	73	Mármol blanco	45
Mediano	Azul verde	54	Concreto	40
	Amarillo	65	Tabique pulido	40
	Miel	63	Tabique rojo barnizado	30
	Gris	61	Cemento	27
Oscuro	Azul	8	Cantera clara	18
	Amarillo	50	Roca basáltica	18
	Café	10	Adoquin de roca ígnea	17
	Gris	25	Grava	13

Verde	7	Asfalto limpio	7
Negro	3	Pasto verde oscuro	6

Tabla 3.3.

2. - Para tomar en consideración la forma y altura del cuarto y altura de las lámparas respecto al plano de trabajo se consideran dos métodos, el segundo mas usado en la actualidad.

Método de índice de cuarto:

$$Ic = \frac{AREA}{Hcc(LARGO + ANCHO)} = \frac{5}{R.C.R.} \quad (3.2)$$

Método de cavidad zonal (Room Cavity Relation):

$$R.C.R. = \frac{5 \times Hcc(LARGO + ANCHO)}{AREA} \quad \text{Áreas Regulares,} \quad (3.3)$$

$$R.C.R. = \frac{2.5 \times Hcc \times PERIMETRO}{AREA} \quad \text{Áreas Irregulares,} \quad (3.4)$$

Donde todos los valores se introducen en metros. Hcc se define en la figura 3.2.

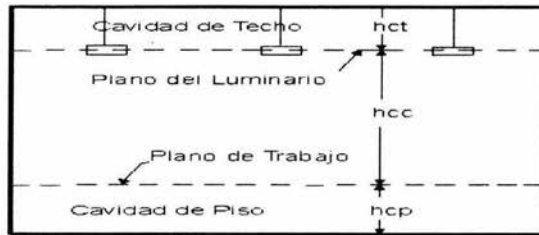


Figura 3.2. Hct = altura cavidad de techo, Hcc = altura cavidad de cuarto, Hcp = altura cavidad de piso

FACTOR DE MANTENIMIENTO (F.M.): Se le conoce también como Light Loss Factor (LLF) y es el producto de ocho factores que varían según las condiciones dadas de tiempo y de uso, se clasifican en factores no recuperables (1 – 4) y factores recuperables (5 – 8).

1. - Variación de tensión: La figura 3.3 muestra el rendimiento luminoso debido a cambios de tensión.

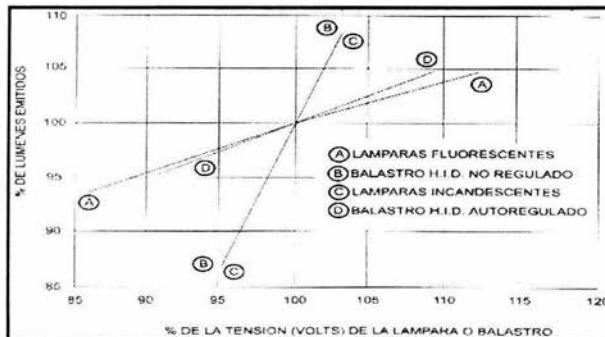


Figura 3.3

2. - Temperatura ambiente: La figura 3.4 muestra el cambio en el rendimiento lumínico de las lámparas fluorescentes desnudas en aire calmado por acción de la temperatura.

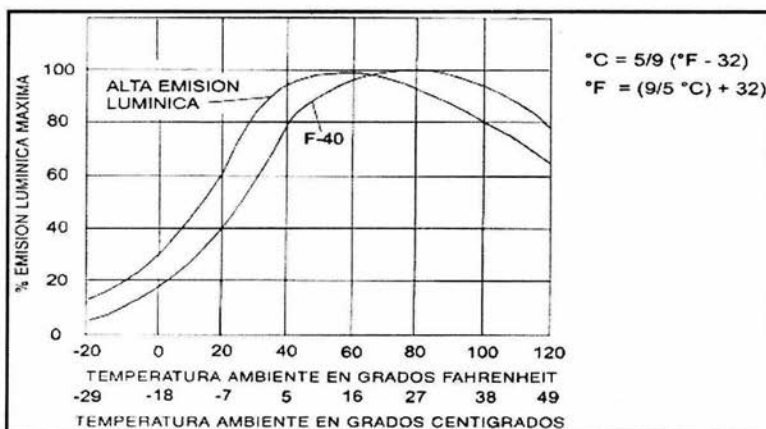


Figura 3.4

3. - Depreciación por deterioro en las superficies del luminario.

4. - Factor de balastro: Es la relación del flujo luminoso emitido por una lámpara la cual es operada por un balastro convencional entre el flujo luminoso emitido por la misma lámpara cuando ésta es operada por un balastro patrón.

5. - Depreciación por suciedad acumulada en la superficie del local: Dependiendo de la actividad a realizar dentro de él. Tabla 3.4.

% DE DEPRECIACION POR SUCIEDAD ESPERADA	TIPO DE DISTRIBUCION DE LUMINANCIA																			
	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 R.C.R.																				
1	.98	.96	.94	.92	.87	.92	.89	.84	.94	.87	.80	.76	.94	.87	.80	.73	.90	.80	.70	.60
2	.98	.96	.94	.92	.86	.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

Tabla 3.4

6. - Lámparas quemadas o fundidas: pérdidas fraccionales de iluminancia debido a lámparas fundidas después de que han funcionado por largos periodos.

7. - Depreciación de lúmenes de la lámpara (L.L.D.) Lamp lumen Depreciation: Es la pérdida de la emisión luminosa emitida por la lámpara debido al uso normal de operación siendo una relación de los lúmenes emitidos por la lámpara al 70 % de su vida entre los lúmenes iniciales de esta misma. Esta información la muestra el fabricante en sus manuales.

8. - Depreciación por suciedad acumulada en el luminario (L.D.D.) luminarie Dirt Depreciation: trae como consecuencia una pérdida en la emisión luminosa y por lo mismo también en el plano de trabajo. La suciedad proviene de dos fuentes, la externa y la generada por el trabajo realizado circundante al luminario. Esta suciedad puede ser adhesiva (grasa, aceite, etc.), atraída por fuerza electrostática (cabello, pelusa, fibras cargadas electrostáticamente, etc.), o inerte (harina seca, aserrín, cenizas finas, etc.). La tabla 3.5 muestra algunas características.

DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES DE SUCIEDAD EN LOS LUMINARIOS					
	MUY LIMPIO	LIMPIO	MEDIO	SUCIO	MUY SUCIO
SUCIEDAD GENERADA	Ninguna	Muy poca	Notoria pero no pesada	Se acumula con rapidez	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	Mas bajo que el promedio	Solo ventiladores si es que hay	Ninguna
ADHESIÓN	Ninguna	Ligera	Suficiente, visible después de meses	Alta, probablemente también estática	Alta
EJEMPLOS	Oficinas de categoría, laboratorios, quirófanos, Salas de computo.	Oficinas cercanas a producción, ensamble sencillo, inspección, salas generales.	Maquinado y molinos, procesamiento de papel, maquinado ligero.	Tratamiento técnico, impresión a alta velocidad, procesamiento de hules, fundición.	Sucio pero los luminarios se encuentran a lado de la fuente de contaminación.

Tabla 3.5.

Por el tipo y componentes del luminario se determinan las categorías de mantenimiento del luminario. La tabla 3.6 muestra las categorías.

	ENVOLVENTE SUPERIOR	ENVOLVENTE INFERIOR
CATEGORÍA	I Ninguna	Ninguna
	II Transparente, 15 % o más de componente de luz hacia arriba a través de aberturas. Translúcido, 15 % o más de componente de luz hacia arriba a través de aberturas. Opaco, 15 % o mas de componente de luz hacia arriba a través de aberturas.	Ninguna Louvers o baffles (rejillas o deflectores)
	III Ninguna Transparente, menos de 15 % de componente de luz hacia arriba a través de aberturas. Translúcido, menos de 15 % de componente de luz hacia arriba a través de aberturas. Opaco, menos de 15 % de componente de luz hacia arriba a través de aberturas	Ninguna Louvers o baffles (rejillas o deflectores)
	IV Transparente sin aberturas Translucido sin aberturas Opaco sin aberturas	Ninguna Louvers (rejillas)
	V Transparente sin aberturas Translucido sin aberturas Opaco sin aberturas	Transparente sin aberturas Translucido sin aberturas

VI	Ninguno Transparente sin aberturas Translucido sin aberturas Opaco sin aberturas	Transparente sin aberturas Translucido sin aberturas Opaco sin aberturas
----	---	--

Tabla 3.6. Categorías de mantenimiento.

A continuación se muestra en la imagen 3.5. Algunos luminarios con su curva de distribución y su categoría de mantenimiento.










LUMINARIO TÍPICO	CURVA DE DIST. Y % DE LUMENES		LUMINARIO TÍPICO	CURVA DE DIST. Y % DE LUMENES		LUMINARIO TÍPICO	CURVA DE DIST. Y % DE LUMENES	
	CAT.	ESPAC. MÁXIMO		CAT.	ESPAC. MÁXIMO		CAT.	ESPAC. MÁXIMO
 ESFERA DIFUSA CON MONTAJE COLGANTE	V	1.5	 UNIDAD TOTALMENTE CERRADA	V	1.4	 CANALES PARA 1 O 2 LAMPARAS FLUORESCENTES	I	1.6/1.2
 REFLECTOR ESMALTADO TIPO RLM	IV	1.3	 UNIDAD DE EMPOTRAR CON REFLECTOR PRISMÁTICO VENTILADO	IV	1.7	 UNIDAD FLUORESCENTE TIPO INDUSTRIAL	II	1.3
 CANALES PARA 2 O 4 LAMPARAS FLUORESCENTES TIPO EMPOTRAR O SOBREPONER CON CONTROLANTE DE ACRILICO PRISMÁTICO	V	1.4/1.2	 UNIDAD TIPO INDUSTRIAL CON REFLECTOR PRISMÁTICO VENTILADO (EFECTO CHIMENEA).	III	1.5	 UNIDAD FLUORESCENTE CON REJILLA DE 45 x 45	IV	1.0

Figura 3.5.

Una vez determinadas las condiciones de suciedad en el luminaire y la categoría de mantenimiento del luminaire, se procede a obtener el L.D.D.. en las curvas de degradación por suciedad en el luminaire, las cuales se muestran en la figura 3.6. El primer paso es escoger la gráfica que corresponda a la categoría del luminaire escogido; el segundo paso es identificar la curva dentro de la gráfica en la cual se indica la condición de suciedad en el luminaire debido al medio ambiente circundante; en el tercer paso se selecciona en la parte inferior de la tabla cada cuantos meses se le dará mantenimiento al luminaire, que por lo regular en industrias grandes es de aproximadamente 18 meses, y en escuelas cada 12; después se intersectan la línea de suciedad del luminaire y la línea del tiempo de mantenimiento, y por último se refiere el punto al eje de las ordenadas para determinar el valor de L.L.D

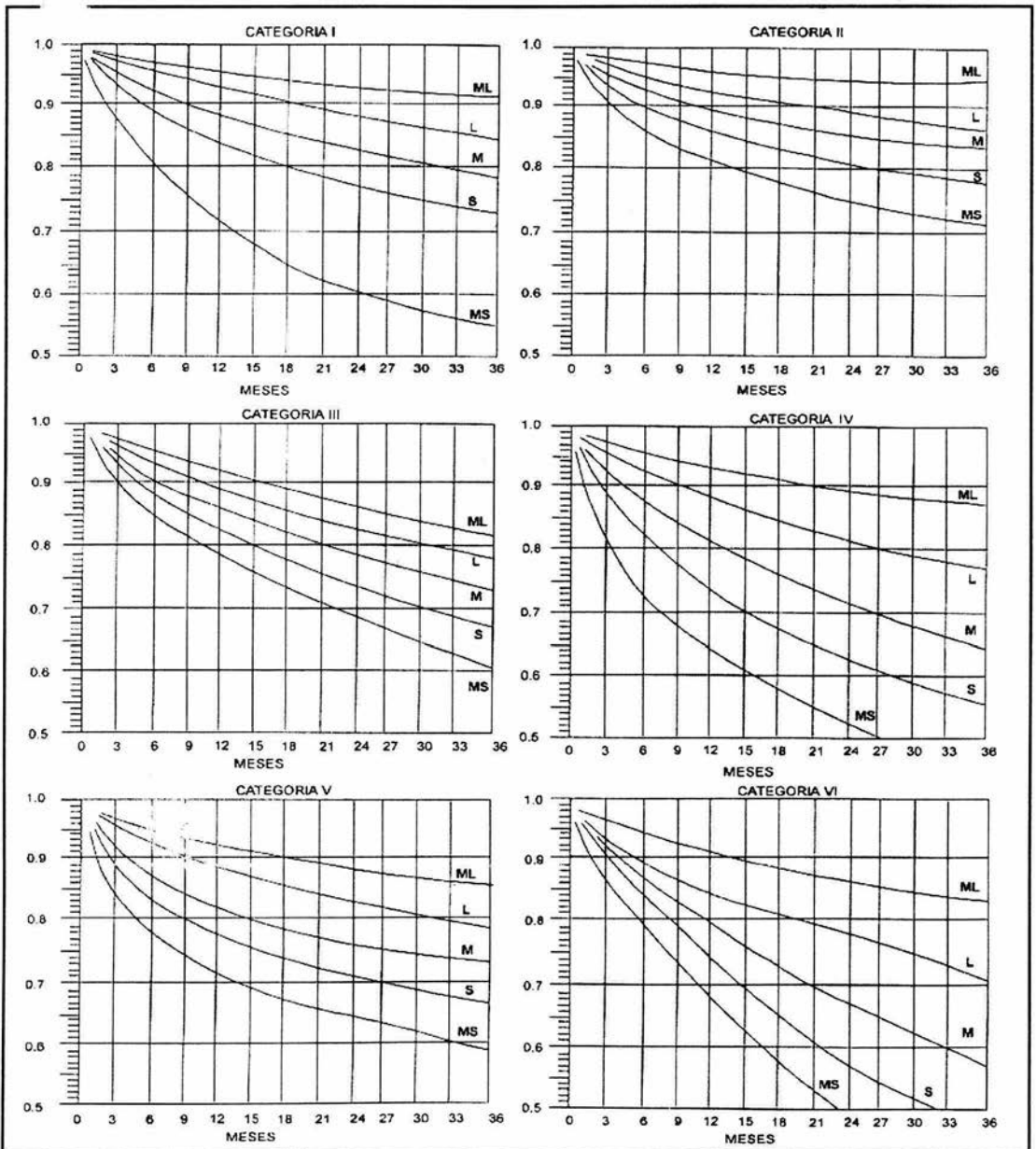


Figura 3.6. ML) Muy limpio, L) Limpio, M) Medio, S) Sucio, MS) Muy sucio.

En la actualidad los únicos factores que se toman en cuenta para calcular el factor de mantenimiento son: La depreciación de lúmenes de la lámpara (L.L.D.) y la depreciación por suciedad acumulada en el luminario (L.D.D.); por tal motivo el factor de mantenimiento queda definido por la ecuación siguiente:

$$F.M. = L.L.D. \times L.D.D. \quad (3.5)$$

METODO PUNTO POR PUNTO

Se utiliza para conocer la intensidad luminosa en un punto específico y se calcula por medio de las formula que se muestran en la figura 3.5

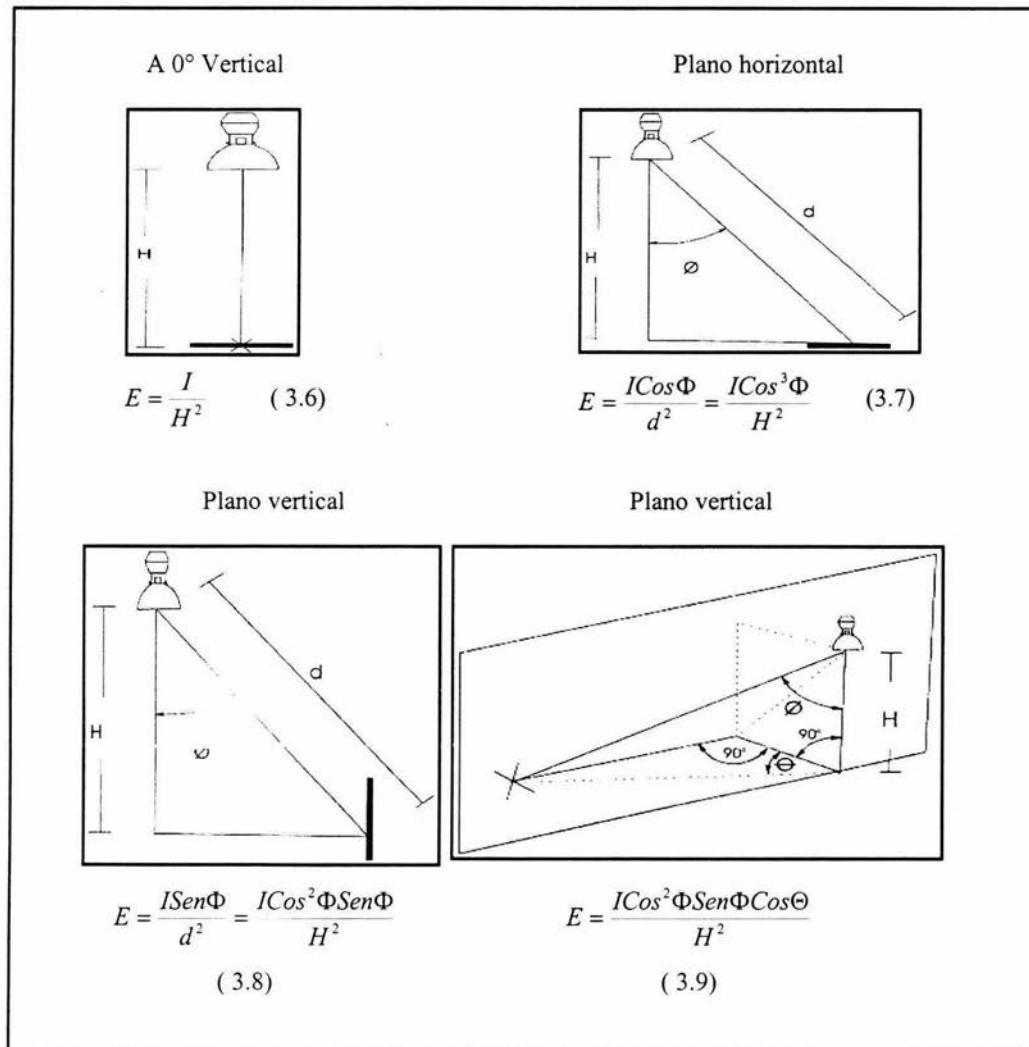


Figura 3.5. Método punto por punto.

Estos dos métodos de calculo de iluminación son el principio de funcionamiento del software para calculo de iluminación, existen diferentes programas, pero en el siguiente capítulo utilizaremos el “Visual - Professional Edition” únicamente.

CAPITULO 4

PROYECTO DE ILUMINACIÓN

DATOS DEL CLIENTE

Razón Social: VICRAL DE MÉXICO, S.A. DE C.V.
Dirección: LUIS LUSATI # 2,
COL. MÉXICO NUEVO.
ATIZAPAN DE ZARAGOZA.
ESTADO DE MEXICO.
Código Postal: 52966
R.F.C.: VME9003022E9
Teléfono: 58248617
Fax: 58248617
Responsable: ROBERTO ARRIAGA TORRES
Puesto: GERENTE DE PROYECTOS Y VENTAS

DATOS DEL ÁREA

PLANOS:

AA.- Almacén de aluminio.

AC.- Almacén de cristal.

AE.- Almacén de equipo

AH.- Almacén de Herrajes

AP.- Almacén de plásticos

AR.- Almacén de residuos.

B.- Baño.

C.- Área de corte.

CB.- Contenedor de basura.

F.- Archivo.

M.- Área de Moldeo

MO.- Mostrador.

O.- Oficina.

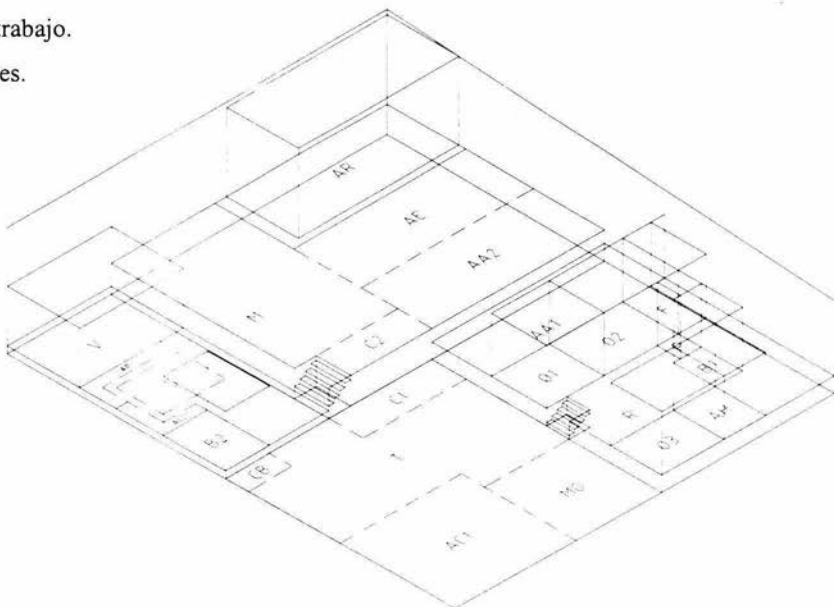
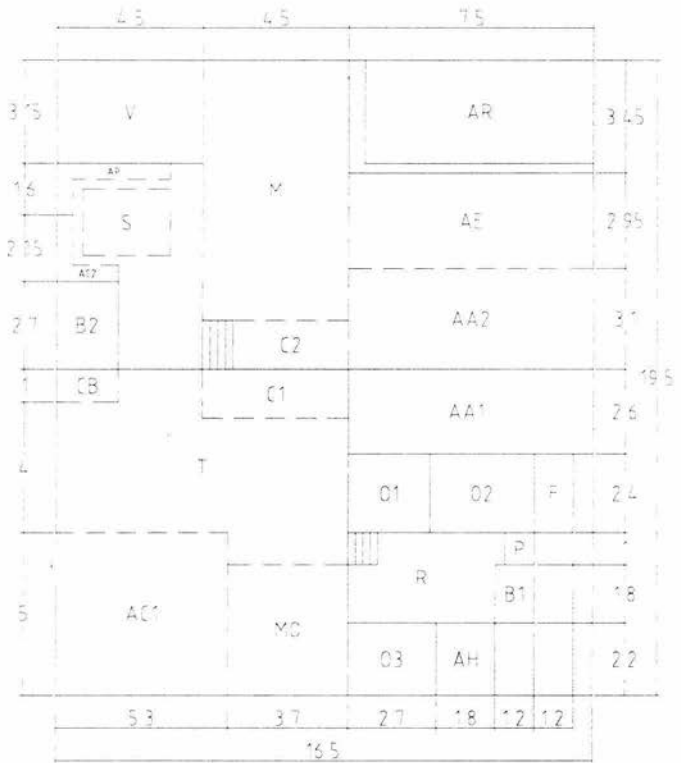
P.- Papelería.

R.- Recepción

S.- Área de soldadura.

T.- Área de trabajo.

V.- Vestidores.



IDENTIFICAR DIFERENTES ÁREAS A ILUMINAR Y ACTIVIDADES QUE EN ELLAS SE DESEMPEÑAN:

- AA.- Almacén de aluminio: Se almacenan los perfiles de aluminio completos (6.10 m) o tramos mayores a 50 cm aproximadamente.
- AC.- Almacén de cristal: Se almacenan cristales de todo tipo (claro, filtrasol, bronce, reflecta, luna, etc.) con espesores de 3 a 12 mm., de varias medidas con un área mínima de 0.1 m².
- AE.- Almacén de equipo: Se almacenan torres, tablonces, escaleras, moldes para domos, compresora, sierra de segueta eléctrica, carretilla, etc.
- AH.- Almacén de herrajes: Se almacenan chapas, bisagras, carretillas, tornillos, pijas, remaches, etc.
- AP.- Almacén de plásticos: Se almacenan plásticos, acrílicos y policarbonatos de varias medidas y espesores.
- B.- Baño de ejecutivos y baño de empleados.
- C.- Área de corte: Se corta con sierra de banco disco.
- CB.- Contenedor de basura.
- F.- Archivo: Se almacenan todos los documentos relacionados a la empresa.
- M.- Área de Moldeo: Se introduce la hoja de acrílico al horno para después colocarla en la prensa o molde determinado.
- MO.- Mostrador: Se reciben y entregan presupuestos, se realizan ventas y se entregan pedidos.
- O.- Oficina: Se realizan diseños y presupuestos, trabajos de contabilidad, etc.
- P.- Papelería: Se almacena la papelería de la empresa.
- R.- Recepción: sala de espera.
- S.- Área de soldadura. Se realiza soldadura eléctrica ocasionalmente.
- T.- Área de trabajo: Se ensamblan ventanas, se corta y coloca cristal, se instalan herrajes, etc.
- V.- Vestidores.

DIMENSIONES: Se muestran en la tabla 4.1.

AREA	LARGO	ANCHO	SUPERFICIE	ALTO	Hct	Hcc	Hcp	Altura respecto al piso
AA1	7.50	2.60	19.50	3.66	0.16	3.00	0.00	0.66
AA2	7.50	3.10	23.25	3.14	0.16	2.98	0.00	1.17
AC1	5.80	5.00	29.00	3.66	0.16	3.50	0.00	0.00
AC2	3.45	0.50	1.72	2.24	0.16	2.08	0.00	0.30
AE	7.50	2.95	22.12	3.14	0.16	2.98	0.00	1.17
AH	2.20	1.80	3.96	2.40	0.00	2.20	0.00	0.66
AP	4.60	0.50	2.30	2.40	0.16	2.20	0.00	0.30
B1	1.80	1.20	2.16	2.40	0.00	1.45	0.75	0.66
B2	2.70	1.90	5.13	2.24	0.16	1.33	0.75	0.30
C1	4.50	1.50	6.75	3.14	0.16	2.98	1.00	0.00
C2	3.00	1.50	4.50	3.16	0.16	2.84	1.00	1.17
CB	1.90	1.00	1.90	4.00	0.16	2.84	1.00	0.00

F	2.40	1.20	2.88	2.40	0.00	1.90	0.30	0.66
M	8	4.50	36.00	3.16	0.16	3.00	0.00	1.17
MO	4.00	3.70	14.80	3.66	0.16	2.50	1.00	0.00
O1	2.50	2.40	6.00	2.40	0.00	1.45	0.75	0.66
O2	3.20	2.40	7.68	2.40	0.00	1.45	0.75	0.66
O3	2.70	2.20	5.94	2.40	0.00	1.45	0.75	0.66
P	1.00	0.90	0.90	2.40	0.00	2.20	0.00	0.66
R	4.50	2.80	12.60	2.40	0.00	2.20	0.00	0.66
S	2.70	2.05	5.53	2.24	0.16	1.08	1.00	0.30
T	9.00	5.00	45.00	3.98	0.16	2.82	1.00	0.00
V	4.50	3.15	14.17	2.24	0.16	1.33	0.75	0.30

Tabla 4.1

TIPO DE TECHO: Tiene una caída cuya inclinación de 3.72°

ACABADOS DEL LOCAL: Los porcentajes aproximados de reflexión se muestran en la tabla 4.2.

AREA	TECHO %	PARED %	PISO %	AREA	TECHO %	PARED %	PISO %
AA1	80	10	30	F	50	50	30
AA2	80	10	30	M	80	10	30
AC1	80	30	30	MO	80	10	30
AC2	10	30	30	O1	50	10	30
AE	80	10	30	O2	50	10	30
AH	50	30	30	O3	50	30	30
AP	10	30	30	P	50	30	30
B1	50	50	30	R	50	10	30
B2	10	50	30	S	10	10	30
C1	80	10	30	T	80	10	30
C2	80	10	30	V	10	30	30
CB	80	30	30				

Tabla 4.2

UBICACIÓN Y ALTURA DE LA MAQUINARIA INSTALADA EN CADA UNA DE LAS ÁREAS: La altura de maquinaria o mesas de trabajo en cada área están determinadas según la Hcc y Hcp, y no existe equipo que interfiera con la colocación de los luminarios ni producen sombra a otras áreas.

DATOS A DEFINIR DEL PROYECTO

NIVELES DE ILUMINACIÓN: Se obtienen de la tabla 3.1 o directamente de los niveles de iluminación recomendados por la Sociedad Mexicana de Ingeniería e Iluminación A.C. (S.M.I.I.). Tabla 4.3.

AREA	S.M.I.I., 95 %, LUXES	AREA	S.M.I.I., 95 %, LUXES	AREA	S.M.I.I., 95 %, LUXES
AA1	60	B2	200	O2	1100
AA2	60	C1	200	O3	600
AC1	60	C2	200	P	30
AC2	60	CB	30	R	200
AE	60	F	30	S	300
AH	100	M	300	T	600
AP	60	MO	300	V	60
B1	200	O1	1100		

Tabla 4.3

TIPO DE LÁMPARAS: Como muestra del calculo de iluminación desarrollare cada uno de los siguientes puntos para el área O1; Conforme al objetivo de reducir el consumo de energía y suficiente luminiscencia utilizare lámparas fluorescentes ya que es necesario un buen IRC y la Hcc no es considerable para utilizar lámparas de aditivos metálicos. En la tabla 4.4 se muestran características de lámparas fluorescentes.

WATTS	TIPO	ACABADO	LUMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICIENCIA LUMENES/ WATTS	FACTOR DE DEPRECIACION (L.I.D.)	BASE	BULBO EN CENTIMETROS	LONGITUD EN CENTIMETROS	ENCENDIDO
17	TUBULAR	BLANCO CALIDO	1,400	20.000	82	0.80	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	60.20	RAPIDO
17	TUBULAR	BLANCO FRIO	1,400	20.000	82	0.80	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	60.20	RAPIDO
20	TUBULAR	BLANCO CALIDO	1,300	9.000	65	0.85	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	60.96	CON ARRANCADOR
20	TUBULAR	BLANCO FRIO	1,300	9.000	65	0.85	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	60.96	CON ARRANCADOR
20	TUBULAR	LUZ DE DIA	1,075	9.000	54	0.85	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	60.96	CON ARRANCADOR
21	TUBULAR	LUZ DE DIA	1,030	7.500	49	0.81	SLIMLINE UN ALFILER	T-12	60.96	INSTANTANEO
30	TUBULAR	LUZ DE DIA	1,900	7.500	63	0.81	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	60.00	CON ARRANCADOR
32	TUBULAR	BLANCO CALIDO	3,050	20.000	95	0.82	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	122.00	RAPIDO
32	TUBULAR	BLANCO FRIO	3,050	20.000	95	0.82	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	122.00	RAPIDO
32	TUBULAR	BLANCO CALIDO	3,050	15.000	95	0.83	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	122.00	INSTANTANEO
32	TUBULAR	BLANCO FRIO	3,050	15.000	95	0.83	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	122.00	INSTANTANEO
32	TUBULAR	B. FRIO DE LUJO	2,700	12.000	84	0.84	SLIMLINE UN ALFILER	T-12	116.80	INSTANTANEO
32	TUBULAR	BLANCO CALIDO	2,700	12.000	84	0.84	SLIMLINE UN ALFILER	T-12	116.80	INSTANTANEO
34	TUBULAR	BLANCO LIGERO	2,700	20.000	79	0.80	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	121.90	RAPIDO
34	TUBULAR	BLANCO FRIO	2,700	20.000	79	0.80	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	121.92	RAPIDO
39	TUBULAR	B. FRIO DE LUJO	3,200	12.000	82	0.82	SLIMLINE UN ALFILER	T-12	117.00	INSTANTANEO
39	TUBULAR	B. CALIDO DE LUJO	3,200	12.000	82	0.82	SLIMLINE UN ALFILER	T-12	117.00	INSTANTANEO
39	TUBULAR	BLANCO FRIO	3,100	12.000	77	0.82	SLIMLINE UN ALFILER	T-12	121.92	INSTANTANEO
39	TUBULAR	LUZ DE DIA	2,600	12.000	64	0.82	SLIMLINE UN ALFILER	T-12	121.92	INSTANTANEO
40	TUBULAR	BLANCO FRIO	3,150	12.000	79	0.83	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	121.92	RAPIDO
40	TUBULAR	LUZ DE DIA	2,600	12.000	65	0.83	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	121.92	RAPIDO
31	TUBULAR	BLANCO FRIO	2,800	20.000	90	0.90	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	57.15	RAPIDO
32	TUBULAR	BLANCO FRIO	3,000	20.000	94	0.80	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	57.15	RAPIDO
40	TUBULAR	BLANCO FRIO	2,900	12.000	73	0.84	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	57.15	RAPIDO
59	TUBULAR	BLANCO FRIO	6,000	15,000	102	0.81	SLIMLINE UN ALFILER	T-8	243.84	INSTANTANEO
60	TUBULAR	B. FRIO DE LUJO	6,100	12,000	102	0.82	SLIMLINE UN ALFILER	T-12	243.84	INSTANTANEO
60	TUBULAR	BLANCO CALIDO	6,100	12,000	102	0.82	SLIMLINE UN ALFILER	T-12	243.84	INSTANTANEO
75	TUBULAR	BLANCO FRIO	6,300	12,000	84	0.89	SLIMLINE UN ALFILER	T-12	243.84	INSTANTANEO
75	TUBULAR	LUZ DE DIA	5,450	12,000	73	0.89	SLIMLINE UN ALFILER	T-12	243.84	INSTANTANEO

Tabla 4.4. Información técnica de lámparas fluorescentes de forma tubular.

Como se observa en la tabla 4.4, la lámpara de 32 W blanco frío de encendido rápido emite 3050 lm y tiene una vida útil de 20,000 hr., Es una lámpara muy eficaz con una emisión de lm buena y una vida útil larga por lo que será la utilizada en el diseño.

TIPO DE LUMINARIA: despejando I de la ecc.(1.1) y sustituyendo E de la tabla 4.3 y Hcc de la tabla 4.1 obtenemos la intensidad de iluminación que debe satisfacer el luminario a elegir

$$I = E \times D^2 = E \times Hcc^2 = 1100 \times 1.45^2 = 2,312.75 [\text{candelas}]$$

Después de observar los porcentajes de reflexión del área y consultar los manuales se observa que el luminario serie 6600-432 puede cumplir la especificación y tiene una buena presentación para la oficina.

FACTOR DE UTILIZACIÓN: de la ecc. (3.3).

$$R.C.R. = \frac{5 \times Hcc \times (LARGO + ANCHO)}{AREA} = \frac{5 \times 1.45 \times (2.5 + 2.4)}{2.5 \times 2.4} = 5.92, \text{ según la tabla 3.2 con } 50\text{-}30\text{-}20 \% \text{ de reflexión, C.U.} = 0.3732$$

de reflexión, C.U. = 0.3732

FACTOR DE MANTENIMIENTO: de la ecc. (3.5).

De la tabla 4.4, LLD = 0.82

Considerando un mantenimiento anual, un ambiente limpio y categoría de luminario V:

De la tabla 3.6, LDD = 0.89

F.M.=LLD X LDD = 0.82 X 0.89 = 0.73

CALCULO DEL NÚMERO DE LUMINARIOS: de la ecc. 3.1 despejamos el numero de luminarios.

$$No.Lum = \frac{E \times Area}{(lm/Lum)(C.U.)(F.M.)} = \frac{1100 \times 6}{12200 \times 0.3732 \times 0.73} = 1.98 \Rightarrow 2$$

CALCULO DE ILUMINACIÓN PUNTO POR PUNTO: Solo resta comprobar por el método punto por punto que la iluminancia suministrada por los luminarios cumple con la especificación del diseño; Calcularé seis puntos ya que la curva fotométrica de los luminarios es simétrica en el plano horizontal y por tanto los cálculos son los mismos en cualquier cuadrante de O1. A continuación la figura 4.1 muestra las dimensiones de O1.

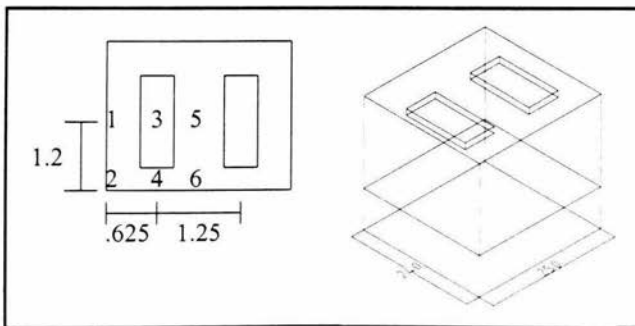
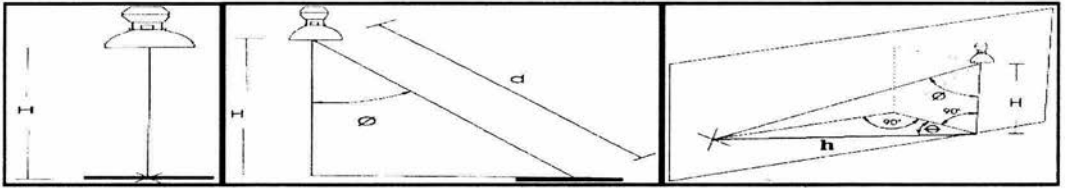


Figura 4.1

Se calcula la aportación de dos luminarios, y para esto utilizaremos las ecuaciones (3.6) y (3.7); Para cada ángulo resultante Φ se toma el valor en candelas correspondiente de I de la figura 3.1

interpolando si es necesario, después se multiplican por el cociente (lm emitidos por lámparas utilizadas en el proyecto entre Lm emitidos por lámparas utilizadas por el fabricante del luminario; De esta forma se obtendrá el valor inicial de luminancia, el cual debe ser multiplicado por el F.M. para obtener el valor al termino del periodo en el que se les debe dar su mantenimiento. Para el calculo de los puntos 2, 4 y 6 es necesario obtener el valor de h para posteriormente conocer el ángulo respecto a la distancia a la que esta el punto y por tanto se utiliza el teorema de Pitágoras para conocer esa distancia.



$$\text{Punto 1: } \Phi_1 = \text{tg}^{-1}(0.625/1.45) = 23^\circ, \Phi_2 = \text{tg}^{-1}(1.875/1.45) = 52^\circ$$

$$E_1 = \frac{I \text{Cos}^3 \phi}{Hcc^2} = \frac{3332 \text{Cos}^3 23^\circ}{1.45^2} = 902, E_2 = \frac{I \text{Cos}^3 \phi}{Hcc^2} = \frac{1465 \text{Cos}^3 52^\circ}{1.45^2} = 119, E_T = 902 + 119 = 1021 \text{ [lx]}$$

$$\text{Punto 2: } h_1 = \sqrt{0.625^2 + 1.2^2} = 1.35, \Phi_1 = \text{tg}^{-1}(1.35/1.45) = 43^\circ, h_2 = \sqrt{1.875^2 + 1.2^2} = 2.23, \\ \Phi_2 = \text{tg}^{-1}(2.23/1.45) = 57^\circ,$$

$$E_1 = \frac{I \text{Cos}^3 \phi}{Hcc^2} = \frac{2690 \text{Cos}^3 43^\circ}{1.45^2} = 365, E_2 = \frac{I \text{Cos}^3 \phi}{Hcc^2} = \frac{914 \text{Cos}^3 57^\circ}{1.45^2} = 51, E_T = 365 + 51 = 416 \text{ [lx]}$$

$$\text{Punto 3: } \Phi_1 = 0^\circ, \Phi_2 = \text{tg}^{-1}(1.25/1.45) = 41^\circ$$

$$E_1 = \frac{I}{Hcc^2} = \frac{3343}{1.45^2} = 1160, E_2 = \frac{I \text{Cos}^3 \phi}{Hcc^2} = \frac{2845 \text{Cos}^3 41^\circ}{1.45^2}, E_T = 1160 + 425 = 1585 \text{ [lx]}$$

$$\text{Punto 4: } \Phi_1 = \text{tg}^{-1}(1.2/1.45) = 40^\circ, h_2 = \sqrt{1.25^2 + 1.2^2} = 1.73, \Phi_2 = \text{tg}^{-1}(1.73/1.45) = 50^\circ,$$

$$E_1 = \frac{I \text{Cos}^3 \phi}{Hcc^2} = \frac{2923 \text{Cos}^3 40^\circ}{1.45^2} = 456, E_2 = \frac{I \text{Cos}^3 \phi}{Hcc^2} = \frac{1735 \text{Cos}^3 50^\circ}{1.45^2} = 160, E_T = 456 + 160 = 616 \text{ [lx]}$$

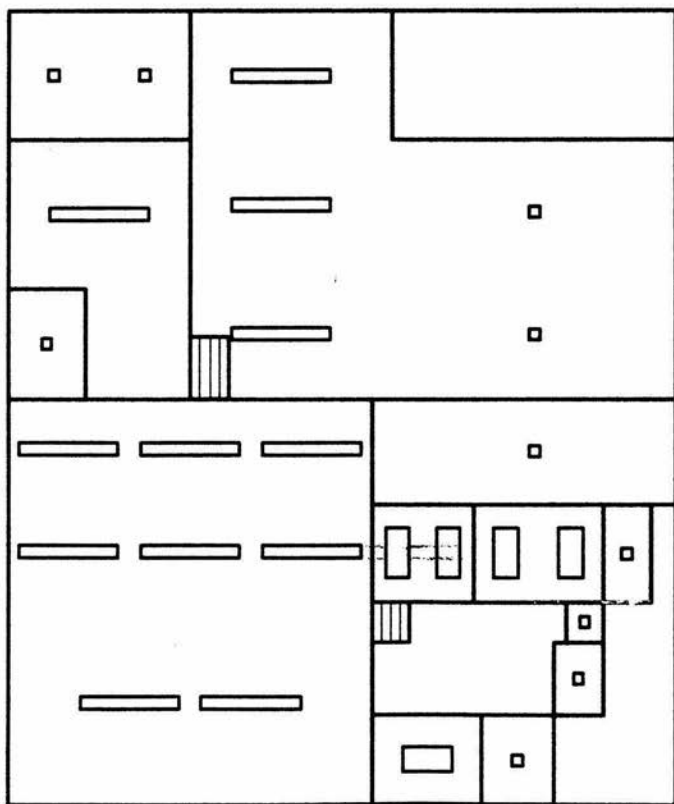
$$\text{Punto 5: } \Phi_1 = \Phi_2 = \text{tg}^{-1}(0.625/1.45) = 23^\circ,$$

$$E_1 = E_2 = \frac{I \text{Cos}^3 \phi}{Hcc^2} = \frac{3332 \text{Cos}^3 23^\circ}{1.45^2} = 902, E_T = 902 + 902 = 1804 \text{ [lx]}$$

$$\text{Punto 6: } h_1 = h_2 = \sqrt{0.625^2 + 1.2^2} = 1.35, \Phi_1 = \Phi_2 = \text{tg}^{-1}(1.35/1.45) = 43^\circ,$$

$$E_1 = E_2 = \frac{I \text{Cos}^3 \phi}{Hcc^2} = \frac{2690 \text{Cos}^3 43^\circ}{1.45^2} = 365, E_T = 365 + 365 = 730 \text{ [lx]}$$

PROYECTO COMPLETO: A continuación se mostrarán los resultados obtenidos de todo el proyecto de iluminación realizado con el software Visual Professional Edition.



Plan View

Scale 1 : 150



VICRAL DE MEXICO S.A. DE C.V.

TALLER DE ALUMINIO, CRISTAL Y DOMOS

Designer
J. ARRIAGA

Date
Jul 31 2002

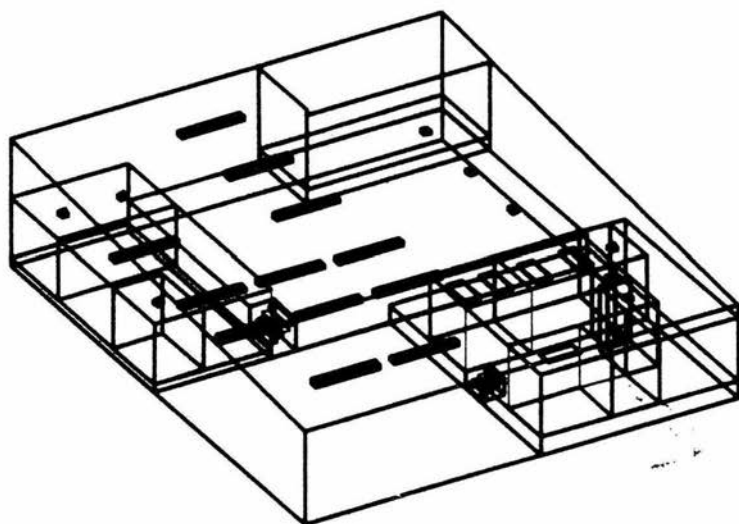


VICRAL DE MEXICO S.A. DE C.V.

TALLER DE ALUMINIO, CRISTAL Y DOMOS

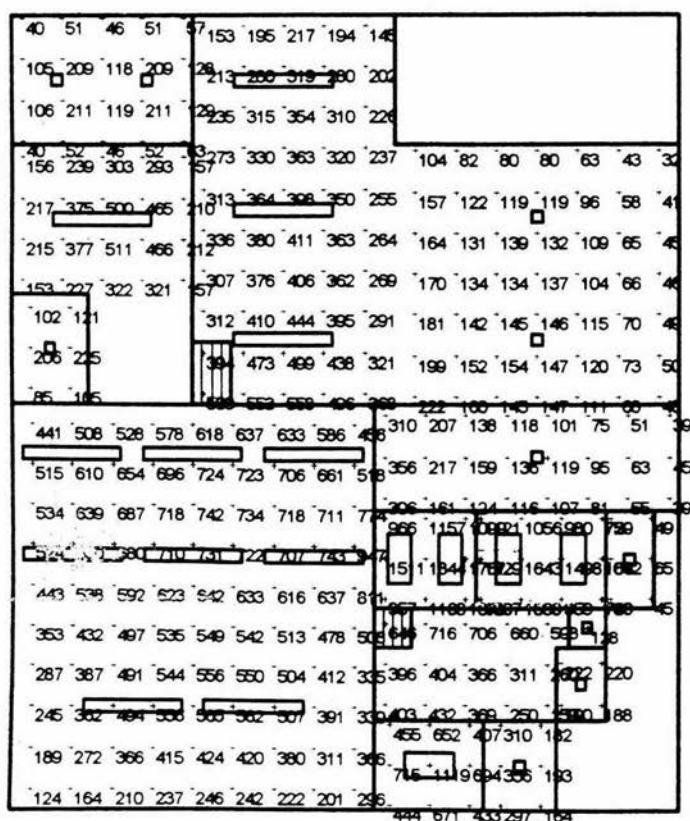
Designer
J. ARRIAGA

Date
Jul 31 2002



Southwest View

Not to Scale



VICRAL DE MEXICO S.A. DE C.V.

TALLER DE ALUMINIO, CRISTAL Y DOMOS

Designer
J. ARRIAGADate
Jul 31 2002

LUMINAIRE SCHEDULE							
Symbol	Label	Qty	Catalog Number	Description	Lamp	File	Lumens LLF Watts
□	A	4	C866-26-TE	CUBIC FLUORESCENTE	1 x 26W COMPACT FLUORESCENT LAMP	19845B.IES	1800 0.81 30
□	B	3	C866-32-TE	CUBIC FLUORESCENTE	1 x 32W COMPACT FLUORESCENT LAMP	19845C.IES	2400 0.73 35
□	C	3	C866-13-S	CUBIC FLUORESCENTE	1 x 13W COMPACT FLUORESCENT LAMP	19845A.IES	800 0.81 17
	D	12	HIL-260	INDUSTRIAL FLUORESCENT TROFFER	2 x 60W COOL WHITE	T22I02R.IES	6100 0.75 135
□	E	5	6600-432	SERIE 6600	4 x 32W COOL WHITE	19254C.IES	3050 0.73 120

STATISTICS					
Description	Avg	Max	Min	Max/Min	Avg/Min
O3	621 lux	1119 lux	407 lux	2.7:1	1.5:1
AH	250 lux	356 lux	164 lux	2.2:1	1.5:1
B1	205 lux	222 lux	188 lux	1.2:1	1.1:1
P	128 lux	128 lux	128 lux	1.0:1	1.0:1
O1	1282 lux	1844 lux	957 lux	1.9:1	1.3:1
O2	1130 lux	1729 lux	729 lux	2.4:1	1.6:1
F	54 lux	66 lux	45 lux	1.5:1	1.2:1
V	102 lux	211 lux	40 lux	5.3:1	2.6:1
B2	141 lux	225 lux	85 lux	2.6:1	1.7:1
AC1, C1, CB, M Y T	517 lux	947 lux	124 lux	7.6:1	4.2:1
C2 Y M	336 lux	558 lux	145 lux	3.8:1	2.3:1
AA2 Y AE	111 lux	222 lux	32 lux	6.9:1	3.5:1
AA1	134 lux	356 lux	39 lux	9.1:1	3.4:1
AC2, AP S	294 lux	511 lux	153 lux	3.3:1	1.9:1
R	445 lux	716 lux	159 lux	4.5:1	2.8:1

LUMINAIRE LOCATIONS

No.	Label	Location			MH	Orientation	Tilt	Aim		
		X	Y	Z				X	Y	Z
1	E	10.4	1.1	2.9	2.2	90.0	0.0	10.4	1.1	0.7
2	C	12.6	1.1	2.9	2.2	90.0	0.0	12.6	1.1	0.7
3	A	14.1	3.1	2.9	2.2	90.0	0.0	14.1	3.1	0.7
4	C	14.3	4.5	2.9	2.2	90.0	0.0	14.3	4.5	0.7
5	E	9.6	6.2	2.9	2.2	0.0	0.0	9.6	6.2	0.7
6	E	10.9	6.2	2.9	2.2	0.0	0.0	10.9	6.2	0.7
7	E	12.3	6.2	2.9	2.2	0.0	0.0	12.3	6.2	0.7
8	E	13.9	6.2	2.9	2.2	0.0	0.0	13.9	6.2	0.7
9	C	15.3	6.2	2.9	2.2	90.0	0.0	15.3	6.2	0.7
10	A	1.1	17.9	2.4	2.1	90.0	0.0	1.1	17.9	0.3
11	A	3.4	17.9	2.4	2.1	90.0	0.0	3.4	17.9	0.3
12	A	1.0	11.4	2.4	2.1	90.0	0.0	1.0	11.4	0.3
13	D	6.8	11.6	4.1	4.1	90.0	0.0	6.8	11.6	0.0
14	D	6.8	14.7	4.1	4.1	90.0	0.0	6.8	14.7	0.0
15	D	6.8	17.9	4.1	4.1	90.0	0.0	6.8	17.9	0.0
16	D	1.5	6.3	3.7	3.7	90.0	0.0	1.5	6.3	0.0
17	D	4.5	6.3	3.7	3.7	90.0	0.0	4.5	6.3	0.0
18	D	7.5	6.3	3.7	3.7	90.0	0.0	7.5	6.3	0.0
19	D	1.5	8.8	3.7	3.7	90.0	0.0	1.5	8.8	0.0
20	D	4.5	8.8	3.7	3.7	90.0	0.0	4.5	8.8	0.0
21	D	7.5	8.8	3.7	3.7	90.0	0.0	7.5	8.8	0.0
22	D	3.0	2.5	3.5	3.5	90.0	0.0	3.0	2.5	0.0
23	D	6.0	2.5	3.5	3.5	90.0	0.0	6.0	2.5	0.0
24	B	13.0	8.7	3.7	3.7	0.0	0.0	13.0	8.7	0.0
25	B	13.0	11.6	3.7	3.7	0.0	0.0	13.0	11.6	0.0
26	B	13.0	14.6	3.7	3.7	0.0	0.0	13.0	14.6	0.0
27	D	2.3	14.5	2.4	2.4	90.0	0.0	2.3	14.5	0.0

CONCLUSIONES

A través de este proyecto he observado conceptos básicos de la luz los cuales nos ayudan a entender el comportamiento de esta con el fin de controlarla de una manera eficiente a nuestro propósito de iluminar interiores, como también ver de una forma general como el ojo humano percibe esta luz y de que manera se hace dicha iluminación más comfortable al ojo humano.

Con la muestra de los tipos de lámparas existentes en el mercado, he podido presentar las razones por las cuales cada tipo de lámpara tiene sus propias aplicaciones, las cuales siempre serán empleadas por el diseñador según sus necesidades y características del área a iluminar.

El método de lumen y método punto por punto aquí explicados son la base de todo buen diseño de iluminación siempre y cuando se tomen las consideraciones necesarias para apegar el diseño a la realidad del local, y por medio de este proyecto se logro ejemplificar algunas de estas consideraciones para lograr una iluminación adecuada a las actividades realizadas en Vicral de México; Por otro lado, se manifiesta que el software Visual Professional Edition y otros mas se basan en estos dos métodos de calculo de iluminación, este software es muy confiable y reduce el trabajo del diseñador de una forma colosal.

Al desarrollar este trabajo he podido comprobar que los luminarios con lámparas fluorescentes son los indicados para el proyecto, ya que cumplen con los niveles de iluminación recomendados por la S.M.I.I. para cada una de las áreas calculadas y la potencia consumida es menor ya que haciendo un comparativo en el área "T" que actualmente utiliza cuatro lámparas incandescentes de 500 watts y consume en total 2000 watts es ineficiente al compararlo con el consumo de 6 luminarios HIL-260 que consumen 720 watts, menos de la mitad; Además de obtener niveles de iluminación adecuados según la S.M.I.I. ya que las lámparas incandescentes con alimentación a 127V suministran 10,100 lm y su vida útil es de 1, 000 hrs., y los luminarios HIL suministran 12,200 lm con 20,000 hrs. de vida. Y en O1 con los luminarios 6600, se satisfacen los niveles indicados necesarios de iluminancia.

Se demuestra con lo anterior que las lámparas fluorescentes satisfacen las necesidades del proyecto en cuanto a reducción del costo en la energía consumida y también en el suministro de niveles de iluminación recomendados por la S.M.I.I. para cada área.

BIBLIOGRAFÍA

Óptica Básica, Malacara Daniel, Fondo de Cultura Económica, S.A. de C.V., México D.F., 1989.

Manual de Instalaciones Electromecánicas en Casas y Edificios, Enríquez Harper Gilberto, Editorial Limusa S.A. de C.V., México D.F., 2000.

Illuminazione Interna, Re Vittorio, Marcombo, S.A., Barcelona, 1989.

Sistemas de Iluminación Industriales, P. Frier John, Gazley Frier Mary E., Editorial Limusa S.A. de C.V., México D.F., 1986.

MANUALES

Conceptos de Iluminación Artificial, OSRAM.

Principios de Iluminación y Niveles de Iluminación en México, Holophane S.A. de C.V.

Catalogo Condensado 2000, Holophane S.A. de C.V.

División Comercial-Fluorescente, Holophane S.A. de C.V.

PAGINAS WEB

www.holophane.com.mx

www.lithonialightinggroup.com