

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN



**“ILUMINACION E INSTALACIONES ELECTRICAS.
CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE UN PROYECTO DE
ILUMINACION DE UN CUARTO DE MONITOREO”**

296375

**TRABAJO DE SEMINARIO
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO
ELECTRICISTA
P R E S E N T A :
RAUL RESENDIZ ANGELES**

Asesor: Ing. Jaime Rodríguez Martínez



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
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
PRESENTE

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.

Criterios para el Diseño de un Proyecto de

Iluminación de un Cuarto de Monitoreo".

que presenta el pasante: Raúl Reséndiz Angeles.

con número de cuenta: 8640193-7 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 24 de Mayo de 2001

MODULO

PROFESOR

FIRMA

I

Ing. Jaime Rodríguez Martínez

II

Ing. Ramón Osorio Galicia

III

Ing. Pedro Guzmán Tinajero

DEDICATORIAS:

**A MI PADRE:
PEDRO RESÉNDIZ LIRA.**

*ESTE TRABAJO ESTA DEDICADO, EN ESPECIAL, A LA MEMORIA DE MI PADRE. QUE
DESCRACIADAMENTE NO PUEDE ESTAR FÍSICAMENTE CONMIGO PERO SI EN ESPÍRITU.
PARA TI PAPÁ, ESTE TAMBIÉN ES TU LOGRO.*

**A MI MADRE:
MARIA DEL ROSARIO ÁNGELES CRUZ.**

*POR SU APOYO DE TODA LA VIDA, POR LAS ENSEÑANZAS, EL CARIÑO Y POR IMPULSARME A
CRECER. GRACIAS MAMÁ POR TODO LO QUE ME HAS DADO.*

**A MIS HERMANAS:
ENRIQUETA, MARINA Y RAQUEL.**

*A PESAR DE TODO LAS QUIERO MUCHO. A RAQUEL Y MARINA QUIERO DECIRLES QUE ME
GUSTARÍA QUE ESTE LOGRO LO TOMEN COMO UN ESTIMULO Y QUE VEAN QUE LAS COSAS SE
PUEDEN LOGRAR, SOLO ES CUESTIÓN DE QUE SE DECIDAN. AUN ESTÁN A TIEMPO DE
SUPERARSE Y DE ALCANZAR SUS OBJETIVOS.*

**A MI SOBRINA:
GUADALUPE**

*TAMBIÉN QUISIERA QUE ESTE TRABAJO TE SIRVA COMO UN EJEMPLO DE SUPERACIÓN, PARA
QUE SIGAS ADELANTE TANTO EN LA CARRERA QUE HAYAS ELEGIDO COMO EN TU VIDA
PROPIA. NO TE DETENGAS ANTE NADA.*

A LILIA ALEJANDRA:

*GRACIAS POR LOS INCREÍBLES MOMENTOS QUE VIVIMOS, QUIERO QUE SEPAS QUE AUNQUE
PASE EL TIEMPO NO LOS VOY A OLVIDAR, SIEMPRE TE RECORDARE.
GRACIAS POR TU AMOR Y AFECTO, ESTOY EN DEUDA CONTIGO.*

A DIOS Y A LA VIRGEN DE GUADALUPE:

CREADORES DE TODO LO VISIBLE Y LO INVISIBLE

AGRADECIMIENTOS:

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

AGRADEZCO A LA U.N.A.M. Y A MIS QUERIDAS ESCUELAS LA PREPA 9 Y LA F.E.S.C. CUAUTITLÁN, POR HABERME DADO LOS CONOCIMIENTOS CON LOS QUE INICIARE MI CAMINO, PARA ALCANZAR NUEVAS METAS PROFESIONALES. SIEMPRE HE ESTADO Y ESTARÉ ORGULLOSO DE SER UNIVERSITARIO.

A MIS ASESORES

ING. JAIMÉ RODRÍGUEZ MARTÍNEZ E ING. CASILDO RODRÍGUEZ ARCINIEGA, POR SU ASESORÍA Y SUS SABIOS CONSEJOS EN LA ELABORACIÓN DE ESTE TRABAJO.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS DE LA FACULTAD.

NO QUISIERA MENCIONAR NOMBRES PARA NO OMITIR A ALGUNO DE ELLOS, PERO ELLOS SABEN QUIENES SON. GRACIAS POR LA GRAN AMISTAD, POR ACOMPAÑARME EN EL TRAYECTO DE ESTA LARGA CARRERA, NO LOS OLVIDARE.

"ALGUNA VEZ PENSE QUE NO ALCANZARÍA ESTE OBJETIVO. PERO AFORTUNADAMENTE LOGRE VENCER MUCHOS OBSTÁCULOS, A MUCHOS DE ELLOS QUE YO MISMO ME CONSTRUÍA. AHORA ME QUEDA CLARO QUE CUALQUIER COSA QUE SE PUEDA HACER O SOÑAR, HAY QUE INICIARLA, CONTRA TODOS LOS OBSTÁCULOS. LA INTREPIDEZ TIENE GENIO, PODER Y MAGIA. LA TIMIDEZ TEMOR, DEBILIDAD, Y APATÍA. INICIEMOS AHORA MISMO TODOS NUESTROS SUEÑOS. PENSAR ES FÁCIL. ACTUAR ES DIFÍCIL. PERO ACTUAR DE ACUERDO A NUESTRAS IDEAS ES LO MÁS DIFÍCIL. PERO CUANDO ALCANZAMOS LO QUE NOS PROPONEMOS, SE SIENTE UNA GRAN SATISFACCIÓN QUE NO SE COMPARA CON NADA."

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.- EL OJO HUMANO Y LA VISIÓN.	
1.1. Partes que constituyen el ojo humano	2
1.2. Proceso de la visión	2
1.3. Problemas de la visión	5
1.4. Características de la visión	7
1.5. Factores que influyen en la visión	7
CAPÍTULO II.- LA LUZ Y LA ILUMINACIÓN.	
2.1. Naturaleza de La Luz	11
2.2. Fenómenos de la luz.	14
2.3. La Iluminación y la Intensidad Luminosa	15
2.4. Calidad de la Iluminación	20
CAPÍTULO III- FUENTES LUMINOSAS.	
3.1. Tipos de Fuentes Luminosas	20
3.2. Lámparas Incandescentes.	20
3.3. Lámparas Fluorescentes	21
3.4. Lámparas de Vapor De Mercurio	23
3.5. Lámparas de Vapor Se Sodio.	26
3.6. Lámparas de Aditivos Metálicos	29
CAPÍTULO IV.- LUMINARIOS.	
4.1. Luminarios	34
4.2. Clasificación de los Luminarios	35
4.4. Curvas fotométricas de distribución de luz	38
CAPÍTULO V.- PROYECTO DE ILUMINACIÓN	
5.1. Procedimiento a seguir para un proyecto de Iluminación en Interiores	41
5.2. Especificaciones para el Cálculo en Interiores	41
5.3. Método de Lumen	44
5.4. Determinación del Coeficiente de Utilización	44
5.5. Método Punto Por Punto (o Ley de la Inversa del Cuadrado de la distancia)	45
5.6. Localización de los luminarios	46
5.7. Proyecto de Iluminación	47
5.8. Cálculos	48
5.9. Cálculos por el Método Punto Por Punto	53
CONCLUSIONES	57
APÉNDICE	58
BIBLIOGRAFÍA	64

INTRODUCCIÓN

La intención del presente trabajo es el de introducir al lector en el estudio de los aspectos fundamentales de la iluminación: así como poder aplicar estos conocimientos en el análisis y en los criterios a tomar en cuenta para llevar a cabo un diseño que involucre un sistema de iluminación.

Un buen sistema de iluminación nos permitirá brindar comodidad y también preservar un buen estado de la visión humana. Por ende contribuirá a un buen desempeño en cada persona, tomando en cuenta su comodidad, con un mínimo de esfuerzo y fatiga visual. Cada tipo de persona demanda algo particular de la iluminación. Desde tan solo percibir objetos, hasta distinguir colores o cuerpos que posean detalles finos.

En el primer capítulo se hace un análisis del ojo humano ya que conociendo la forma en que opera su mecanismo, nos permitirá establecer los criterios para brindar y satisfacer las demandas del ser humano en cuanto a la iluminación se refiere.

El segundo capítulo es dedicado al fenómeno de la luz y su efecto, la iluminación. Se sabe que la luz es un fenómeno con el que convivimos a diario, de él depende nuestra vida, por ejemplo, sin la luz del sol las plantas no podrían realizar la fotosíntesis y se acabaría la vida en el planeta, de ahí la importancia de su estudio, es más se sabe que aproximadamente el 80 % de las impresiones sensoriales humanas son de naturaleza óptica; esto evidencia aun más la importancia de la luz, natural y artificial, como vehículo de información para el desarrollo de cualquier actividad.

El objetivo del tercer capítulo es el de conocer y diferenciar los diferentes tipos de fuentes luminosas, así como la clasificación y funcionamiento de éstas. Para de esta manera comparar sus diferencias y así poder tener un criterio de elección del tipo de lámpara que más nos convenga, en un proyecto de iluminación que se éste realizando.

En el capítulo cuatro se da un breve bosquejo acerca de: los diferentes tipos de luminarios así como sus clasificaciones. Se sabe que su aplicación más importante es la de modificar la distribución del flujo luminoso emitido por las fuentes de luz con el objeto de dirigirlo en determinadas direcciones o para atenuar el deslumbramiento, ocultando parcial o totalmente la visión de la lámpara. Por otra parte, en este capítulo, también se hace un breve análisis de las curvas fotométricas de distribución de luz.

Finalmente en el quinto y último capítulo, que es en sí el tema principal de este trabajo, se establecen los métodos necesarios para elaborar un proyecto de iluminación y se culmina con un ejemplo práctico de un proyecto de iluminación en interiores, en el cual se pretende aplicar los conocimientos de ingeniería adquiridos a lo largo de este seminario.

CAPÍTULO I

Dado que el objetivo del alumbrado es hacer posible la visión, cualquier estudio del mismo debe empezar con unas consideraciones sobre el ojo y el proceso visual.

1.1- PARTES QUE CONSTITUYEN EL OJO HUMANO.

Sección del ojo.

- 1. Párpado superior.
- 2. Córnea.
- 3. Humor acuoso.
- 4. Iris.
- 5. Cristalino.
- 6. Humor vítreo.
- 7. Párpado inferior.
- 8. Músculo.
- 9. Elevador del párpado.
- 10. Esclerótica.
- 11. Coroides.
- 12. Retina.
- 13. Nervio óptico.
- 14. Punto ciego.
- 15. Tejido graso de la órbita.
- 16. Córnea.
- 17. Esclerótica.
- 18. Iris.
- 19. Pupila.

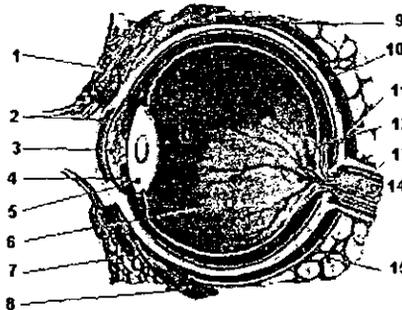


fig. 1.-Corte del ojo humano.

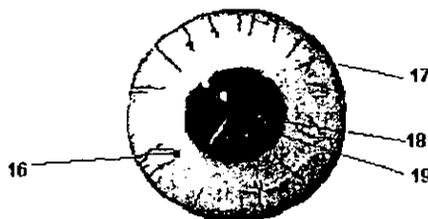


fig. 2.-Parte frontal del ojo humano.

1.2.- PROCESO DE LA VISIÓN.

El ojo humano es un mecanismo que recoge y enfoca la luz. Las figuras 1 y 2 muestran sus partes básicas.

El ojo es una masa gelatinosa, casi esférica contenida dentro de la esclerótica. Excepto por su porción frontal que es transparente (la córnea), la esclerótica es blanca y opaca. La córnea se sale de esta esfera y es el primer elemento del sistema convexo de lentes. Sumergido en el humor acuoso, está un diafragma conocido como iris, que es el músculo que controla la cantidad de luz que entra al ojo a través de una abertura llamada pupila. El iris es el que da su color al ojo (azul, café, gris, verde o miel), y puede contraer o expandir la pupila de 2 mm a 8 mm aproximadamente. Detrás del iris está la lente cristalina. El cristalino, cápsula transparente que tiene el tamaño y la forma de un pequeño frijol, es una masa compleja de capas fibrosas rodeadas por una membrana elástica y su forma puede cambiar para enfocar objetos a distintas distancias.

Esta lente tiene la ventaja de ser muy flexible (aunque se va endureciendo con la edad). Su índice de refracción varía en sus distintas partes, pero es de aproximadamente 1.4.

El cristalino provee el mecanismo de enfoque del ojo, cambiando la distancia focal mediante variaciones en su forma. El cristalino es una lente biconvexa (fig. 3). Para enfocar objetos cercanos, aumenta su curvatura inflándose, mediante la concentración de los músculos ciliares; para enfocar objetos lejanos, se contrae hasta volverse casi plano, mediante la relajación de los músculos ciliares. El punto más cercano que un ojo puede enfocar, se conoce como punto cercano, y es de 7 cm en un adolescente, de 25 cm para un adulto joven y de 100 cm para alguien de más de 45 años.

Detrás del cristalino, está el humor vítreo, cámara compuesta de una sustancia transparente y gelatinosa. La esclerótica por dentro está cubierta por una membrana interna llamada coroides, capa oscura que absorbe la luz que sobra.

Sobre la coroides hay una pantalla fotosensible, receptora de las imágenes. Esta pantalla es la retina, superficie sensible a la luz, situada en la parte posterior del globo ocular, contiene dos tipos de células fotorreceptoras, los bastones y los conos (fig. 4).

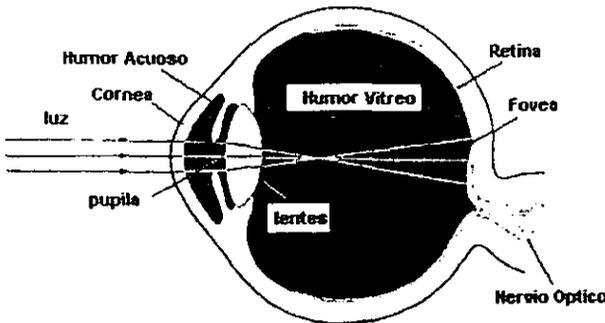


fig. 3.- El cristalino es una lente biconvexa.

▪ LOS CONOS.

La mayoría de los conos están agrupados en una pequeña área cerca del centro de la retina (foveafoco), donde los rayos luminosos enfocados por el cristalino forman una imagen como la de una cámara fotográfica. Su fina disposición en mosaico permite que se vaya formando una imagen clara y nítida, la que es transmitida por el nervio óptico al cerebro que la percibe como una idea consciente. Los conos nos permiten leer, inspeccionar objetos cercanos, distinguir colores y hacer comparaciones visuales precisas. Pero requieren mucha luz para funcionar.

La concentración de los conos disminuye a medida que se aumenta su distancia a la fovea. Esto significa que fuera de la pequeña abertura del pequeño ángulo visual dominada por los conos, la claridad y agudeza visual disminuyen rápidamente. El pequeño ángulo de visión, requiere el funcionamiento especial del ojo: moviéndose, deteniéndose, escudriñando, etc., sobre una página impresa lo cual exige altos niveles de iluminación para una visión rápida y precisa.

▪ LOS BASTONES.

Los bastones están mucho menos densos que los conos y están dispersos sobre toda la superficie interna del globo ocular. Son mucho más sensibles a la luz que los conos, pero por su tosca disposición en mosaico no producen una imagen finamente enfocada. Además muchos bastones están conectados por nervios, no al cerebro sino directamente a los músculos en distintas partes del cuerpo.

Los bastones hacen posible la visión a muy bajos niveles de iluminación. Producen reflejos automáticos musculares para la protección del cuerpo o de los propios ojos, de objetos en el aire. Estas reacciones son más rápidas que las resultantes de un pensamiento deliberado. Determinan el sentido inconsciente de tranquilidad o intranquilidad en un ambiente iluminado. Son auxiliares esenciales de la misma sobrevivencia.

Resumiendo, un sistema de alumbrado debe suministrar una iluminación suficiente para la visión con conos, pero mientras no se le conceda atención a un balanceo adecuado de brillantez en todo el campo visual (incluyendo a los bastones), el diseño de alumbrado estará muy lejos de alcanzar totalmente las metas humanas y arquitectónicas.

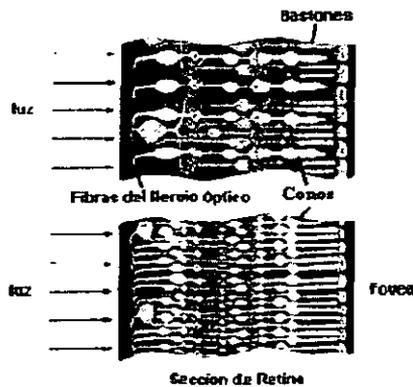


fig. 4.-Los bastones y los conos son células fotosensibles.

1.3.- PROBLEMAS DE LA VISIÓN.

Los principales problemas de visión son la miopía, la hipermetropía, el astigmatismo y la presbicia.

• MIOPIA.

En el miope los rayos luminosos que llegan paralelos al ojo, se reúnen para formar la imagen en un punto por delante de la retina, proyectando sobre ésta una imagen borrosa (Fig. 5). Esta situación puede deberse a :

- La desproporción de la capacidad de refracción del globo ocular (es raro).
- El aumento de su longitud axial o eje anteroposterior del globo ocular (lo más habitual).

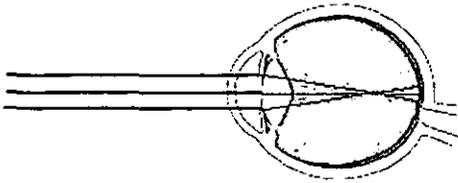


fig. 5.-Los rayos luminosos forman la imagen por delante de la retina.

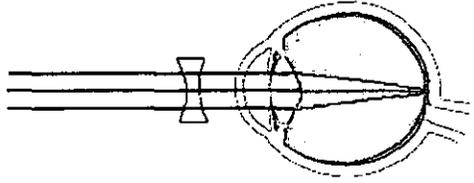


fig. 6.-Las lentes cóncavas corrigen el problema.

Síntomas

El ojo miope se caracteriza por tener una buena visión de cerca (leer sin gafas hasta la escritura impresa más pequeña) y las dificultades para la visión lejana (es habitual el semicerrar los párpados). De aquí surge la expresión "corto de vista", ya que su punto remoto está a menos de seis metros del ojo.

La miopía puede empezar a manifestarse en la infancia o en la pubertad, siendo progresiva hasta los 20-22 años, momento en el que se estabiliza.

Generalmente podemos establecer dos grados :

- **Miopía simple** : muy poco progresiva, en la que habitualmente no se necesita más tratamiento que la corrección óptica y no suelen dar lesiones de fondo.
- **Miopía patológica, degenerativa, maligna** : con un alto grado de dioptrías, posibilidad de complicaciones importantes y tendencia a la aparición de alteraciones degenerativas de fondo.

Tratamiento.

El tratamiento a seguir consiste en la utilización de lentes cóncavas (fig. 6). Se recomienda el uso de gafas, permanentemente, y evitar el trabajo nocturno o demasiada exposición a la luz artificial. Otro recurso lo tenemos en las lentes de contacto.

▪ HIPERMETROPÍA.

La hipermetropía o vista lejana sólo permite ver un rango limitado. Este problema se debe a que el ojo está "achatado", es decir, el cristalino está demasiado cerca de la retina. Una persona hipermetrope, no ve bien los objetos cercanos. Al punto más cercano que una persona hipermetrópica puede ver, se conoce con el nombre de punto cercano (Fig. 7).

Para corregir este problema basta con usar lentes convergentes (Fig. 8), para aumentar la refracción de los rayos. Estos lentes agrandan los ojos de las personas que los usan. La graduación de los lentes se hace tomando en cuenta que el punto cercano de una persona promedio está a 25 cm del ojo.

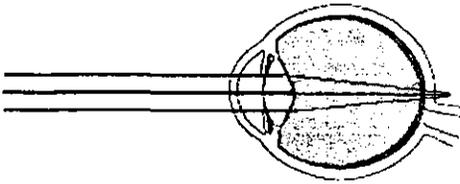


Fig. 7.- Los rayos luminosos forman la imagen por detrás de la retina.

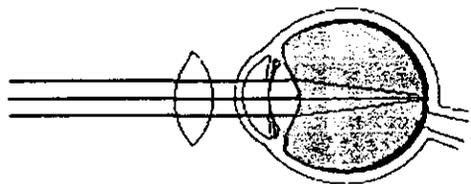


fig. 8.- Las lentes convergentes corrigen el problema.

▪ ASTIGMATISMO.

Este es el defecto más común de todos, se debe a deformaciones en la córnea. En realidad casi todas las personas lo presentan, sólo que su problema es tan pequeño que no necesitan usar lentes correctores.

El astigmatismo hace que las personas vean deformes las cosas y desenfocadas en algunas direcciones.

Hay dos tipos de astigmatismo, el regular (que es corregible) y el irregular (que es muy difícil de corregir).

El astigmatismo se corrige mediante lentes que forman parte de superficies cilíndricas o tóricas. Las personas con astigmatismo regular, pueden ver por ejemplo en un tablero de ajedrez, las filas desenfocadas, y las columnas enfocadas o viceversa. A veces, también, gracias a esto, ven las cosas más alargadas o más aplastadas de lo que son.

▪ PRESBICIA.

Es la pérdida de acomodación del cristalino. En personas de edad media o avanzada, el cristalino se vuelve menos elástico, y el proceso de acomodación para una visión cercana se va haciendo más difícil. El resultado es una condición similar a la hipermetropía.

1.4- CARACTERÍSTICAS DE LA VISIÓN.**□ ADAPTACIÓN .**

Es la capacidad del ojo para ajustarse automáticamente a las diferentes iluminaciones de los objetos. Dicho ajuste lo realiza la pupila en su movimiento de cierre y apertura (fig.(s) 9 y 10).

Cuando la iluminación es muy intensa, la pupila se contrae reduciendo la luz que llega al cristalino. y si es escasa, se dilata para captarla en mayor cantidad.



Fig. 9

a) *Ajuste de la pupila para una iluminación intensa.*



Fig. 10

b) *Ajuste de la pupila para una iluminación débil.*

□ ACOMODACIÓN.

Es la capacidad del ojo para ajustarse automáticamente a las diferentes distancias de los objetos, y obtener de esta forma imágenes nítidas en la retina.

Este ajuste se efectúa variando la curvatura del cristalino con ello la distancia focal por la contracción de los músculos ciliares. Si el objetivo se encuentra próximo al ojo, la curvatura del cristalino se hace mayor que cuando está más lejos. La capacidad de acomodación del ojo disminuye con la edad a consecuencia del endurecimiento del cristalino.

1.5- FACTORES QUE INFLUYEN EN LA VISIÓN.

En la percepción visual de los objetos influyen los siguientes factores.

- Iluminación.
- Contraste.
- Sombras.
- Deslumbramiento.
- Ambiente cromático.
- Tamaño.
- Brillantez (o Luminancia).
- Tiempo.

▪ ILUMINACIÓN

La capacidad visual depende de la iluminación y esta puede afectar el estado de ánimo de las personas. Cada actividad requiere una determinada iluminación nominal que debe existir como valor medio en la zona que se desarrolla la misma. El valor medio de la iluminación para una determinada actividad esta en función de factores como :

- ❖ Tamaño de los detalles a captar.
- ❖ Distancia entre el ojo y el objeto observado.
- ❖ Factor de reflexión del objeto observado.
- ❖ Contraste entre los detalles del objeto y el fondo sobre el que destaca.
- ❖ Tiempo empleado en la observación.
- ❖ Rapidez de movimiento del objeto.

Cuanto mayor sea la dificultad para la percepción visual, mayor debe ser el nivel medio de iluminación.

Considerando todos estos factores se han fijado unos valores mínimos de iluminación para cada cometido visual que se indican en las normas correspondientes.

▪ CONTRASTE.

Se define al contraste como la diferencia de luminancia entre el objeto que se observa y su espacio inmediato, es decir, es el contraste de brillantez o color entre el objeto y su inmediato alrededor.

Los trabajos que requieren gran agudeza visual precisan de un mayor contraste.

Un ejemplo de ello es la fig. 11 donde: a) y b) tiene un contraste fácil de distinguir mientras que en c) se ofrece mayor dificultad.

Combinando bien los grados de reflexión de las superficies de un recinto, se obtiene una disminución armónica de la luminancia, produciéndose con ello un contraste fácil de distinguir.

Las mejores condiciones visuales se consiguen cuando el contraste de luminancia entre el objeto visual y las superficies circundantes se mantiene dentro de los límites determinados.

La relación de luminancias en el campo visual no debe ser menor de 1:3, ni mayor de 3:1.

También existe un contraste de colores.

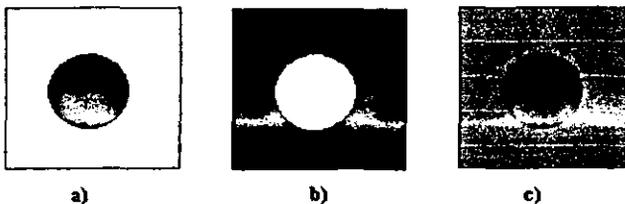


figura 11.- Comparación de contrastes.

Los niveles altos de iluminación compensan en parte los bajos contrastes en brillantez, y son de gran asistencia donde no se puede tener condiciones de alto contraste.

• SOMBRAS

Si no tuviéramos 2 ojos, no veríamos los objetos en relieve, es decir, unos más cerca de otros. Esto se debe a que en cada ojo se forma una imagen ligeramente distinta y al ajustarse las dos en el cerebro dan la sensación de relieve. Para poder captar el relieve de los objetos es preciso que estos presenten una zona menos iluminada que otras. Estas zonas menos iluminadas son las sombras, las cuales destacan las formas plásticas de los objetos. Las sombras son el resultado de una diferencia de luminancia respecto de zonas más iluminadas.

Se distinguen dos clases de sombras :

Sombras fuertes. - Estas resultan de iluminar un objeto con luz dirigida intensa desde un punto determinado más o menos alejado, y se caracteriza por su profunda oscuridad y dureza con alto efecto de relieve.

Sombras suaves. - Estas resultan de iluminar un objeto con luz difusa y se caracteriza por su suavidad y menos efecto de relieve.

• DESLUMBRAMIENTO.

El deslumbramiento es un fenómeno de la visión que produce molestia o disminución de la capacidad para distinguir objetos o ambas cosas a la vez, debido a una inadecuada distribución o escalonamiento de luminancias, o como consecuencia de contrastes excesivos en el espacio o en el tiempo.

Este fenómeno actúa sobre la retina del ojo, en la cual produce una enérgica reacción fotoquímica, insensibilidad durante un cierto tiempo transcurrido, en el cual vuelve a recuperarse.

Los efectos que originan el deslumbramiento pueden ser de tipo psicológico (molesto) o de tipo fisiológico (perturbador).

La forma de producirse puede ser:

- **Directo.** - Como el proveniente de lámparas, luminarias o ventanas que se encuentran situadas dentro del campo visual, es decir, es el provocado al observar directamente la fuente de luz.
- **Reflejado.** - Por superficies con alto índice de reflectancia, especialmente superficies especulares como las de metal pulido o espejos, es decir, es el provocado por la incidencia de los rayos luminosos sobre el objeto observado.

Los principales factores que intervienen en el deslumbramiento son:

- La luminancia de la fuente de luz o de las superficies iluminadas, a mayor luminancia corresponde mayor deslumbramiento, siendo el valor máximo tolerable para la visión directa de 7500 cd/m^2 (nits)
- Las dimensiones de la fuente de luz en función del ángulo subtendido por el ojo a partir de los 45 grados respecto a la vertical.

- La ubicación de la fuente de luz. Cuando más lejos se encuentre la fuente en la línea de visión, menor deslumbramiento produce. También se disminuye el deslumbramiento a medida que la fuente queda más por encima del ángulo visual.
- Contraste entre la luminancia de la fuente de luz y la de sus alrededores.
A mayor contraste de luminancia, mayor deslumbramiento.

Una luminancia de valor bajo puede producir deslumbramiento si el tiempo de exposición es largo.

Dados los efectos perjudiciales que produce el deslumbramiento, deben tomarse todas las medidas posibles para evitarlo.

▪ AMBIENTE CROMÁTICO.

El color de la luz y los colores cálidos existentes en el espacio facilitan el reconocimiento de todo cuanto nos rodea. Los efectos psicológicos que producen se definen como ambiente cromático. Este ambiente tiene gran influencia en el estado de ánimo de las personas.

Al aumentar el nivel de iluminación aumenta la capacidad visual y la velocidad de percepción.

▪ TAMAÑO.

Cuando más grande sea un objeto, en términos de ángulo visual (ángulo subtendido por el objeto desde el ojo) podrá verse más rápidamente. Al no poder aumentar el tamaño de los detalles de una tarea visual, será necesario aumentar el nivel de la iluminación.

Por ejemplo la persona que trae cerca de sus ojos un objeto pequeño para verlo claramente, esta inconscientemente usando el factor tamaño para incrementar el ángulo visual.

▪ BRILLANTEZ (O LUMINANCIA).

Esta depende de la intensidad de la luz que incide sobre un objeto y la proporción en la cual la luz es reflejada hacia el órgano visual. Aumentando el nivel de iluminación en una superficie oscura es posible aumentar su brillantez.

▪ TIEMPO.

La visión es un proceso que requiere de tiempo. El ojo puede ver detalles muy pequeños si se le da tiempo para que realice el proceso visual. Al aumentar el nivel de iluminación aumenta la capacidad visual y aumenta al mismo tiempo la velocidad de percepción.

Los factores anteriores intervienen también para obtener una cantidad de iluminación adecuada, es decir, la cantidad de luz que produciría brillantez sobre la tarea visual y sus alrededores.

CAPÍTULO II

2.1.- NATURALEZA DE LA LUZ.

Ningún fenómeno es tan misterioso como la luz. Aún se desconoce todo acerca de su naturaleza. Sin embargo, es posible estudiar su comportamiento.

Los sabios de todas las épocas han tratado de responder a la pregunta ¿Qué es la luz?. Los griegos suponían que la luz emanaba de los objetos, y era algo así como un "espectro" de los mismos, extraordinariamente sutil, que al llegar al ojo del observador le permitía verlo.

De esta manera los griegos y los egipcios se abocaron a la solución de estos problemas sin encontrar respuestas adecuadas. Posteriormente en la Europa del S. XV al XVII, con los avances realizados por la ciencia y la técnica, surgieron muchos matemáticos y filósofos que produjeron importantes trabajos sobre la luz y los fenómenos luminosos, como los que a continuación se mencionan.

- **Modelo corpuscular o de la emisión (Isaac Newton 1704).** Según Newton, las fuentes luminosas emiten corpúsculos muy livianos que se desplazan a gran velocidad y en línea recta. Podemos fijar ya la idea de que esta teoría además de concebir la propagación de la luz por medio de corpúsculos, también sienta el principio de que los rayos se desplazan en forma rectilínea.
- **Teoría ondulatoria de la luz (Christian Huygens 1629-1695).** Huygens emitió la hipótesis de que la luz era un fenómeno ondulatorio, de naturaleza semejante a la del sonido. Según esta teoría, la velocidad de la luz disminuye al penetrar en el agua, que es lo contrario de lo que se deduce de la teoría corpuscular. La única diferencia entre la luz y las ondas sonoras es que el sonido no se propaga en el vacío mientras que la luz sí lo hace.
- **Teoría electromagnética de la luz (Jacob C. Maxwell 1862).** Establece que una onda de luz está formada por dos ondas: una eléctrica y una magnética, es decir, establece que las ondas luminosas eran ondas electromagnéticas (puesto que matemáticamente ambas se propagan a la misma velocidad).
- **Teoría de la mecánica ondulatoria (Victor Louis de Broglie).** Afirma que la luz en algunos fenómenos, sigue un comportamiento ondulatorio y en otros corpuscular, debido a que la partícula luminosa o fotón está asociada a su onda.
- **Teoría cuántica (Max Plank 1858-1947, Albert Einstein 1879-1955).** Esta supone que todos los átomos de la naturaleza tienden a permanecer en un estado en que su cantidad de energía es la mínima. Cuando alguna cantidad de energía penetra en algún átomo, este incrementa su energía; por lo que el átomo es excitado. Por su tendencia natural a recobrar su estado de mínima energía almacena la energía adicional en forma de pequeños paquetes de energía llamados fotones, por lo tanto la teoría cuántica supone que la luz está formada por fotones.

De lo anterior se puede concluir que el concepto más generalizado sobre la naturaleza de la luz consiste en que es emitida en forma de cuantos o fotones mientras que su propagación es en forma de ondas electromagnéticas, por lo que no necesita de ningún medio para propagarse. Puede viajar, en cualquier cosa, ya sea sólida, líquida o gaseosa, así mismo en el espacio vacío.

¿CÓMO SE PRODUCE LA LUZ?

La luz es producida por sucesivas excitaciones y desexcitaciones de los electrones en un átomo, es decir, algunos electrones dentro del átomo están más lejos del núcleo que otros, y por tanto tienen una mayor energía potencial eléctrica. Se dice entonces que los electrones de órbitas exteriores tienen un nivel de energía mayor que los demás. Cuando, inyectándole energía a un electrón, logramos alejarlo del núcleo de manera que pase a una órbita más alejada, se dice que el átomo está excitado. El átomo excitado busca volver a su estado natural, regresando el electrón a la órbita que corresponde. A este proceso se le llama desexcitación. En el proceso de desexcitación, el electrón libera su energía almacenada en forma de un fotón, es decir emite luz. Esta es la forma en que se produce la luz.

Definición: La luz es una manifestación de la energía en forma de radiaciones (ondas) electromagnéticas, capaz de afectar o estimular el ojo humano. Produciendo de esta manera la visión. Se trata de campos magnéticos alternativos que transportan energía a través del espacio y se propagan bajo la forma de oscilaciones o vibraciones a una velocidad de 300,000 km/seg. En cualquier medio material transparente la luz se propaga con una velocidad que es siempre inferior a la del vacío. Así, por ejemplo, en el agua lo hace a 225 000 km/s y en el vidrio a 195 000 km/s.

En las ondas de luz, existen campos eléctricos y magnéticos en cada punto del espacio, que fluctúan con rapidez. Como estos campos tienen, además de una magnitud, una dirección determinada, son cantidades vectoriales. Los campos eléctrico y magnético son perpendiculares entre sí y también perpendiculares a la dirección de propagación de la onda.

Las ondas electromagnéticas se caracterizan por una longitud de onda y por una frecuencia. Estas se relacionan con la velocidad de propagación, mediante la siguiente ecuación :

$$v = \lambda f$$

donde:

v .- Velocidad de propagación en el espacio libre.

λ .- Longitud de onda. Distancia a lo largo de la dirección de propagación entre dos puntos con la misma 'fase', es decir, puntos que ocupan posiciones equivalentes en la onda.

f .- Frecuencia.- Número de oscilaciones o vibraciones por segundo en un punto de la onda luminosa.

El espectro electromagnético (fig. 12) comprende desde las ondas más cortas de millonésimas de milímetros, tales como la radiación cósmica pasando por los rayos gama hasta los rayos visibles, limitados estos, por ambos lados por las regiones ultravioleta e infrarrojo, siguiendo hasta las ondas hertzianas, cuyas longitudes se miden en metros y kilómetros.

La luz es monocromática si esta constituida por ondas electromagnéticas de igual longitud de onda, que revelan un solo color (por ejemplo, las lámparas de vapor de sodio, de baja presión).

Es de espectro continuo (luz blanca) la luz solar o la lámpara de incandescencia porque comprende toda la gama de longitudes de onda visibles.

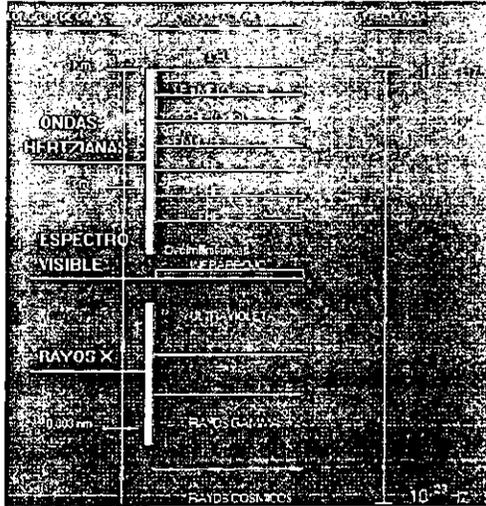


fig. 12.-Espectro electromagnético.

• **LUZ VISIBLE.**

La radiación visible, es decir, la que actúa sobre el ojo está comprendida aproximadamente entre las longitudes de onda de 3800 a 7800 Angstroms. Dentro de este intervalo se encuentran comprendidos todos los colores que el ser humano puede ver (que son infinitos). El color con menor frecuencia es el rojo y el de mayor frecuencia es el violeta.

Los colores son sólo sensaciones que experimentan nuestros ojos. Muchos organismos ni siquiera los perciben y la mayoría de los animales que conocemos ven al mundo como una película en blanco y negro. Incluso algunas personas con visión defectuosa no perciben algunos colores o dejan de percibirlos por completo. A esta enfermedad se le conoce con el nombre de Daltonismo.

Por otra parte, nuestros ojos no detectan con facilidad algunos colores. Los humanos vemos más fácilmente los colores verde y amarillo, al centro del espectro, que los colores rojo y violeta, a las orillas del mismo.

2.2.- FENÓMENOS DE LA LUZ.

Después de que la luz sale de la fuente que la emite, viaja en línea recta, y solo cambia de rumbo si choca contra algo. Cuando la luz llega a un objeto pueden ocurrir los siguientes fenómenos.

- **TRANSMISIÓN.-** Cuando un rayo luminoso pasa de un medio transparente a otro de distinta naturaleza sufre una desviación en su trayectoria rectilínea (fig. 13): la magnitud de la desviación depende del ángulo de incidencia del rayo sobre la superficie, de la clase de substancia atravesada, etc. Puede ser:
 - Directa.-* Cuando las superficies dejan pasar gran parte del flujo luminoso (vidrio o plástico transparente)
 - Difusa.-* Cuando a la salida el flujo luminoso se difunde en todas direcciones (superficies traslúcidas)
 - Mixta.-* Cuando en la difusión del flujo existe una dirección preferente.
- **REFLEXIÓN.-** Se produce cuando los rayos luminosos chocan con la superficie de un medio opaco (Fig. 14). Puede ser:
 - Regular o especular.-* Se presenta cuando la superficie reflectora es completamente lisa; el ángulo de reflexión es igual al de incidencia;
 - Difusa o irregular.-* Cuando la superficie reflectora no es completamente lisa. El rayo luminoso reflejado se distribuye en múltiples rayos de mayor o menor intensidad que se desparpaman en diferentes direcciones.
 - Mixta.-* Es la combinación de los dos tipos anteriores, es decir, la luz reflejada se distribuye en todas direcciones pero es más intensa en la dirección de la reflexión especular.
- **ABSORCIÓN.-** Al chocar con medios opacos, transparentes o traslúcidos, los rayos luminosos son absorbidos en parte y en parte son reflejados, transmitidos o refractados (fig. 15).
- **REFRACCIÓN.-** Es el cambio de dirección que sufren los rayos luminoso al pasar de un medio a otro con diferente densidad.

Estos cuatro fenómenos suelen ocurrir simultáneamente, y así, en muchos casos, una parte de la luz se transmite, otra se absorbe, otra más se refleja o se refracta.

Cuando las ondas luminosas encuentran un obstáculo rodean la orilla del objeto y siguen avanzando. Claro, ya no en la misma dirección que traían antes, si no de acuerdo con el contorno que rodean, por esto se forman figuras y sombras. A este tipo de fenómenos se le llama difracción y le sucede a todo tipo de ondas: por ejemplo las sonoras o las que se forman en la superficie del agua.

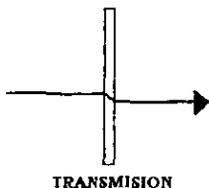


fig. 13

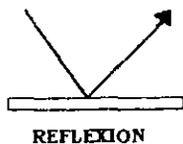


fig. 14

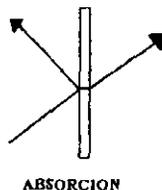


fig. 15



fig. 16

2.3.- LA ILUMINACIÓN Y LA INTENSIDAD LUMINOSA.

Existen cuerpos luminosos y cuerpos iluminados. Los primeros son fuentes de luz. Cuando la luz de un cuerpo luminoso cae sobre cualquier objeto, parte de la luz es absorbida y parte es reflejada. La luz reflejada es la que permite que nosotros veamos el objeto, por lo que decimos que el cuerpo está iluminado. Sin embargo no es lo mismo un objeto iluminado por la luz de la luna que iluminado por la luz del sol. La cantidad que recibe en el primer caso es menor que en el segundo. Esto depende de la fuente luminosa. Es posible medir la cantidad de energía luminosa que emite un cuerpo.

Antes de dar una definición de la iluminación, definiremos otros conceptos relacionados.

- **FLUJO LUMINOSO (Φ).**- También llamado potencia luminosa, es la energía radiante en forma de luz emitida por una fuente luminosa en la unidad de tiempo (segundo), su unidad es el lumen (lm).
- **LUMEN (lm).**- Unidad de flujo luminoso. Un lumen es el flujo luminoso de la radiación monocromática que se caracteriza por una frecuencia (f) de valor 540×10^{12} hertz y por un flujo de energía radiante equivalente a 1/683 Watts.
También se define como el flujo luminoso que incide sobre una superficie de un metro cuadrado, que se encuentra a una distancia de un metro desde la fuente de luz, que tenga una intensidad de una candela en todas direcciones.
- **LUX [lm / m^2 ; (lx)].**- Unidad de nivel luminoso (o de la luminancia) en el sistema internacional. Es la intensidad de iluminación. Se dice que se tiene un lux de iluminación en un punto sobre un plano que dista un metro respecto de una fuente que emite una candela. Dicha intensidad deberá incidir perpendicularmente al punto sobre el plano (fig. 17). De donde se puede deducir que:

$$E = \Phi / A$$

Se observa que cuanto mayor sea el flujo luminoso incidente sobre un superficie, mayor será la iluminación y que variara inversamente según lo haga el área.

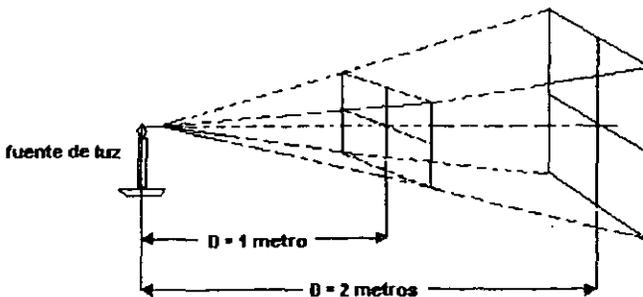


fig. 17.-La intensidad deberá incidir perpendicularmente sobre el plano.

- **INTENSIDAD LUMINOSA.**- Parte del flujo emitido, por una fuente luminosa, en una dirección dada, por el ángulo sólido que lo contiene. Su unidad de medida es la candela (cd)
Imaginemos una esfera de cristal traslucido de radio de 1 m. Si en el centro se coloca una fuente luminosa puntiforme y si el área de la zona iluminada (S) equivale a 1 m^2 , el ángulo de cono de luz se identifica con la unidad de ángulo sólido (ω). La unidad de medida del ángulo sólido es el estereorradian (fig. 17a).

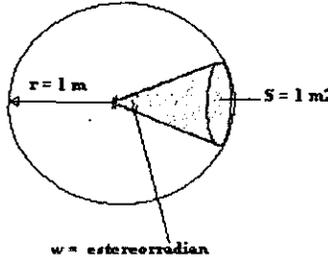


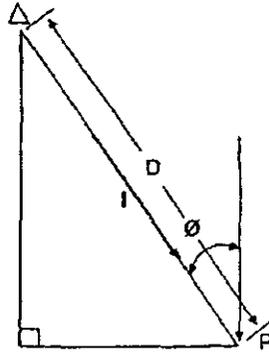
fig.17a.- Esfera de cristal traslucido de radio de 1 m.

- **CANDELA O BUJIA**- Unidad de intensidad luminosa igual a un lumen por steradian (lm / sr). Se define como la intensidad luminosa, en una dirección dada, de una fuente luminosa que emite radiación monocromática ($540 \times 10^{12} \text{ Hz} = 555 \text{ nm}$) y de la cual, la intensidad radiante en esa dirección es de $1/683$ watts/steradian. Hasta 1948 se le llamó bujía.
- **STERADIAN (Sr)**- Se define como el ángulo sólido que corresponde a un casquete esférico cuya superficie es igual al cuadrado del radio de la esfera.
La intensidad luminosa de una fuente de luz en una determina dirección es igual a la relación entre el flujo luminosos contenido en un ángulo sólido cualquiera cuyo eje coincida con la dirección considerada y el valor de dicho ángulo sólido expresado en esteradianes.

Con los conceptos antes definidos, ahora ya podemos dar una definición de la iluminación así como de sus tipos.

- **ILUMINACIÓN O ILUMINANCIA (E)**- También llamado nivel luminoso. Se define como la densidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie, y es directamente proporcional a la densidad luminosa e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia. Su unidad es el lux. En los países de habla inglesa se usa el pic candela (footcandle (fc)) como unidad de intensidad de iluminación siendo:
 $1 \text{ pic candela (lm/pie}^2) = 10.76 \text{ luxes.}$

Es también definida por la intensidad (I) en candelas dirigida hacia un punto P dividido por el cuadrado de la distancia D de la fuente luminosa a la superficie (fig. 18).



$$E = I / D^2$$

fig. 18

Es la consecuencia que tenemos del efecto de la luz. Esta nos permite distinguir colores y la acción de la visión. También se dice que es la cantidad de luz que emite un cuerpo luminoso.

Su ecuación es: $E = \theta / m^2$

- **ILUMINACIÓN COMPLEMENTARIA.**- Es la iluminación utilizada para proporcionar una cantidad y calidad adicional de luz que no puede ser obtenida por el sistema general de iluminación y que complementa el nivel general de iluminación para requerimientos específicos del trabajo.
- **ILUMINACIÓN GENERAL.**- Iluminación diseñada para proporcionar un nivel substancialmente uniforme en toda el área analizada, excluyendo cualquier provisión para requerimientos especiales localizados.
- **ILUMINACIÓN LOCALIZADA.**- Es la proporcionada sobre una pequeña área, espacio confinado o definido, sin proporcionar ninguna iluminación general significativa alrededor del entorno.
- **ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA** - Iluminación diseñada para proporcionar iluminación de seguridad y salvaguarda en caso de fallas en el suministro normal de energía.

Se aplica en los lugares donde se concentra gran cantidad de personas, ya sea para diversión, compras o trabajos. Dichos lugares pueden ser auditorios, cines, teatros, estadios de fútbol, de béisbol, centros comerciales, hospitales, escuelas, etc.

El objeto de esta iluminación es de romper la oscuridad para evitar el pánico y posibles accidentes principalmente entre menores.

Los luminarios destinados para este sistema, deberán estar localizados de tal forma que guíen a las personas hacia la (s) salida (s) del local y permitan la pronta evacuación en caso de ser necesario.

El nivel de iluminación de emergencia no deberá ser menor al 1% del nivel promedio de iluminación o a 5 luxes promedio a nivel de piso.

La uniformidad de iluminación (E_{max} / E_{min}) a lo largo de la línea central de la ruta de escape, podrá estar comprendida entre 20:1 y 40:1.

El nivel de iluminación de emergencia será igual al nivel de iluminación normal en aquellos casos en que dependa la vida de un ser humano, como en quirófanos, salas de expulsión, etc. o en lugares como cuartos de control de una hidroeléctrica, torre de control en los aeropuertos, etc.

- **BRILLANTEZ O LUMINANCIA:** Es el nombre dado a lo que vemos. Es una sensación subjetiva, variable de la mínima iluminación ú oscuridad hasta muy brillante.
Es la relación entre la intensidad luminosa (I) en cierta dirección y la superficie (area de proyección), vista por un observador situado en la misma dirección. Se representa con la letra L y su unidad es el NIT (nt) o candela por metro cuadrado (cd / m^2), en el sistema internacional.

La luminancia puede ser directa o indirecta, correspondiendo la primera a los manantiales luminosos y la segunda a los objetos iluminados.

La luminancia es lo que produce al ojo la sensación de claridad, pues la luz no se hace visible hasta que es reflejada por los cuerpos. La ecuación que expresa la luminancia es : $L = I / S \cos \alpha$

Donde: $S \cos \alpha$ - es la superficie aparente

La Luminancia directa ó brillantez de luminarios en varios ángulos de vista, es un factor importante en la evaluación del confort visual (fig. 19). En general, es deseable minimizar la brillantez del techo y luminarios en ángulos verticales de 60° a 90°. Cuando la intensidad esta en candelas y el área proyectada en metros.

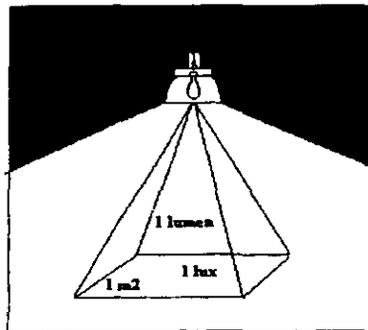


Fig. 19.- Brillantez.

2.4.- CALIDAD DE ILUMINACIÓN.

Se le atribuye a la distribución de la brillantez en el medio ambiente visual y que incluye el color de la luz, dirección, difusión, grado de deslumbramiento, acabados interiores del local, muebles, maquinarias, etc.

Un sistema de iluminación puede tener cantidad de luz pero carecer de calidad de iluminación o viceversa.

Un buen sistema de iluminación es aquel que cubre ampliamente las dos partes mencionadas con anterioridad.

Para llevar a cabo lo anterior en forma eficiente y económica, es necesario controlar los rayos luminosos de las lámparas en la forma adecuada.

El control de los rayos luminosos tiene dos objetivos:

- 1.-Dirigir los rayos luminosos hacia donde sea necesario.
- 2.- Evitar que los rayos luminosos incidan directamente sobre los ojos de las personas, con el propósito de no causar deslumbramientos.

Se entiende por control de los rayos luminosos a la acción de cambiar de dirección a los mismos. Ese control se puede lograr por: reflexión, refracción, polarización, interferencia, difracción, difusión y absorción. de estos los más utilizados son la reflexión y la refracción.

El control por reflexión, aprovecha la propiedad de algunos materiales de poder reflejar rayos que inciden sobre ellos. La dirección de los rayos reflejados depende de la forma que tenga la superficie reflectora y de la posición de la fuente luminosa.

La reflexión se puede llevar a cabo por medio de prismas de Plástico o vidrio transparente.

CAPÍTULO III

3.1.-TIPOS DE FUENTES LUMINOSAS.

Se les llama fuentes de luz (o cuerpos luminosos) a todos aquellos cuerpos que emiten luz. Esta luz la pueden emitir en forma natural (el sol, las estrellas, las luciérnagas, etc.) o en forma artificial, que es el tema que nos interesa. Se tienen básicamente dos métodos de generación de luz eléctrica: incandescencia y descarga eléctrica. Dentro del método de descarga eléctrica se tiene el tipo fluorescente y de descarga gaseosa.

Empezaremos por definir tres conceptos importantes.

- **FUENTE LUMINOSA.**- Es toda materia, objeto o dispositivo, de la que parte de la energía Radiante que emite, cae dentro de los límites visibles del espectro electromagnético.
- **LÁMPARA.**- Dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía luminica.
- **EFICACIA LUMINOSA (DE UNA LÁMPARA O DE UNA FUENTE DE LUZ) (η).**- Relación de flujo luminoso total emitido en lúmenes por la lámpara entre la potencia eléctrica consumida por la misma. Su unidad está dada en: lúmenes/watt.

$$\eta = \frac{\phi \text{ (lm)}}{W \text{ (watts)}}$$

3.2.- LÁMPARAS INCANDESCENTES.□ **Funcionamiento.**

Se compone de un filamento de alambre (generalmente de tungsteno) que va colocado en un montaje adecuado y encerrado en un bombillo o bulbo de vidrio relleno de gas o al vacío. Al conectarse la lámpara a un circuito eléctrico, la corriente que pasa por el alambre del filamento tiene que superar su resistencia y la energía consumida calienta el filamento al punto de incandescencia haciéndolo que destelle.

Partes de la lámpara:

1. Atmósfera gaseosa.
2. Filamento espiralado de tungsteno.
3. Soportes para el filamento.
4. Hilos de toma corriente.
5. Tubo de vacío.
6. Bulbo.
7. Casquillo.
8. Botón.

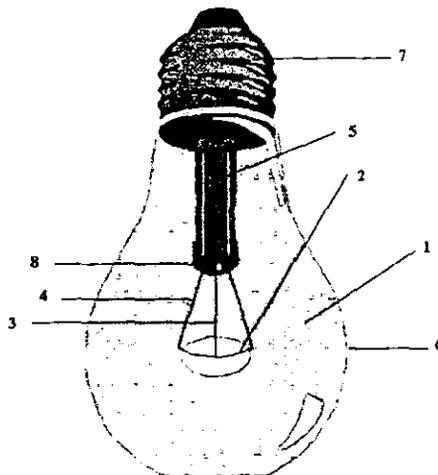


fig. 20.-lámpara Incandescente.

De este tipo de lámpara existen diferentes tipos y formas, las hay al vacío o rellenas de gas, de forma recta, de pera o tubular, etc. Para voltaje normal (de 115-125 volts) de alto voltaje (220-300 volts) de bajo voltaje (6-75 volts) las hay para servicios rudos, de servicio vibratorio, etc. Se pueden subdividir en foco común, yodo cuarzo y automotriz.

□ **Desventajas.**

- Vida corta.
- Baja eficacia.

□ **Ventajas .**

- Adaptable a cualquier necesidad gracias a su gran variedad de modelos.
- Bajo costo de lámpara y de instalación.
- No es afectada por la temperatura, es decir, trabaja eficientemente cualquiera que sea la temperatura de su operación.
- No necesita accesorios de arranque, es decir, su encendido es instantáneo.
- Son de color cálido, que da a los objetos un aspecto familiar.
- Fuente de luz concentrada, la cual es fácil de dirigir hacia el lugar u objeto que se requiere iluminar.
- Opera en Corriente Alterna y en Corriente Continua.
- De muy fácil reemplazo.

3.3.-LÁMPARAS FLUORESCENTES.

La lámpara fluorescente es una fuente que produce luz por medio de una descarga eléctrica en una atmósfera de vapor de mercurio a baja presión (fig. 21). La radiación de mercurio en estas condiciones no es visible, por lo que utilizan polvos fluorescentes, los cuales cambian la longitud de onda ultravioleta del arco a longitudes de onda dentro del espectro visible (luz).

Se pueden subdividir en de encendido rápido, encendido instantáneo, alta emisión, muy alta emisión, etc.

□ **Partes Principales:**

- 1.- Cátodos de emisión (uno en cada extremo), estos son de hilo (filamento) de tungsteno doblemente espiralizado (cátodo caliente), y están recubierto de una materia emisiva (óxido de bario, estroncio y calcio) que cuando se calienta emite electrones.

El proceso se conoce como emisión termoiónica debido a que los electrones son emitidos más como resultado del calor desarrollado que de la tensión aplicada. Se crea una zona caliente en el cátodo, en el punto en que el arco salta y se produce un flujo continuo de electrones.

- 2.- Una envoltura de vidrio.
- 3.- Un tubo contenedor de gases inertes y vapor de mercurio.

□ Funcionamiento.

- 1- Los cátodos de emisión al calentarse por el paso de la corriente directa, producen una nube de electrones alrededor de cada uno de ellos.
- 2- Según va alternando la corriente, una onda de alta tensión establece la corriente de electrones entre los dos cátodos en ambas direcciones, es decir, cuando se aplica la tensión conveniente, se produce un flujo de electrones que se desplazan a gran velocidad entre los cátodos.
- 3- Los electrones chocan con los átomos de argón y de mercurio produciéndose rayos ultravioleta visibles, es decir, la colisión entre estos electrones y los átomos de mercurio que se encuentran en su camino producen un estado de excitación que provocara la emisión de radiaciones, a 253,7 nanómetros.
- 4- Al incidir los rayos ultravioleta sobre los polvos fluorescentes que cubran las paredes interiores del tubo se transforman en luz visible.

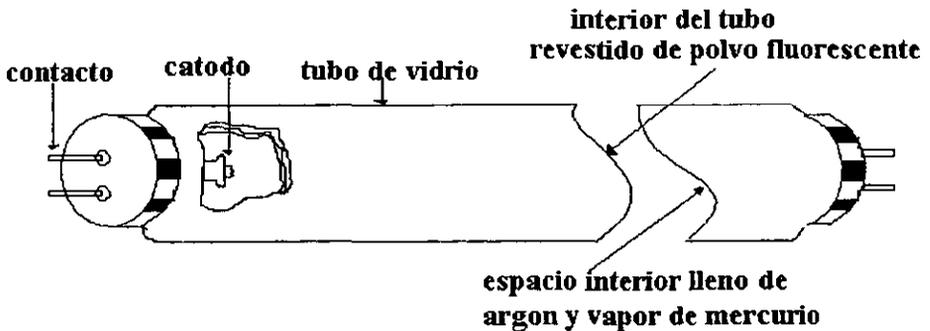


fig. 21 Partes esenciales de una Lámpara Fluorescente.

□ Características.

La cromaticidad producida es una consecuencia de las características especiales de los polvos fluorescentes para cada lámpara en particular; así:

- una lámpara de luz de día hará resaltar los colores azules, opacando los rojos.
- una de blanco frío resaltará los colores naranja, amarillo y verde, opacando los colores azules y los rojos.
- una de blanco cálido hará que se vean más vivos los colores rojos y que los azules se vean grisáceos.

Para lograr una respuesta de color uniforme a lo largo de todo el espectro, se ha desarrollado el color natural; con el que toda la gama de colores se observa con igual intensidad.

Radia luz suave y en forma difusa por toda la extensión de sus tubos sin producir resplandores ni sombras acentuadas. Esta luz más eficiente reduce el esfuerzo visual y facilita el ver.

□ **Ventajas.**

- Se obtiene más luz por watt de energía consumidas conservando su brillo más tiempo.
- Dura más veces que una lámpara incandescente de igual potencia.
- Mayor cantidad de luz visible y menor calor radiante que la lámpara incandescente.
- Luz cómoda y fresca.
- Menos resplandor y sombras más suaves.
- No necesita pantalla.
- Mayor variedad de matices cromáticos para fines decorativos.
- Mayor rendimiento, gran duración y perdurable potencia luminica comparada con una lámpara incandescente.

□ **Desventajas.**

- Su gran tamaño físico en relación con su wattaje.
- La necesidad de un reactor que le proporcione una corriente y un voltaje adecuado de operación.
- Gran reducción de su flujo luminoso a bajas temperaturas.

□ **Aplicaciones.**

Se usan primordialmente en oficinas, bancos, salas de exhibición, despachos, escuelas, ascensores, bibliotecas, tiendas comerciales, etc.

3.4.- LÁMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO.

□ **Construcción de la Lámpara.**

En la figura 22 se muestran las partes básicas de la lámpara de vapor de mercurio. Los tipos más comúnmente usados están contruidos a base de dos bulbos (bombillos) uno exterior, a manera de cubierta, y otro interior, que es el tubo de arco. El tubo de arco, fabricado de cuarzo, contiene el arco propiamente dicho, vapor de mercurio, los electrodos y una pequeña cantidad de gas argón.

El bulbo exterior llenado comúnmente de nitrógeno, sirve para proteger el tubo de arco contra el deterioro y la corrosión atmosférica. También regula la temperatura de funcionamiento del tubo de arco y actúa como filtro para absorber la radiación ultravioleta.

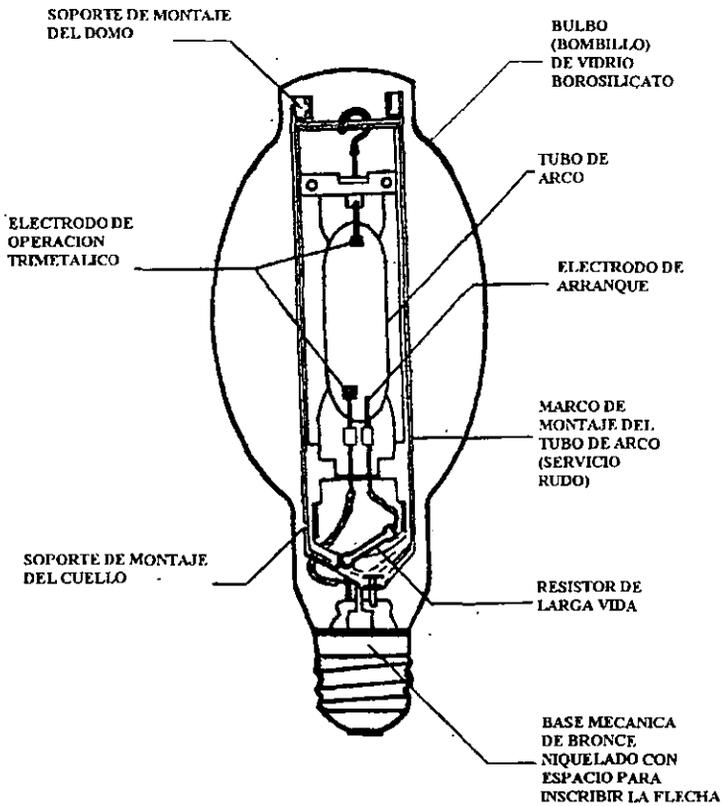


fig. 22.-Partes básicas de la lámpara de Vapor de Mercurio.

□ Funcionamiento:

Se necesita un balastro de tamaño y tipo adecuado para que la lámpara de vapor de mercurio funcione en cualquier circuito eléctrico regular; para ajustar el voltaje de distribución de circuito de alumbrado al voltaje que requiere para encender y controlar la corriente durante su funcionamiento. Este control es necesario debido a que la lámpara de vapor de mercurio, como todas las fuentes de luz de descarga, tiene la característica de "resistencia negativa" una vez encendida, el arco se desboca tomando excesiva corriente la cual destruirá la lámpara si no se controlara por medio de un balastro.

Cuando se conecta al interruptor de la línea de alimentación, el voltaje de arranque del balastro es aplicado a través del espacio existente entre los electrones de operación situados en los extremos opuestos del tubo de arco y también a través del pequeño espacio entre el electrodo de operación y el de arranque.

Cuando existe suficiente argón ionizado y vapor de mercurio, distribuidos ambos a lo largo del tubo de arco, se establece una descarga entre los electrodos de operación. Esto vaporiza más mercurio, calentándose rápidamente la lámpara, hasta alcanzar una condición estable.

Después de formarse el arco principal, el resistor de arranque provoca que el potencial, a través del espacio de encendido, se mantenga muy bajo para mantener esta descarga, estableciéndose el flujo de descarga entre los electrones de operación.

Los iones y electrones que componen el flujo de corriente (o descarga del arco), se pone en movimiento a lo largo del trayecto existente entre los dos electrodos de operación situados en los extremos opuestos del tubo del arco. El impacto producido por los electrones y los iones que viajan a enorme velocidad por el gas o vapor circundante, cambian ligeramente su estructura atómica. La luz se produce de la energía emitida por los átomos afectados, a medida que vuelven nuevamente a su estructura normal.

□ **Recomendaciones:**

- Esta lámpara debe usarse solamente en luminarios con circuitos equipados apropiadamente.
- La operación con equipo incompatible puede causar la destrucción de la lámpara, pudiendo producir daños físicos a personas o al equipo.
- A pesar de que la lámpara de vapor de mercurio de base media puede usarse en portalámparas ordinarios (base media) nunca deberán instalarse en tales portalámparas sin el balastro adecuado, requerido para la operación de este tipo de lámparas.
- Desconectar el circuito en caso de quitar o colocar una lámpara.
- Si el bulbo exterior se rompe, deberá desconectarse inmediatamente el circuito de la lámpara para evitar la exposición de la energía ultravioleta, la cual puede dañar los ojos y la piel.
- No deberá someterse el bulbo a ninguna presión, debido a que puede provocar su rotura.
- A pesar del que el bulbo exterior se fabrica de vidrio resistente a la intemperie, se requiere de una protección externa para la lámpara, con objeto de minimizar el riesgo de rotura y evitar el contacto con el agua durante su funcionamiento.

❑ Desventajas.

- Necesita un reactor.
- Después de aplicarle corriente, se necesita de varios minutos, para obtener su máxima emisión luminosa, y si se ha apagado es necesario un enfriamiento de tres a cinco minutos antes de tener su total emisión nuevamente.
- Limitada por su baja eficacia.

❑ Ventajas.

- Larga vida económica, mas de 24.000 horas con muy baja depreciación.
- Fuente luminosa concentrada que facilita un control preciso de los rayos luminosos.
- Eficacia luminosa, media de 49 a 63 lúmenes por watt.
- Flujo luminoso inalterable por los cambios de temperatura.
- Mas robusta que las lámparas incandescentes y fluorescentes, y no se ve afectada por las vibraciones o el trabajo rudo.

❑ Aplicaciones.

Gimnasios, grandes campos deportivos, instalaciones industriales y en general en todas las instalaciones al aire libre.

3.5.- LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO.**❑ Construcción de la Lámpara.**

Sus componentes básicos de muestran en la fig.23. Este tipo de lámparas se fabrican con dos envoltentes: un bulbo exterior "cubierta" y uno interior "tubo de arco". El tubo de arco cerámico contiene los electrodos, amalgama de mercurio sodio y una pequeña cantidad de xenón. El envoltente tubo exterior de vidrio, resistente a la intemperie (borosilicato), protege al tubo de arco y, debido a que se encuentra al vacío, reduce las perdidas de calor por las corrientes de conducción y convección originadas en el tubo de arco, asegurando de esta forma una alta eficacia.

El tubo de arco en la lámpara de vapor de sodio es largo y esbelto, se fabrica con cerámica de óxido de aluminio policristalino. La geometría del tubo esta determinada por los requerimientos de alta temperatura para vaporizar el sodio. Se requiere que la cerámica resista estas temperaturas. El material de tubo de descarga es traslucido y adecuado para la transmisión y generación de la luz en lámparas de alta intensidad de descarga, con una transmitancia de aproximadamente 95 % en las longitudes de onda visible debido a que el material no contiene impurezas ni pequeños poros, el material de fabricación del tubo de arco es altamente resistente al efecto corrosivo de sodio de alta temperatura. El sodio a altas temperaturas deteriora el cuarzo o cualquier material similar rápidamente.

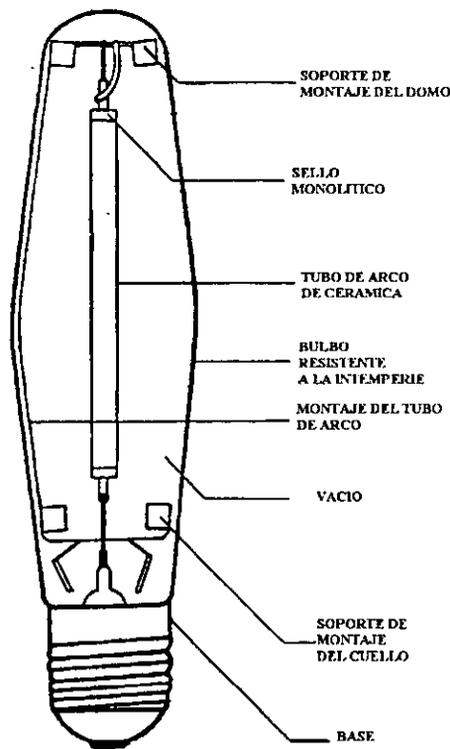


fig. 23 . Partes básicas de la lámpara de Vapor de Sodio

□ **Funcionamiento:**

La luz se produce por el paso de corriente eléctrica a través de sodio, con una presión determinada a alta temperatura. El principal elemento de radiación en el tubo de arco de la lámpara de sodio. Sin embargo, contiene mercurio como gas corrector de color, y adicionalmente, para controlar el voltaje.

También existe una pequeña cantidad de xenón, en el tubo del arco, utilizado para iniciar la secuencia de arranque. El circuito eléctrico de una lámpara de vapor de sodio típica, se muestra en la Figura (23 a).

Para su ignición, se requieren voltajes muy altos, debido a la geometría del tubo de arco, el cual deberá ser largo y estrecho, a fin de lograr la máxima eficacia y, además, al hecho de usar gas xenón como arranque que

facilita la ignición inicial. La función de arranque se logra por medio de un circuito electrónico (ignitor) que trabaja en conjunto con los componentes magnéticos del balastro.

El ignitor provee un corto pulso de alto voltaje en cada ciclo o mitad del ciclo del voltaje de alimentación.

El pulso tiene suficiente amplitud y duración para ionizar el gas xenón y, de esta forma, iniciar la secuencia de arranque de la lámpara.

La lámpara de vapor de sodio de alta presión se fabrica con un exceso de sodio, en forma de amalgama con mercurio. Después de un periodo de operación de la lámpara, parte del vapor de sodio se pierde, en el flujo del arco, a través de varios mecanismos.

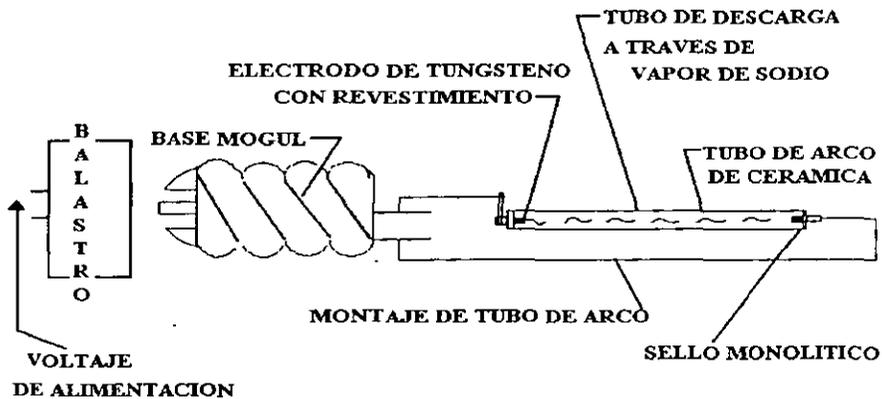


fig. 23a.- Circuito eléctrico de una lámpara de Vapor de Sodio.

Debido al cambio de relación de presiones de sodio y vapor de mercurio, el voltaje de arco se incrementa.

Eventualmente, el voltaje de operación de la lámpara se incrementara a un nivel más allá del voltaje que el balastro pueda sostener, cuando esto sucede, la lámpara arrancara, calentándose hasta lograr su completa brillantez y luego se extingue.

Cuando la secuencia de operación se repite regularmente, se dice que esta cicleando, las lámparas de vapor de sodio de alta presión presentan la característica de cicleo cuando su vida ha llegado al final.

La lámpara de vapor de sodio de alta presión requiere de un periodo de calentamiento de 3 a 4 minutos para alcanzar su completa brillantez, un poco menor que el periodo requerido por una lámpara de aditivos metálicos o de vapor de mercurio. Durante el periodo de calentamiento existen varios cambios en el color de la luz. Inicialmente existe un débil resplandor azul blanco producido por la ionización del xenón, el cual es rápidamente reemplazado por un brillante color azul, típico de la luz de mercurio. Con un incremento en la brillantez, se efectúa un cambio al, amarillo monocromático, característico del sodio bajo presión. Así, cuando

la presión de tubo de arco se incrementa, la lámpara logra su completa brillantez produciendo una luz blanca dorada. Si existe una interrupción momentánea de energía, el tiempo de re-encendido será de aproximadamente un minuto.

□ **Características:**

Es el tipo más eficaz de la familia de descarga de alta intensidad (HID).

Sus características físicas, eléctricas y fotométricas son diferentes a otros tipos de lámparas de descarga de alta intensidad (HID).

□ **Recomendaciones:**

- Estas lámparas deben usarse solo en luminarias con circuito apropiadamente equipado. La operación con equipo no compatible, puede causar la destrucción de la lámpara, pudiendo causar heridas personales o daño al equipo. Es recomendable desconectar el circuito al quitar o colocar una lámpara.
- Si el bulbo exterior se rompe, deberá desconectarse inmediatamente el circuito de la lámpara para evitar la exposición de los rayos ultravioleta, que puede dañar a los ojos o a la piel.
- Debido a que el bulbo exterior de la lámpara se encuentra al vacío, puede explotar si se rompe, por lo que no debe someterse el bulbo a ninguna presión.
- No debe existir ningún metal en contacto con el bulbo exterior de la lámpara, y debe de estar eléctricamente aislado par evitar la descomposición del vidrio.
- A pesar de que el bulbo exterior se fabrica de vidrio resistente a la intemperie, se requiere una protección externa para la lámpara, con el fin de minimizar el riesgo de rotura y evitar el contacto con el agua durante la operación.

3.6.- LÁMPARAS DE ADITIVOS METÁLICOS.

□ **Construcción de la Lámpara.**

Esta tiene un tubo de descarga de cuarzo, ligeramente menor que el de una lámpara de vapor de mercurio de la misma potencia. El tubo de arco contiene gas argón y mercurio, más yoduros de torio, sodio y escandio.

Los extremos del tubo de descarga tienen una pantalla térmica (revestimiento), cuya función es controlar la temperatura en estas áreas durante la operación. El control de la temperatura es esencial durante su operación.

Se fabrica con un montaje para tubo de arco en dos secciones. Esta división es necesaria debido a la alta actividad electroquímica del sistema de aditivos, debido a la cual se requiere el máximo aislamiento de las partes metálicas del tubo de arco (fig 24).

El montaje de tubo de descarga incluye soportes en el cuello y domo, esto proporciona un montaje muy durable y resistente, adecuado para el servicio rudo y la vibración. El bimetálico debe permanecer cerrado durante la operación de la lámpara, para evitar un corto circuito entre el electrodo de arranque y el electrodo de operación adyacente. Con esto se evita una caída de tensión entre electrodo de arranque y el electrodo de operación, eliminando la falla por electrólisis en el sello de tubo de arco. Algunas de estas lámparas usan un diodo de estado sólido y un corto circuito bimetálico. El diodo se encuentra en serie con el corto circuito bimetálico durante la operación de calentamiento de la lámpara. El bulbo exterior de borosilicato (vidrio duro) protege las partes internas y también absorbe la radiación ultravioleta originada en el arco.

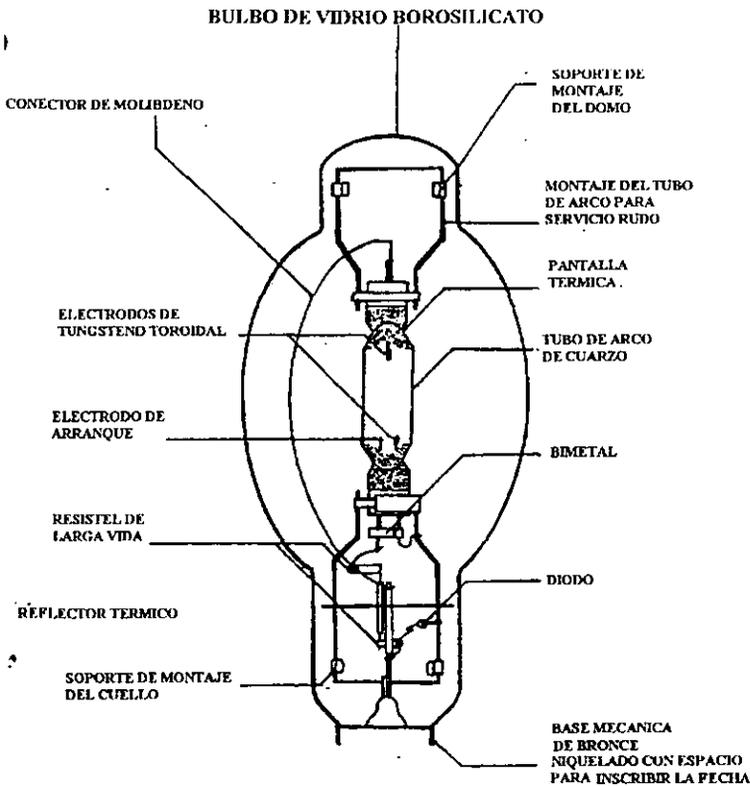


Fig. 24.-Partes básicas de una lámpara de Aditivos Metálicos.

□ Principios y Características de Operación.

La descarga de esta lámpara difiere del sistema de vapor de mercurio. En una lámpara de vapor de mercurio, todo el material de descarga se encuentra en estado vaporizado, ya que la temperatura de las paredes del tubo de arco es mayor que la temperatura de ebullición del mercurio.

Los yoduros aditivos, en el sistema de aditivos metálicos, tienen el punto de ebullición más alto que la temperatura de las paredes de tubo de arco; por lo que algunos de los materiales permanecen condensados en estado sólido. Las cantidades de yoduros metálicos vaporizados se rigen por la temperatura del tipo más frío de la superficie interior del tubo de arco. Este fenómeno ejerce influencia sobre algunas características de estas lámparas.

Esta lámpara hace el mismo principio de arranque de las lámparas de vapor de mercurio, pero difieren en características y requerimientos de arranque. Cuando el voltaje se aplica a la lámpara, se inicia la ionización en el espacio existente en el electrodo de arranque y el electrodo de operación adyacente. Debido a la presencia de yoduros metálicos, en el tubo de arco, el voltaje requerido para la ionización es más alto en la lámpara de aditivos metálicos. Cuando existe la suficiente ionización se establece un flujo de electrones entre los electrodos principales.

Una vez establecido el arco, la lámpara empieza a calentarse. Conforme la temperatura se va incrementando los aditivos metálicos van integrándose al flujo eléctrico, emitiendo su radiación característica. Debido a la naturaleza del sistema de yoduros de aditivos metálicos, las exigencias básicas del balastro son más severas que las requeridas en el balastro usado en las lámparas de vapor de mercurio.

Cuando la temperatura se estabiliza y los aditivos metálicos se encuentran en el arco en concentración apropiada, sus efectos se notan claramente.

La emisión espectral de la lámpara tiene todas las longitudes de onda a las cuales responde el ojo humano y adicionalmente, mucha de la energía radiada se desplaza a áreas del espectro donde la lámpara de vapor de mercurio es deficiente, debido a que todas las longitudes de onda o colores están presentes en el balance aceptable. La apariencia del color de la lámpara es blanco, dando como resultado un excelente rendimiento cromático.

Otra ventaja de esta lámpara es que su eficacia es mayor que la de las lámparas de vapor de mercurio. Esta lámpara tiene una eficacia superior entre el 65 y 70 %.

□ Posición de Operación.

Estas lámparas se fabrican en dos tipos: "base horizontal" (BU-HOR) y "base abajo" (BD). Para potencias de 250, 400, 1000 y 1500 watts. Las lámparas base arriba, están diseñadas para operar en posiciones que varían de base arriba a horizontal; la lámpara base debajo de la posición hacia arriba, pero sin llegar a la horizontal.

La lámpara de 175 watts base arriba y base abajo deberá operarse en posiciones que estén dentro de los 15 grados de vertical. Los tipos de lámparas base arriba (bu) y base abajo (bd) difieren en la localización del bimetal y del electrodo de arranque.

Las lámparas de 175 y 250 watts deberán operarse en luminarios cerrados. Las lámparas de 400 y 1000 watts, cuando operan en posición horizontal o dentro de los 60 grados de la horizontal, deberán instalarse en luminarios cerrados. La lámpara de 1500 watts deberá operarse en luminarios cerrados independientemente de su posición de operación.

□ Efecto de la Posición de Operación.

Los datos característicos de esta lámpara, se establecen con la lámpara operada en posición vertical y horizontal: cuando es operada en otra posición diferente a la vertical, los watts y la producción lumínica decrecen ligeramente, así como el mantenimiento de lúmenes y los lúmenes medios a través de las horas de vida. Las posiciones de operación que producen la menor emisión lumínica son aproximadamente entre 20-30 grados de la horizontal (60 – 70 de la vertical). En posiciones de operación diferentes a la vertical, el arco tiende a colocarse en la parte superior, de tal modo que producirá una distribución de temperatura no uniforme en las paredes del tubo de arco, dando como resultado una operación menos eficiente.

□ Producción Lumínica y Mantenimiento.

El sistema de esta lámpara resulta químicamente complejo y requiere de un periodo de operación para que todos sus componentes se establezcan. Se requiere de un lapso de funcionamiento de 100 horas para que la lámpara alcance todas sus ventajas que, a la vez, son la base de sus características de comportamiento a través de sus horas de vida. Cuenta con características excelentes en lo referente al mantenimiento de lúmenes. El decremento en producción lumínica se produce en forma muy gradual, a través de las horas de la vida de la lámpara, las mayores causas de este decremento son: el deterioro de los electrodos a medida que pasa el tiempo; la pérdida de transmisión de tubo de arco, debido al ennegrecimiento y el cambio de balance químico de los aditivos metálicos. El mantenimiento de los lúmenes es mejor cuando la lámpara se opera en largos periodos, por arranque; por lo tanto, el mejor mantenimiento de lúmenes se obtiene cuando su operación es de ciclo continuo.

□ Vida de la Lámpara.

Su vida se define como el lapso de horas, en el cual el 50% de una muestra representativa de la producción llega al final de la vida normal, cuando se opera con un voltaje controlado nominal de alimentación al balastro, en ciclos de 10 horas en posición vertical. El final de su vida nominal, se caracteriza cuando la lámpara falla en el arranque o bien cuando se acerca a su potencia de diseño. Lo anterior es causado por deterioro de los electrodos de la lámpara a lo largo de las horas de vida. El deterioro de los electrodos es más severo durante el periodo de arranque. Mientras, más largo es el periodo de operación, mayor será la vida de la lámpara y mejor el mantenimiento en lúmenes.

□ Recomendaciones.

- Debe usarse solamente en luminarios que se encuentren equipados apropiadamente ya que de lo contrario se podría destruir la lámpara, provocando heridas al personal o daños al equipo.
- La lámpara opera sobre presión y a alta temperatura, pudiéndose destruir cuando se opera horizontalmente o dentro de 60 grados de la posición horizontal. En tal posición la lámpara debe instalarse en luminario cerrado. La lámpara de 250 y 1500 watts debe usarse en luminarios cerrados para cualquier posición.
- Desconectar el circuito en caso de quitar o colocar una lámpara, si el bulbo exterior se rompe, el circuito de la lámpara deberá desconectarse inmediatamente para prevenir la exposición a la energía ultravioleta, la cual puede ser dañina para los ojos y la piel. No deberá someterse el bulbo a ninguna presión, debido a que puede provocarse su rotura.
- A pesar de que el bulbo exterior se fabrica de vidrio resistente a la intemperie, se requiere una protección externa para la lámpara, con objeto de minimizar el riesgo de rotura y evitar su contacto con el agua durante la operación.

CAPÍTULO IV

4.1.- LUMINARIOS.

DEFINICION .- Aparato eléctrico de iluminación compuesto de un gabinete o armadura (lámpara y balastro), la cual se diseña para que en su interior, aloje un reflector y accesorios necesarios para fijar, proteger y conectar las lámparas al circuito de alimentación, así como un refractor, para que este conjunto pueda proporcionar la mejor distribución de una fuente de luz artificial. En la figura 25 se muestra un ejemplo de un luminario.

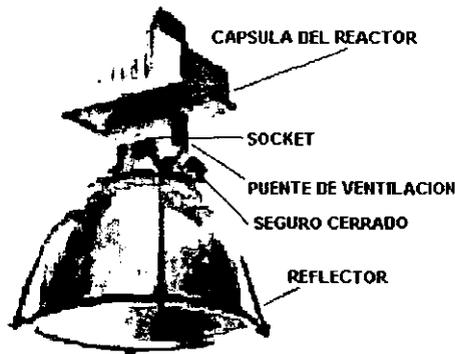


fig. 25.-Partes básicas de un luminario.

- **EFICIENCIA DE UN LUMINARIO.**- Relación de flujo luminoso emitido por un luminario con aquel que produce la(s) lámpara(s) desnuda(s) usada(s) en su interior.
- **EXPLOSION, LUMINARIO A PRUEBA DE.**- Luminario completamente cerrado y capaz de resistir una explosión de gas específico o vapor dentro de él y prevenir la ignición de gases o vapores alrededor de éste.

Uso:

- Modificar la distribución del flujo luminoso emitido por las fuentes de luz al objeto de dirigirlo en determinadas direcciones (reflectores) o para atenuar el deslumbramiento, ocultando parcial o totalmente la visión de la lámpara(difusores).
- Proteger a las lámparas de daños de origen mecánico o ambiental e impedir el acceso a las partes sometidas a tensión evitando los contactos directos.

Este debe poseer las siguientes cualidades.

Ópticas.

- Distribución luminosa adaptada a la función que debe realizar.
- Luminancias reducidas en determinadas direcciones.
- Buen rendimiento lumínico.

Mecánicas y eléctricas.

- Solidez.
- Ejecución en un material adecuado a las condiciones de trabajo previstas.
- Protección de las lámparas y equipo eléctrico contra la humedad y demás agentes atmosféricos.
- Facilidad de montar, desmontar y limpiar.
- Cómodo acceso a la lámpara y equipo eléctrico.

Estéticas.

- Los luminarios apagados durante el día o encendidos durante la noche, no deben desentonar con el medio ambiente en el cual se incluyen.

4.2.- CLASIFICACIÓN DE LOS LUMINARIOS

□ **POR SU USO.-** En comerciales, industriales, decorativos, de alumbrado público y exteriores.

▪ Luminarios Comerciales.

Deben cumplir con ciertas especificaciones como consecuencia del uso que normalmente tiene dentro de interiores.

- Buena difusión de luz.
- Baja brillantez.
- Alta eficiencia.
- Ocultamiento de la lámpara.
- Apariencia distinguida y moderna.
- Facilidad de montaje y limpieza.

▪ Luminarios Industriales.

Este tipo de luminarios trabajan generalmente en naves industriales con alturas de montaje altas o medias, por lo que se requiere que estos sean capaces de alojar lámparas de alta emisión luminosa y reflectores especiales. Algunos luminarios del tipo industrial trabajan en lugares donde se tienen atmósferas explosivas, vapores o líquidos volátiles, por lo que su construcción debe ser hermética contra elementos perjudiciales, para que ofrezcan seguridad.

En términos generales estos luminarios deben proporcionar las siguientes cualidades.

- Buena difusión de luz.
- Curva de distribución adecuada a la altura de montaje.
- Alta eficiencia.
- Resistencia mecánica.
- Construcción de un material adecuado a su función.
- Facilidad de mantenimiento.

▪ **Luminarios para Decoración.**

Este tipo de luminarios ayudan a crear un ambiente agradable al integrarse al conjunto arquitectónico decorativo del interior a iluminar. encendidos o apagados deben crear la misma apariencia. Deben además contar con las siguientes características.

- Iluminación uniforme.
- Apariencia agradable y moderna.
- Construcción de acuerdo a las necesidades.
- Fáciles de limpiar.

□ **DE ACUERDO A SU CURVA DE DISTRIBUCIÓN.**

▪ **Directa.**

Son los que dirigen del 90 al 100 % de su flujo luminoso hacia abajo del centro focal y del 0 al 10 % hacia arriba. estos luminarios son los que proveen de iluminación más eficiente en las superficies de trabajo.

Dentro de estos luminarios se tienen cinco tipos de curvas diferentes en términos de la relación de espaciamiento permisible, que se muestra a continuación.

Relación espaciamiento a altura de montaje

Arriba del plano de trabajo.

Hasta	0.5
0.5	0.7
0.7	1.0
1.0	1.5
arriba	1.5

Clasificación de curvas

altamente concentrada
concentrada
intensiva
extensiva
super extensiva

▪ **Semi-Directa.**

Los luminarios dentro de estas clasificaciones son aquellos que dirigen del 60 al 90% de su flujo luminoso hacia abajo del centro focal del luminario. La utilización de la luz de estos luminarios depende en gran parte de la reflectancia del techo.

- **Directa –Indirecta.**

Esta clasificación se refiere a los luminarios en los cuales las componentes del flujo luminoso hacia arriba y hacia abajo del centro focal del luminario, son aproximadamente las mismas cada una de 40 al 60% del flujo luminoso total del luminario. Se sabe que emite luz casi igualmente en todas direcciones y en menor cantidad en ángulos cercanos al horizontal.

- **General Difusa.**

Del 40 al 60% de la luz se dirige hacia abajo en ángulos por debajo de la horizontal. La mayor parte de la iluminación existente en el plano de trabajo es resultado de la luz que procede directamente de la luminaria, pero hay una porción importante de la luz dirigida al techo y a las paredes laterales. Cuando estas son de color claro, la luz dirigida hacia arriba proporciona un fondo más claro contra el que resalta la luminaria, suministrando una importante componente indirecta que favorece el carácter difuso de la iluminación. La diferencia entre las clasificaciones general difusa y directa-indirecta estriba en la cantidad de luz producida en dirección horizontal.

- **Semi Indirectos.**

Estos luminarios dirigen de 60 al 90 % de su flujo luminoso total hacia arriba del centro focal del luminario. La mayor parte de la luz alcanza el plano de trabajo por reflexión en el techo y la parte alta de las paredes.

- **Indirectas.**

Los luminarios de este tipo emiten de un 90 a un 100% de su flujo luminoso total hacia arriba del centro focal del luminario. La utilización de este tipo de luminarios depende en su totalidad de las reflectancias del techo y de la parte alta de las paredes.

Lo anteriormente expuesto se resume en la siguiente tabla.

CLASIFICACION	% DE LUZ RESPECTO A LA HORIZONTAL		DISTRIBUCION DE POTENCIA LUMINICA
	ARRIBA	ABAJO	
DIRECTA	0-10%	90-100 %	
SEMIDIRECTA	10-40 %	80-90 %	
DIRECTA INDIRECTA	40-60 %	40-60 %	
GENERAL DIFUSA	40-60 %	40-60 %	
SEMI-INDIRECTA	80-90 %	10-40 %	
INDIRECTA	90-100 %	0-10%	

□ **POR LA FORMA DE DISTRIBUIR EL FLUJO.**

▪ **Difusores.**

Formados por envolventes opalinas de vidrio o material plástico en cuyo interior se coloca la lámpara y son adecuados para la ejecución de sistemas de iluminación semi-indirecta, difusa o semi-difusa, ya que el flujo luminoso se distribuye de un modo casi uniforme en todas direcciones. Disminuyen la luminancia de la lámpara y, por lo tanto, atenúan el deslumbramiento.

▪ **Reflectores.**

Formados por superficies especulares (aluminio pulido, vidrio plateado, plancha de hierro esmaltado de blanco, etc.) que reflejan en determinadas direcciones la luz emitida por la lámpara. Si su construcción es racional se puede conseguir un elevado rendimiento

▪ **Refractores.**

Constituidos por recipientes de material transparente dotados de una profunda cavidad y cuyo perfil y orientación han sido predeterminados a fin de modificar notablemente la distribución del flujo luminoso. Disminuyen sensiblemente el deslumbramiento.

4.3.- CURVAS FOTOMETRICAS DE DISTRIBUCIÓN DE LUZ.

Es la representación gráfica del comportamiento de la potencia luminosa emitida por un luminario. Se presenta en coordenadas polares y los valores están dados en candelas.

- **CURVA ISOCANDELAS.**- Es la mejor representación de las variaciones luminosas de un haz irregular. Las curvas representadas unen puntos de igual potencia luminosa y estos son el resultado de un gran número de lecturas de intensidad luminosa en diferentes puntos.
- **CURVAS ISOFOOTCANDLE O ISOPIE-CANDELA.**- Es un conjunto de curvas que unen puntos de igual nivel de iluminación (en pic-candelas) sobre un plano de trabajo.
- **CURVAS ISOLUX.**- Es un conjunto de curvas que unen puntos de igual nivel de iluminación (luxes) sobre un plano de trabajo.

Antes de diseñar un buen sistema de alumbrado, debemos saber interpretar las representaciones gráficas de las intensidades, en distintas direcciones, de un luminario y de las fuentes de luz. Debido a que cada lámpara o luminario se caracteriza por una distribución particular del flujo luminoso.

Para tener una gráfica completa de intensidades consideremos que la fuente luminosa está encerrada en una esfera transparente de radio R; que esta esfera ha sido marcada con círculos de latitud y longitud y que una celda fotoeléctrica (medidor de candelas por metro cuadrado) ha sido colocada en la superficie de la esfera y que ha sido hecha la lectura en cada punto seleccionado (fig. 26). Las lecturas así obtenidas representarían la iluminación producida sobre la superficie interna de la esfera imaginaria.

Mediante la simple inversión de la fórmula:
$$\text{Iluminación (E)} = \frac{\text{intensidad (I)}}{\text{distancia}^2 (D^2)}$$

Se ve que $I = E \times D^2$, o multiplicando cada lectura de iluminación por el cuadrado de la distancia de medición, podemos determinar la intensidad en "candelas" de la potencia lumínica en cada dirección particular en el espacio.

En la realidad la esfera imaginaria está substituida por una celda fotoeléctrica calibrada moviéndose a lo largo de una pista radial (fig. 26). Con sólo inclinar y voltear el propio luminario, se puede obtener cada punto de la esfera imaginaria.

La curva de distribución fotométrica (fig. 27) se toma en un solo plano, en lugar de la esfera entera, y nos define el rendimiento del luminario únicamente en ese plano. Examinemos la curva fotométrica (fig. 27) para ver cómo se emplea en un proyecto de iluminación.

Aquí están sus aspectos principales:

- 1.- La descripción de la parte central da el número de catálogo del luminario de tipo normal, y que las mediciones se hicieron en un plano vertical perpendicular a los ejes longitudinales de las lámparas fluorescentes, cuyos datos se indican.
- 2.- En la columna de la derecha, están las lecturas reales en candelas con intervalos de 5 grados a partir de cero (directamente abajo) hasta 180. Con estos valores es posible computar el rendimiento luminoso en "lúmenes" del luminario como un total del porcentaje de lúmenes emitidos por las lámparas (66%), o bien para cada zona en particular.

Es posible obtener un información muy útil sobre un luminario, sólo con el estudio de su curva fotométrica. Aquí están algunas indicaciones:

- 1.- Asegurarse de que la curva fotométrica tiene una escala numérica. Una gráfica que solamente enseña el contorno de la curva de distribución es tan inútil como un termómetro sin indicación de temperaturas.
- 2.- Asegurarse de que los datos de rendimientos estén indicados en términos de lámparas normales conocidas.
- 3.- Verificar la distancia de medición; tanto más larga tanto mejor. La distancia de medición deberá ser por lo menos cinco veces la más grande dimensión del luminario.

Las curvas de distribución se emplean para calcular los niveles de iluminación por la fórmula del inverso de los cuadrados, que da el nivel de iluminación en un punto particular, o para desarrollar los coeficientes de utilización para determinar el nivel de iluminación promedio sobre una área general.

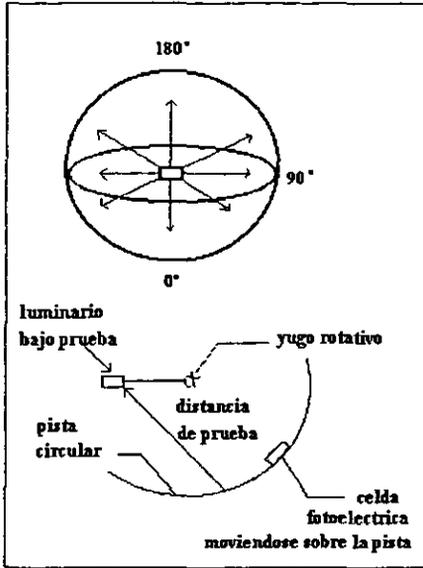


fig. 26.- la esfera imaginaria esta substituida por una celda fotoeléctrica calibrada moviéndose a lo largo de una pista radial.

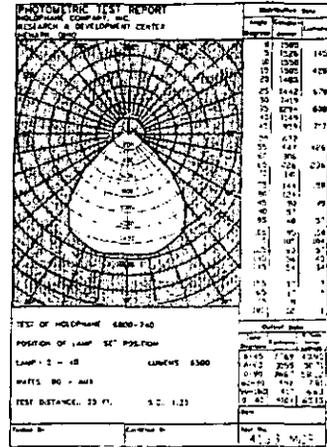


fig. 27.-REPRODUCCION DE UN INFORME TÍPICO DE PRUEBA FOTOMETRICA.- De un luminario Cat. 6800 con dos lámparas fluorescentes de 38 watts

CAPÍTULO V

5.1.- PROCEDIMIENTO A SEGUIR PARA UN PROYECTO DE ILUMINACION EN INTERIORES.

El objetivo principal de este proyecto es diseñar un sistema de iluminación que pueda iluminar adecuadamente y al mismo tiempo proporcionar un ambiente agradable, para obtener un buen desempeño en las actividades que llevan a cabo diariamente los elementos de seguridad y de operación, dentro de un cuarto de monitoreo. En el cual se deberá tomar en cuenta que constantemente se observaran tanto los monitores de las computadoras como los del sistema de circuito cerrado de televisión (CCTV), que monitorean las áreas estratégicas de un edificio, por lo que se requerirá de un nivel de iluminación, tal que permita observarlos sin esforzar demasiado la vista. El ambiente se considera como muy limpio, ya que solo la suciedad que existirá en el entorno, será, el polvo acumulado dentro de los equipos de computo, así como los de CCTV y de control de acceso. Se escogerá el tipo de lámpara mas adecuado a las necesidades del cuarto, que requiere entre otras cosas, que sea eficiente, durable y de ser posible proporcione un ahorro de energía, ya que esta debe permanecer encendida durante todo el día.

5.2.- ESPECIFICACIONES PARA EL CÁLCULO EN INTERIORES.

Como el cuarto de monitoreo esta dentro de un edificio, se deberán seguir las especificaciones para el cálculo de iluminación en interiores, de acuerdo a:

1.- Objetivos y Especificaciones.

- a) Tarea visual.
- b) Calidad requerida, se refiere a la cromatografía.
- c) Cantidad requerida, en luxes.
- d) Atmósfera del área.
- e) Descripción del área.
- f) Sección del luminario-lámpara.

2.- Factores de Depreciación No Recuperables.

- a) **Tensión de alimentación.-** La regulación de tensión es difícil de predecir, pero al subir o bajar esta, afecta la salida del flujo luminoso emitido por las lámparas.

Por cada 1% de variación de tensión.

Las lámparas incandescentes pierden un 3% de su flujo luminoso, las fluorescentes un 2.5%, las mercuriales un 3%, y para el caso de las lámparas de aditivos metálicos están llegan apagarse por completo.

- b) **Temperatura ambiente.** - La variación de temperatura mayor o menor de lo normal que encontramos en los interiores, toma muy poco efecto en las lámparas incandescentes y en las lámparas de alta intensidad de descarga. Pero sí tiene efecto mayor en las lámparas fluorescentes.
- c) **Depreciación por Deterioro en las Superficies del Luminario.** - Este resulta de cambios adversos en el metal, la pintura y los componentes plásticos, que nos da como resultado una reducción en la salida del flujo luminoso.
- d) **Factor de balastro .-** 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. Este factor debe ser consultado con el fabricante de los mismos
Un factor de balastro convencional actualmente es del 0.95 y para los balastros electrónicos es de 1

3.-Factores de Depreciación Recuperables.

- a) **Depreciación por Suciedad Acumulada en la Superficie del Local.** - La acumulación de polvo en las superficies del cuarto reduce la reflexión del flujo luminoso y la Interreflexión al plano de trabajo.
- b) **Lámparas Quemadas o Fundidas.-** Las lámparas quemadas o fundidas disminuyen el nivel de iluminación promedio. Para efectos de cálculo se considera un 5% de lámparas quemadas.
- c) **Depreciación de Lúmenes de la Lámpara (L.L.D.) (Lamp Lumen Depreciation).**- Es la pérdida de la emisión luminosa (lúmenes), emitidos por la lámpara debido al uso normal de operación. Esta información existe en tablas y gráficas que proporcionan los fabricantes
- d) **Depreciación por Suciedad Acumulada en el Luminario, (L.D.D.) (Luminaire Dirt Depreciation).**
La suciedad en la atmósfera se considera que proviene de dos fuentes: Aquella que pasa de atmósferas adyacentes al local donde se encuentra el luminario y la que se genera por el trabajo realizado en la atmósfera circundante al luminario. La suciedad puede clasificarse como adhesiva, atraída o inerte y puede provenir de dos fuentes constantes o intermitentes.

La suciedad adhesiva se colgaa de las superficies del luminario debido a lo pegajoso de su naturaleza, mientras que la suciedad atraída se mantiene por efecto de fuerzas electrostáticas.

La suciedad inerte variará en acumulación desde prácticamente nada en superficies verticales hasta tanto como pueda soportar una superficie horizontal antes de ser desalojada por la gravedad o circulación de aire. La acumulación de la suciedad antes descritas, en los luminarios trae como consecuencia una pérdida en la emisión luminosa y, por lo mismo, pérdidas de iluminación en el plano de trabajo.

Algunos ejemplos de suciedad adhesiva son: grasa producida al cocinar, partículas generadas por la operación de máquinas transportadas por vapores aceitosos, partículas transportadas por vapor de agua como en lavanderías.

Algunos ejemplos de suciedad atraída son: cabellos, pelo, pelusa, fibras o partículas secas cargadas electrostáticamente debido a operaciones de máquinas.

La suciedad inerte está representada por partículas no pegajosas, sin carga electrostática tales como harina seca, aserrín, cenizas finas, etc.

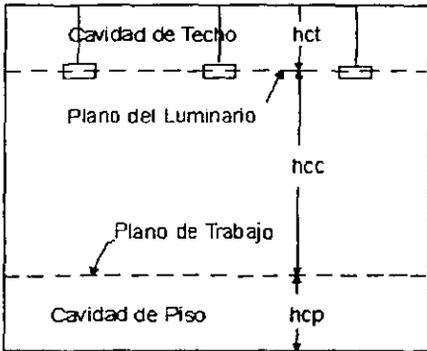
4.- Cálculos.

- a) Determinación del factor de mantenimiento o factor de pérdida de luz (L. L. F.) Light Loss Factor
Es el producto de los factores de depreciación recuperables y no recuperables, mencionados anteriormente.
- b) Cálculos.
- c) Arreglo o disposición de las lámparas.
- d) Revisión del proyecto de acuerdo con los objetivos.

A continuación se expondrán los métodos necesarios para obtener un sistema de iluminación adecuado.

5.3.- MÉTODO DE LUMEN

(Para determinar el nivel de iluminación o la cantidad de luminarios necesarios



Hct = Altura cavidad de techo.
Es la cavidad formada por el techo y el plano de luminario.

Hcc = Altura cavidad de cuarto.
Es la cavidad formada por el plano de luminarios y el plano de trabajo.

Hcp = Altura cavidad de piso.
Es la cavidad formada por el plano de trabajo y el piso.

***COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN.-** Relación entre el flujo luminoso (lúmenes) emitidos por un luminario que incide sobre el plano de trabajo y el flujo luminoso emitido por las lámparas solas del luminario.

5.4.- DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN

MÉTODO DE ÍNDICE DE CUARTO

$$Ic = \frac{AREA}{Hcc (LARGO + ANCHO)}$$

INTERIORES

$$(No. Lum) = \frac{E (AREA)}{(lm/Lum) (C.U.) (F.M.)}$$

EXTERIORES

$$(No. Lum) = \frac{E (Esp. entre Lum.) (Ancho de la calle)}{(lm/Lum) (C.U.) (F.M.)}$$

PROYECTORES

$$(No. Lum) = \frac{E (AREA)}{(lm DEL HAZ) (C.U.) (F.M.)}$$

- DONDE:
Lm/lum = Lúmenes iniciales de la(s) lampara(s) por Luminario.
***C.U.** = Coeficiente de Utilización.
F.M. = Factor de Mantenimiento o Factor de Pérdidas de luz.
E. = Nivel de iluminación en luxes.
A. = Area.

MÉTODO DE CAVIDAD ZONAL

AREAS REGULARES

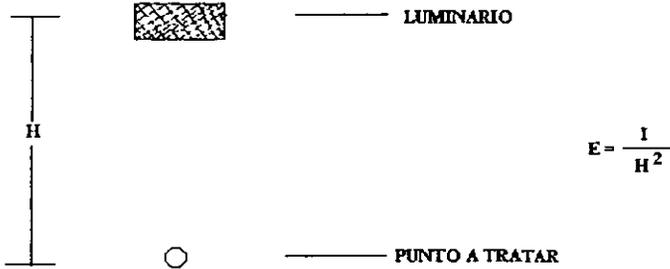
$$R.C.R. = \frac{5 X hcc (LARGO + ANCHO)}{AREA}$$

AREAS IRREGULARES

$$R.C.R. = \frac{2.5 X hcc X PERIMETRO}{AREA}$$

5. 5.- MÉTODO PUNTO POR PUNTO (O LEY DE LA INVERSA DEL CUADRADO DE LA DISTANCIA)

Este método es un complemento del método de lumen y se usa para verificar si se cumple con el nivel de iluminación recomendado. Este método se cumple cuando se trata de una fuente puntual (lámpara) y la superficie es perpendicular a la dirección del flujo luminoso.



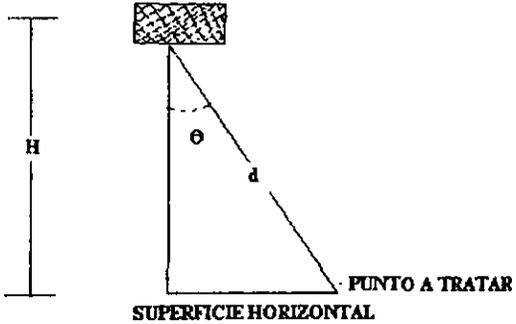
Donde

H= Altura del luminario al punto a tratar en metros.

I = Potencia (Intensidad) en candelas.

E= Nivel de iluminación en luxes o footcandles.

Ley del coseno.- En el caso anterior, la superficie estaba situada perpendicularmente a la dirección de los rayos luminosos, pero cuando forma con esta un determinado ángulo θ , la ley de la inversa del cuadrado de la distancia hay que multiplicarla por el coseno del ángulo, en el caso de superficies horizontales como se muestra en la figura.



Donde.

H= Altura del luminario al punto a tratar en metros.

Φ = Angulo formado entre la línea vertical que pasa del luminario y la línea del luminario al punto a tratar.

d= Distancia del luminario al punto a tratar en metros.

$$EH = \frac{(I \cos^3 \Phi)}{Hcc^2}$$

Donde:

E_H = Nivel del Iluminación en luxes sobre el plano de trabajo.

I = Potencia en candelas.

Hcc= Altura del luminario al plano de trabajo en metros.

5.6.- LOCALIZACIÓN DE LOS LUMINARIOS.

Para poder ubicar los luminarios es necesario conocer si se cumple con no rebasar el espaciamiento máximo recomendado por el fabricante del luminario. Para comprobarlo utilizaremos las siguientes ecuaciones:

- *Espaciamiento máximo entre centro de luminarios (Smax).*

S_{max} = Criterio de espaciamiento proporcionado por el fabricante x Hcc

Donde

Hcc.- Altura de cavidad de cuarto (altura del centro focal al plano de trabajo).

- *Espaciamiento teórico en una distribución uniforme de luminarios (St).*

$$St = \sqrt{\text{área} / (\text{No. de luminarios})}$$

Si se cumple que $S_{max} \geq St$ entonces se procederá a realizar el reacondo definitivo. Para lo cual debemos hacer lo siguiente:

No. de columnas = ancho del cuarto / St

No. de renglones = largo del cuarto / St

Entre el primer luminario y cualquier pared tendrá que haber un espaciamiento, que será la mitad del espaciamiento calculado tanto para columnas como para renglones. Así que:

La mitad del espaciamiento entre columnas será = Espaciamiento entre columnas / 2

La mitad del espaciamiento entre renglones será = Espaciamiento entre renglones / 2

- *Nivel de iluminación definitivo por acomodo (E)*

$$E = \frac{(\text{No. de Luminarios} \times \text{Lumenes por Luminario} \times C.U. \times F.M.)}{\text{Area.}}$$

5.7.- PROYECTO DE ILUMINACIÓN.

- **Proyecto:** Diseño de un sistema de iluminación para un cuarto de monitoreo.
- **Actividad Desempeñada:** Inspección visual de monitores y operación de equipo de cómputo.
- **Nivel de Iluminación Recomendado:** 600 luxes

Nivel recomendado por la S.M.I.I. (99%) para el área de oficinas: donde se realizan trabajos ordinarios de oficina, selección de correspondencia, archivado activo o continuo, según el catalogo de HOLOPHANE "Principios de Iluminación y Niveles de Iluminación En México".

- **Dimensiones del Lugar:**

Longitud	=	12 m
Ancho	=	10 m
Altura	=	3.5 m
Area	=	120 m ²

- **Dimensiones de las Cavidades:**

Altura de la cavidad de techo	=	0.5 m
Altura de la cavidad del cuarto	=	2.2 m
Altura de la cavidad de piso (o altura de plano de trabajo)	=	0.8 m

- **Reflectancias**

Reflectancia de techo	=	80 %
Reflectancia de la pared:	=	50 %
Reflectancia del piso.	=	20 %

- **Tipo de Luminario y Lámpara a utilizar en el Proyecto:**

Para elegir el luminario que se utilizará se tiene que encontrar primero la potencia luminosa que se requiere en nuestra área de trabajo por medio de la ecuación

$$I = E \times Hcc^2.$$

Para este caso será :

$$I = E \times Hcc^2 = (600 \text{ Luxes}) \times (2.2 \text{ m})^2 = 2904 \text{ cd.}$$

Con el valor obtenido se puede buscar la información técnica de cualquier fabricante y elegir cualquier tipo de lámpara que a cero grados vertical nos de un valor lo mas aproximado en candelas al valor calculado.

Para alcanzar el nivel de iluminación recomendado se seleccionara una lámpara fluorescente ya que esta nos permitirán ver con toda claridad todos los monitores. Además tiene una vida relativamente larga y nos puede brindar confort visual siendo muy eficientes.

Se tienen las siguientes posibilidades:

LUMINARIO	A	0°
Decolite		3013 cd
Refractogrid		3512 cd
Serie 6250		3689 cd
Serie 6600		3454 cd

Para este diseño se utilizara el luminario fluorescente REFRACTOGRID ya que con este se puede alcanzar un alto confort visual, una reducción en el deslumbramiento directo arriba del 70 % y un ahorro de energía. Este luminario esta compuesto por un balastro de bajas pérdidas, para este diseño utilizaremos lámparas de 4-32 watts blanco frío con bases telescópicas y el controlente refractogrid. Con una cantidad de 12200 lúmenes por luminario

- Nivel de Contaminación del Ambiente : Muy limpio

5.8.- CÁLCULOS:

- Cálculo del Número de luminarios:

Para determinar el número de luminarios requeridos en el diseño se aplica el método de lumen, cuya ecuación para interiores es la siguiente:

$$\text{No de Lum.} = \frac{E \times \text{Area}}{\text{Lúmenes por luminario} \times \text{C.U.} \times \text{F.M.}}$$

Se tiene que:

E = 600 Luxes

A= 120 m²

Lúmenes por luminario = 12200 lúmenes

C. U.= ?

F. M.=?

De la fórmula anterior se observa que solo faltan por conocer el C. U. y el F. M.

• Cálculo del Coeficiente de Utilización (C. U.)

Por el Método de Cavidad Zonal para Areas Regulares, se calculará la RELACION DE CAVIDAD DE CUARTO (RCR).

$$R.C.R. = \frac{5 \times \text{ALTURA DE CAVIDAD DE CUARTO} \times (\text{LARGO} + \text{ANCHO})}{\text{ÁREA}}$$

Donde:

Altura de la cavidad del cuarto = 2.2 m

Largo + ancho = 22 m

Area del cuarto = 120 m²

Sustituyendo valores se tiene:

$$R.C.R. = \frac{5 \times 2.2 \text{ m} \times (22 \text{ m})}{120 \text{ m}^2}$$

Por lo tanto se obtiene que

R. C. R. = 2.017

Para efectos de facilitar el cálculo. Se entenderá que el R. C. R = 2

Con el valor obtenido y los valores de las reflectancias del piso, techo y pared, consultamos la tabla No. 82-440 del catalogo de Holophane (fig. 28) para encontrar el C.U.

COEFICIENTES DE UTILIZACION
HOLOPHANE No. 82 - 440
4-40 W / BLANCO FRIO
TEST 42386

TECHO	80%			50%			20%		
	80%	50%	20%	80%	50%	20%	80%	50%	20%
0	.79	.79	.79	.73	.73	.73	.67	.67	.67
1	.71	.67	.67	.67	.66	.63	.62	.61	.60
2	.63	.60	.60	.60	.57	.55	.56	.54	.52
3	.57	.52	.48	.54	.50	.47	.50	.48	.44
R	.51	.48	.42	.48	.44	.41	.48	.43	.40
C	.46	.41	.37	.44	.39	.36	.41	.38	.34
R	.42	.36	.32	.40	.35	.32	.38	.34	.31
7	.38	.33	.29	.36	.32	.29	.36	.31	.28
8	.36	.29	.28	.33	.29	.28	.32	.28	.24
9	.32	.27	.23	.31	.26	.23	.29	.26	.22
10	.29	.25	.21	.29	.24	.21	.27	.24	.20

C.U. → 0.63

fig. 28 tabla No. 82-440 del catálogo de Holophane.

Por lo tanto el C. U. = 0.63

▪ **Obtención del Factor de Mantenimiento.**

Para obtener este valor se requiere conocer los ocho factores que lo conforman. Sin embargo, la mayoría de los proyectistas solo utilizan dos, el factor de Depreciación de los lúmenes de la lámpara (L. L. D.) y la depreciación por suciedad del luminarios (L. D. D.), considerando a estos los más importantes y tomando como unitarios los restantes.

1) Primero obtendremos la **Depreciación de los lúmenes de la lámpara (L. L. D.)**.

Como se trata de lámparas fluorescentes, de 32 wats se tendrá que el L. L. D. = 0.83

Este valor se obtiene de la tabla de datos de lámparas fluorescentes, que se encuentra en el apéndice, al final de la tesina (pagina 63 extraído del catalogo condensado de Holophane).

2) Ahora obtendremos el **factor de depreciación por suciedad acumulada en el luminario (L. D. D.)**.

Para encontrar este valor será necesario considerar que el área de trabajo y su alrededor es muy limpio y que el luminario a utilizar será de tipo cerrado, que entra en la categoría numero cinco (V) de acuerdo a su construcción física. Como se muestra en la figura 29, la curva fotométrica de distribución de la categoría V, es la más parecida a la curva fotométrica del luminario que vamos a utilizar.

Se sabe que se les dará mantenimiento, limpieza generalmente, cada 12 meses. Una vez reunidos estos datos, nos iremos a la curva de degradación por suciedad del luminario categoría V (fig. 30) trazando una línea horizontal donde se interceptan la curva de degradación ML y el periodo de limpieza (12 meses).

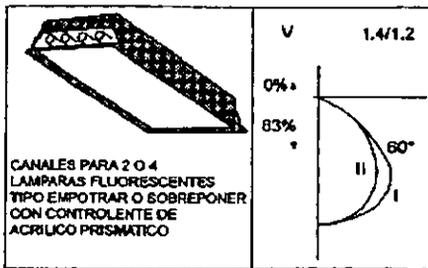


Fig. 29 la curva fotométrica de distribución de la categoría V.

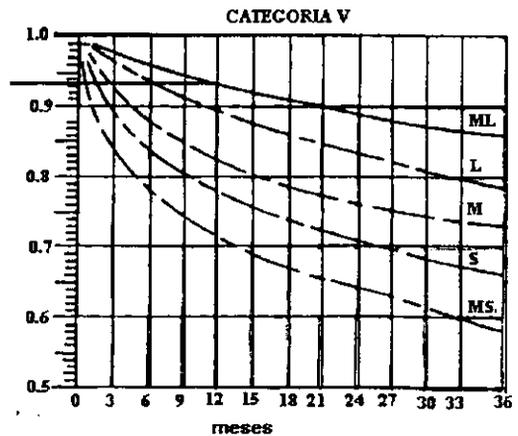


Fig. 30.- curva de degradación por suciedad del luminario categoría V.

por lo que se obtiene un factor de = 0.94 aproximadamente

Se puede concluir que:

Depreciación por Suciedad = 0.94

Depreciación por Lúmenes = 0.83

Lúmenes por Luminario. = 12200

por lo que el factor de mantenimiento buscado será el siguiente:

$$F. M = (L D D) (L L D) = (0.94 \times 0.83) = 0.7802$$

F. M. = 0.7802

Conociendo el C. U. Y el F. M., ahora sí se puede calcular el No. de luminarios. Por lo que regresando a la ecuación para el cálculo del número de luminarios y sustituyendo valores se tiene.

$$No = \frac{600 \text{ Luxes} \times 120 \text{ m}^2}{12200 \text{ lumenes} \times 0.63 \times 0.7802}$$

No. de luminarios = 12 LUMINARIOS

▪ Localización de los luminarios

Una vez establecido cuantos luminarios se instalaran en el área de interés, se procederá a su distribución. Primero calcularemos la distancia a la que se deben poner, uno con respecto al otro y después su distribución

- Cálculo del espaciamiento teórico al que se deben poner los luminarios.

$$St = \sqrt{(120 \text{ m}^2) / (12 \text{ lum})} = 3.16 \text{ m}$$

- Ahora calcularemos el espaciamiento máximo entre luminarios

$$S_{max} = 1.4 \times 2.2 \text{ m} = 3.08 \text{ m}$$

Donde 1.4 es el criterio de espaciamiento recomendado por el fabricante.

□ El nivel de iluminación definido por acomodo será :

$$E = \frac{(12 \text{ luminarios} \times 12200 \text{ lúmenes} \times 0.63 \times 0.7802)}{120\text{m}^2}$$

E = 599.66 luxes promedio

Por lo que esta dentro del nivel recomendado que es de 600 luxes.

□ Ahora se calculará el número de luminarios a lo largo y ancho del cuarto.

No. de columnas = ancho / St = $10 / 3.16 = 3.16$ aproximadamente 3 columnas.

No. de renglones = largo / St = $12 / 3.16 = 3.79$ aproximadamente 4 renglones.

Por lo tanto se tendrá un arreglo de 3 x 4 o 3 columnas por 4 renglones.

▪ **Cálculo de los espaciamientos.**

* Espaciamiento entre columnas = ancho / No. de columnas = $10 \text{ m} / 3 \text{ columnas} = 3.3 \text{ m}$ entre columnas.

Espaciamiento entre renglones = largo / No. de renglones = $12 \text{ m} / 4 \text{ renglones} = 3 \text{ m}$ entre renglones.

▪ **Cálculo de los espaciamientos entre los luminarios y la pared.**

*La mitad del espaciamiento entre columnas será = $\text{Espaciamiento entre columnas} / 2 = 3.3 \text{ m} / 2 = 1.66 \text{ m}$.

La mitad del espaciamiento entre renglones será = $\text{Espaciamiento entre renglones} / 2 = 3 \text{ m} / 2 = 1.5 \text{ m}$.

* Se puede observar que en el espaciamiento entre columnas, se obtiene un espaciamiento de 3.3 m, este valor rebasa el espaciamiento máximo recomendado, por lo que aquí se hará un ajuste en la distribución de los luminarios. Se tomará un espaciamiento de 3 m entre ellos, que esta dentro de lo recomendado por el fabricante y el espaciamiento entre la columna y la pared será de 2 m.

- Por lo que el arreglo de los luminarios quedará de la siguiente forma (fig. 31):

ACOMODO DE LOS LUMINARIOS.

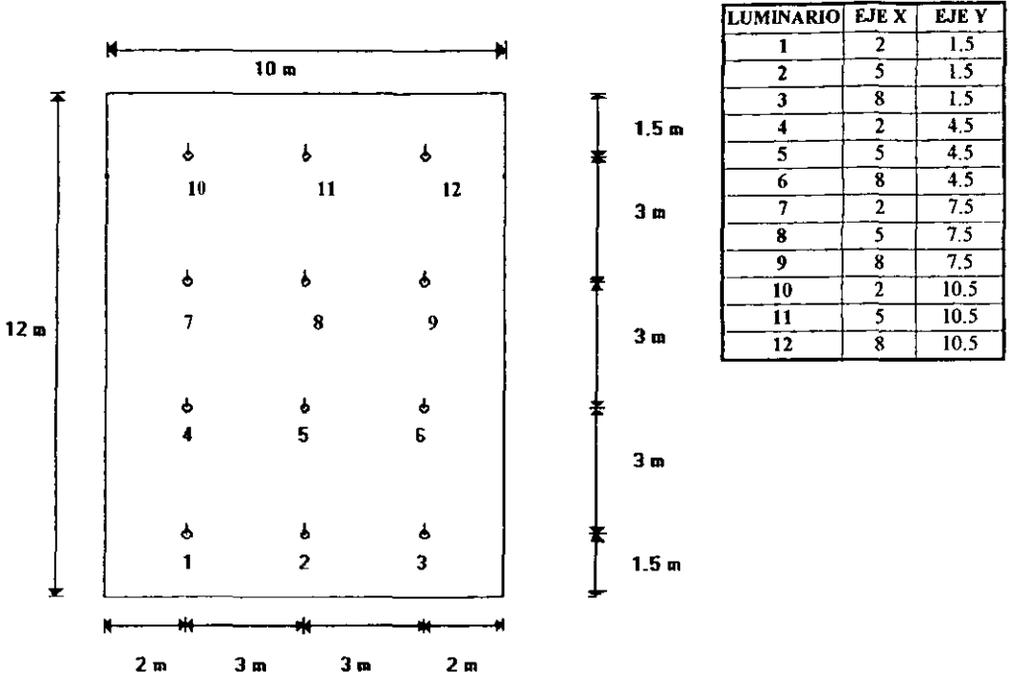


fig. 31.- Arreglo de los luminarios

5.9.-CÁLCULOS POR EL MÉTODO PUNTO POR PUNTO.

Este método se aplicara en 3 puntos por considerarlos, por su ubicación, los mas estratégicos. El punto A se encuentra exactamente debajo del luminario 1. El punto B es el punto más crítico ya que se encuentra en una esquina del cuarto. El punto C esta en el punto medio de los luminarios 1,2,4 y 5. A continuación se muestran sus coordenadas y la ubicación, de los puntos, dentro del cuarto (fig. 32).

PUNTO	EJE X	EJE Y
A	2	1.5
B	0	0
C	3.5	3.0

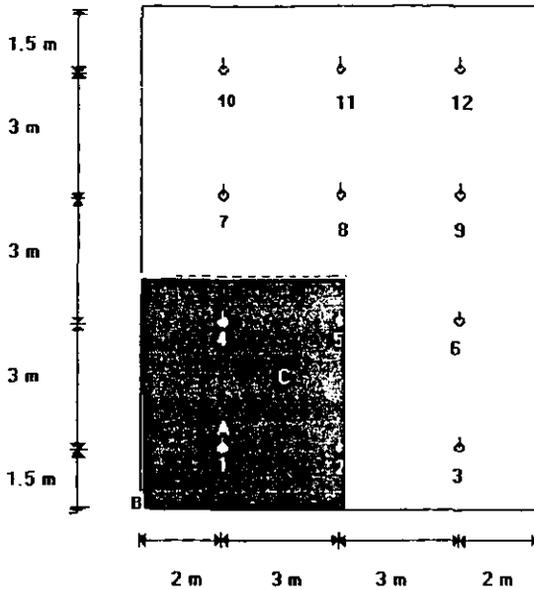


fig. 32.-ubicación de los puntos

Antes que nada tenemos que recalcular los valores de la intensidad en candelas de la curva fotométrica de distribución ya que esta es de 12600 lúmenes y requerimos, según nuestras necesidades, de 12200 lúmenes por lo que tenemos que obtener un factor que aplicado a los datos de las intensidades en candelas nos de los que requerimos. Esto se logra dividiendo la cantidad de lúmenes de la curva con que contamos entre los lúmenes que requerimos es decir,

Factor = lúmenes de la curva/ lúmenes requeridos.

Quedando de la siguiente manera.

Lúmenes de Curva de Distribución = 12600
 Lúmenes Requeridos = 12200
 Factor de Cambio = 0.96825397

Por lo que los nuevos valores de la intensidad en candelas se muestran a continuación.

DISTRIBUTION DATA

ANGULO (GRADOS)	CANDELAS A 12600 LUMENES	FACTOR APLICADO	CANDELAS A 12200 LUMENES
0	3629	0.968	3512.872
5	3549	0.968	3435.432
10	3535	0.968	3421.88
15	3494	0.968	3382.192
20	3430	0.968	3320.24
25	3332	0.968	3225.376
30	3238	0.968	3134.384
35	3021	0.968	2924.328
40	2799	0.968	2709.432
45	2411	0.968	2333.848
50	1885	0.968	1824.68
55	1350	0.968	1306.8
60	808	0.968	782.144
65	437	0.968	423.016
70	205	0.968	198.44
75	106	0.968	102.608
80	73	0.968	70.664
85	47	0.968	45.496
90	2	0.968	1.936

En la siguiente tabla se resumen los valores calculados para dichos puntos.

CÁLCULOS POR EL MÉTODO PUNTO POR PUNTO: EN EL PUNTO A

Lum	Dist. entre Puntos	Hcc	Angulo (Grados)	Cos3 ϕ	Intensidad (Candelas)	I X Cos3 ϕ	Hcc ²	E promedio Iniciales (Luxes)	F.M.	E promedio Mantenidos (Luxes)
1	0	2.2	0	1.0	3512.87	3512.87	4.84	725.80	0.78	566.27
2	3	2.2	53.75	0.2068	1436.68	297.11	4.84	61.39	0.78	47.89
3	6	2.2	69.86	0.0408	204.73	8.35	4.84	1.73	0.78	1.35
4	3	2.2	53.75	0.2068	1436.68	297.11	4.84	61.39	0.78	47.89
5	4.24	2.2	62.58	0.0977	596.83	58.31	4.84	12.05	0.78	9.40
6	6.7	2.2	71.82	0.0304	163.36	4.96	4.84	1.02	0.78	0.80
7	6	2.2	69.86	0.0408	204.73	8.35	4.84	1.73	0.78	1.35
8	6.7	2.2	71.82	0.0304	163.36	4.96	4.84	1.02	0.78	0.80
9	8.48	2.2	75.46	0.0158	99.66	1.58	4.84	0.33	0.78	0.25
10	9	2.2	76.26	0.0134	94.55	1.27	4.84	0.26	0.78	0.20
11	9.48	2.2	76.93	0.0116	90.27	1.04	4.84	0.22	0.78	0.17
12	10.81	2.2	78.50	0.0079	80.24	0.64	4.84	0.13	0.78	0.10

Total de luxes
Mantenidos =

676.4775

CÁLCULOS POR EL METODO PUNTO POR PUNTO: EN EL PUNTO B

Lum	Dist. entre Puntos	Hcc	Angulo (Grados)	Cos3φ	Intensidad (Candelas)	I X Cos3φ	Hcc2	E promedio Iniciales (Luxes)	F.M.	E promedio Mantenidos (Luxes)
1	2.5	2.2	48.65	0.29	1961.9	565.65	4.84	116.87	0.78	91.18
2	5.2	2.2	67.07	0.06	330	19.52	4.84	4.03	0.78	3.15
3	8.1	2.2	74.80	0.02	105.28	1.90	4.84	0.39	0.78	0.31
4	4.9	2.2	65.82	0.07	386.16	26.53	4.84	5.48	0.78	4.28
5	6.7	2.2	71.82	0.03	162.5	4.93	4.84	1.02	0.78	0.80
6	9.2	2.2	76.55	0.01	92.95	1.17	4.84	0.24	0.78	0.19
7	7.8	2.2	74.25	0.02	116.98	2.34	4.84	0.48	0.78	0.38
8	9	2.2	76.26	0.01	94.55	1.27	4.84	0.26	0.78	0.20
9	11	2.2	78.69	0.01	79.03	0.60	4.84	0.12	0.78	0.10
10	10.7	2.2	78.38	0.01	81.01	0.66	4.84	0.14	0.78	0.11
11	11.6	2.2	79.26	0.01	90.27	0.58	4.84	0.12	0.78	0.09
12	13.2	2.2	80.54	0.00	80.24	0.36	4.84	0.07	0.78	0.06

Total luxes Mantenidos = 100.83

CÁLCULOS POR EL METODO PUNTO POR PUNTO: EN EL PUNTO C

Lum	Dist. entre Puntos	Hcc	Angulo (Grados)	Cos3φ	Intensidad (Candelas)	I X Cos3φ	Hcc2	E promedio Iniciales (Luxes)	F.M.	E promedio Mantenidos (Luxes)
1	2.12	2.2	43.94	0.37	2416.43	902.22	4.84	186.41	0.78	145.44
2	2.12	2.2	43.94	0.37	2416.43	902.22	4.84	186.41	0.78	145.44
3	4.74	2.2	65.10	0.07	418.5	31.23	4.84	6.45	0.78	5.03
4	2.12	2.2	43.94	0.37	2416.43	902.22	4.84	186.41	0.78	145.44
5	2.12	2.2	43.94	0.37	2416.43	902.22	4.84	186.41	0.78	145.44
6	4.74	2.2	65.10	0.07	418.5	31.23	4.84	6.45	0.78	5.03
7	4.74	2.2	65.10	0.07	418.5	31.23	4.84	6.45	0.78	5.03
8	4.74	2.2	65.10	0.07	418.5	31.23	4.84	6.45	0.78	5.03
9	6.36	2.2	70.92	0.03	180.7	6.31	4.84	1.30	0.78	1.02
10	7.64	2.2	73.94	0.02	122.9	2.60	4.84	0.54	0.78	0.42
11	7.64	2.2	73.94	0.02	122.9	2.60	4.84	0.54	0.78	0.42
12	8.74	2.2	75.87	0.01	97.04	1.41	4.84	0.29	0.78	0.23

Total de luxes Mantenidos = 603.966

En la siguiente Tabla se resumen los valores obtenidos.

TABLA DE VALORES EN LUXES MANTENIDOS EN LOS PUNTOS TRATADOS

Luminario	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Punto													
A	566.27	47.89	1.35	47.89	9.40	0.80	1.35	0.80	0.25	0.20	0.17	0.10	676.47
B	91.18	3.15	0.31	4.28	0.80	0.19	0.38	0.20	0.10	0.11	0.09	0.06	100.83
C	145.44	145.44	5.03	145.44	145.44	5.03	5.03	5.03	1.02	0.42	0.42	0.23	603.96
TOTAL													1381.26

E promedio inicial = $1381.26 / 3 = 460.42$ luxes promedio mantenidos.

CONCLUSIONES.

De entre toda la gama de posibilidades de elección de una lámpara, encontramos que para alcanzar nuestro objetivo nos convenía una lámpara fluorescente ya que con esta obtendremos una distribución de luz bastante uniforme. Las sombras serán suaves y las manchas de luz poco pronunciadas, lo que nos permitirá ver con toda claridad todos los monitores. Además son bastante eficientes, tienen una vida relativamente larga y contribuyen a un ahorro de energía, factor importante en la actualidad.

Por otra parte, en este proyecto el espaciamiento teórico entre columnas resulto demasiado grande, excediendo la distancia máxima permitida por el fabricante y por lo tanto se iba a presentar el efecto de luz y sombra, es decir, no se iba a dar una iluminación uniforme, por lo que fue necesario hacer un ajuste de la distancia entre estos luminarios. Colocándolos a la distancia máxima permitida por el fabricante, es decir a 3 m y excediendo en 50 cm la distancia entre la pared y el primer luminario, pero esto es comprensible si se toma en cuenta que la mayor parte de las actividades desempeñadas en el cuarto se llevan a cabo en el centro del mismo.

Se aplicaron adecuadamente las fórmulas y los datos de los catálogos de los fabricantes, pero no basta con eso ya que se necesita el ingenio y criterio del diseñador; debido a que con el uso de las tablas y las fórmulas no se obtiene lo que necesitamos así tal cual, como lo demanda el área a iluminar, por lo que fue necesario adecuar la información y el material para sacar mejor provecho de lo teórico con lo práctico, tal como se señaló en el párrafo anterior.

Finalmente se comprobó el gran beneficio que ofrece la iluminación con luminarios y lámparas fluorescentes. Por eficaces y económicas.

APENDICE

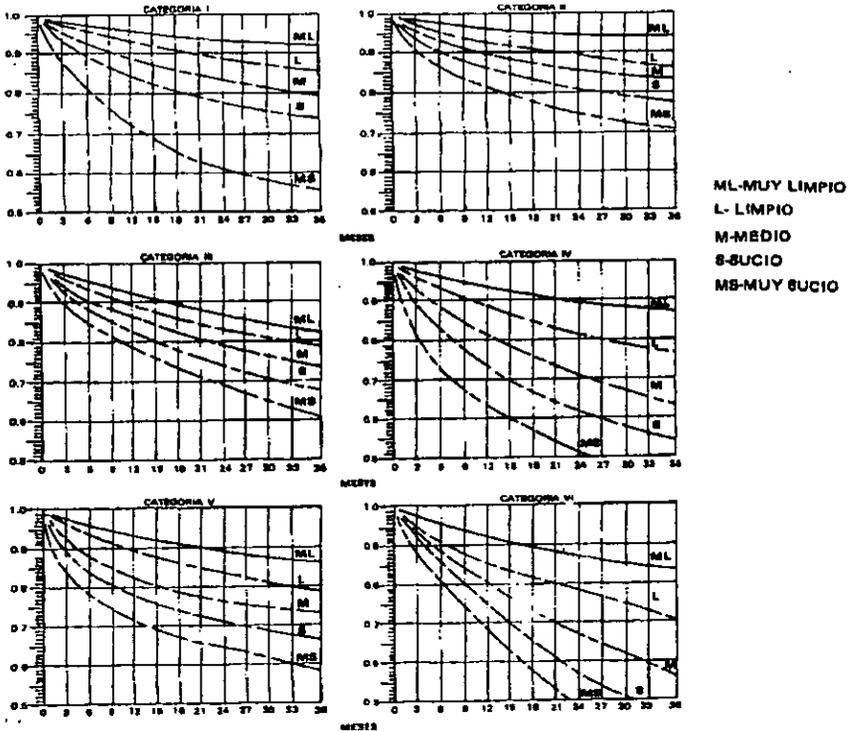
El propósito de este apéndice es el de mostrar las tablas y curvas que son utilizadas a lo largo de este trabajo.

I.- TABLA DE DETERMINACION DE LAS CONDICIONES DE SUCIEDAD EN LOS LUMINARIOS

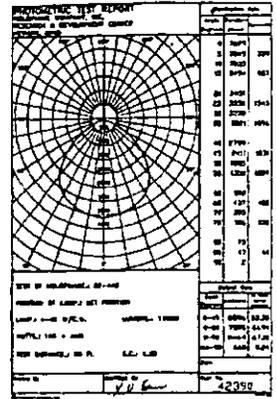
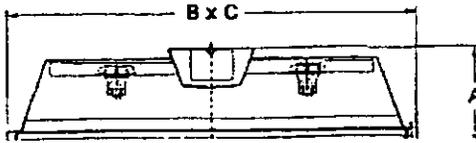
DETERMINACION DE LAS CONDICIONES DE SUCIEDAD EN LOS LUMINARIOS					
	MUY LIMPIO	LIMPIO	MEDIO	SUCIO	MUY SUCIO
SUCIEDAD GENERADA	NINGUNA	MUY POCO	NOTORIA PERO NO PESADA	SE ACUMULA CON RAPIDEZ	ACUMULACION CONSTANTE
SUCIEDAD AMBIENTE	NINGUNA O NO SE LE PERMITE ENTRAR	ALGUNA (CASI NO ENTRA NADA)	ALGO ALCANZA A ENTRAR EN EL AREA	GRANDES CANTIDADES	EXISTE DE TODO
REMOCION O FILTRACION	EXCELENTE	MEJOR QUE EL PROMEDIO	MAS BAJO QUE EL PROMEDIO	SOLO VENTILADORES SI ES QUE HAY	NINGUNA
ADHESION	NINGUNA	LIGERA	SUFICIENTE PARA QUE SEA VISIBLE DESPUES DE ALCUNOS MESES	ALTA PROBABLEMENTE CAUSADO POR ACEITES, HUMEDAD O ESTATICA	ALTA
EJEMPLOS	OFICINAS DE ALTA CATEGORIA ALEJADAS DE LAS ZONAS DE PRODUCCION; LABORATORIOS; QUIROFANOS, SALAS DE COMPUTO	OFICINAS EN EDIFICIOS VIEJOS O CERCANAS A LAS ZONAS DE PRODUCCION, ENSAMBLE SENCILLO, INSPECCION, SALAS GENERALES	OFICINAS DE MAQUINADO Y MOLINOS, PROCESAMIENTO DE PAPEL Y MAQUINADO LIGERO	TRATAMIENTO TECNICO, IMPRESION A ALTA VELOCIDAD, PROCEDIMIENTO DE HULES, FUNDICION, TUNELES DE MINAS	SIMILAR A SUCIO PERO LOS LUMINARIOS SE ENCUENTRAN INMEDIATAMENTE AL LADO DE LA FUENTE DE CONTAMINACION

II.- CURVAS DE DEGRADACION POR SUCIEDAD EN EL LUMINARIO.

CURVAS DE DEGRADACION POR SUCIEDAD EN EL LUMINARIO



III.- DATOS DEL LUMINARIO FLUORESCENTE REFRACTOGRID



Catálogo	Descripción	Especiamento	Peso Aprox. Kg.
REFRACTOGRID™			
F-8224-232	2 lámparas de 32 W Balastro 2 X 32 W Compuesto de: F-8-232 Gabinete con Equipo Eléctrico. 8224 Controlante de Acrílico.	1.4:1	18.500
F-8224-234	2 lámparas de 34 W Balastro 2 X 34 W Compuesto de: F-8-234 Gabinete con Equipo Eléctrico. 8224 Controlante de Acrílico.	1.4:1	18.500
F-8224-332	3 lámparas de 32 W Balastro 3 X 32 W Compuesto de: F-16-332 Gabinete con Equipo Eléctrico. 8224 Controlante de Acrílico.	1.4:1	18.500
F-8224-334	3 lámparas de 34 W Balastro 3 X 34 W Compuesto de: F-16-334 Gabinete con Equipo Eléctrico. 8224 Controlante de Acrílico.	1.4:1	18.500
F-8224-432	4 lámparas de 32 W 2 Balastos 2 X 32 W Compuesto de: F-4-432 Gabinete con Equipo Eléctrico. 8224 Controlante de Acrílico.	1.4:1	20.000
F-8224-434	4 lámparas de 34 W 2 Balastos 2 X 34 W Compuesto de: F-4-434 Gabinete con Equipo Eléctrico. 8224 Controlante de Acrílico.	1.4:1	20.000

COEFICIENTES DE UTILIZACION
MOLDIPANE No. 82 - 448
4-48 W / BLANCO Puro
TEST 42289

PROG	TIPO	50%				75%				100%			
		AREA											
1	A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
2	B	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87
3	C	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91
4	D	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96

NUMERO DE CATALOGO	LAMPARAS CANT. X WATTS	BALASTRO TIPO	BASES TIPO	DIMENSIONES APROX. EN CM.			
E-81-234-BT	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO	A	B	C
E-81-234-8T	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA				
E-81-234-8T	2X34	NORMAL	TELESCOPICA				
E-81-234	2X34	NORMAL	SIMILINE				
E-82-434-BT	4X34	NORMAL	TELESCOPICA	(E-81-234)-(E-82-448)	12.0	30.5	124.8
E-82-434-8T	4X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	(E-81-234)-(E-82-448)	12.0	80.0	124.8
F-81-234-BT	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CAT.	A	B	C
F-81-234-8T	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA				
F-81-234-8T	2X34	NORMAL	TELESCOPICA				
F-81-234	2X34	NORMAL	SIMILINE				
F-82-434-BT	4X34	NORMAL	TELESCOPICA	(F-81-234)-(F-82-448)	14.5	30.5	124.8
F-82-434-8T	4X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	(F-81-234)-(F-82-448)	14.5	80.0	124.8
G-81-234-BT	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CATALOGO	A	B	C
G-81-234-8T	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA				
G-81-234-8T	2X34	NORMAL	TELESCOPICA				
G-81-234	2X34	NORMAL	SIMILINE				
G-82-434-BT	4X34	NORMAL	TELESCOPICA	(G-81-234)-(G-82-448)	14.0	30.5	124.8
G-82-434-8T	4X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	(G-81-234)-(G-82-448)	14.0	80.0	124.8
H-81-234-BT	2X34	NORMAL	TELESCOPICA	CAT.	A	B	C
H-81-234-8T	2X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA				
H-81-234-8T	2X34	NORMAL	TELESCOPICA				
H-81-234	2X34	NORMAL	SIMILINE				
H-82-434-BT	4X34	NORMAL	TELESCOPICA	(H-81-234)-(H-82-448)	14.0	30.5	124.8
H-82-434-8T	4X34	BAJA PERDIDA	TELESCOPICA	(H-81-234)-(H-82-448)	14.0	80.0	124.8

CATALOGO	A	B	C	D
EMPOTRAR				
F-82	98	590	1248	640
SOBREPONER				
E-82	150	600	1248	—
PLAFON RETICULAR				
G-82	140	600	1210	—

Opción	Voltaje
27	127
22	220
54	254
77	277

IV.-TABLA DE REFLEXIONES APROXIMADAS.

I. Superficie de Pintura.

TONO	COLOR	REFLEXION EN %
Muy Claro	Blanco Nuevo	88
	Blanco Viejo	76
	Azul Verde	76
	Crema	81
	Azul	65
	Miel	76
	Gris	83
Claro	Azul Verde	72
	Crema	79
	Azul	55
	Miel	70
	Gris	73
Mediano	Azul Verde	54
	Amarillo	65
	Miel	63
	Gris	61
Oscuro	Azul	8
	Amarillo	50
	Café	10
	Gris	25
	Verde	7
	Negro	3

II. Superficies de Madera.

COLOR	REFLEXION EN %
Maple	43
Nogal	16
Caoba	12
Pino	48

III. Acabados Metálicos.

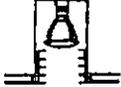
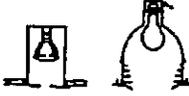
COLOR	REFLEXION EN %
Blanco Polarizado	70-85
Esmalte Hornado	
Aluminio Pulido	75
Aluminio Mate	75
Aluminio Claro	79

III. Acabados de Construcción Aparentes.

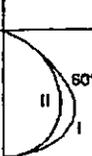
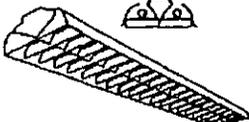
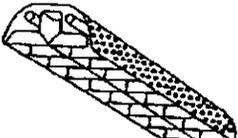
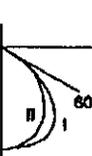
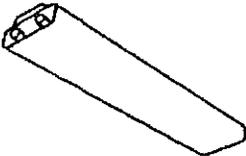
TIPO	REFLEXION EN %
Roca Basáltica	18
Cantera Clara	18
Tabique muy Pulido	48
Tabique Rojo Vidriado	30
Tabique Pulido	40
Tabique Rojo Barnizado	30
Cemento	27
Concreto	40
Mármol Blanco	45
Vegetación	25
Asfalto Limpio	7
Adoquín de Roca ígnea	17
Grava	13
Pasto (verde oscuro)	6
Pizarra	8

APENDICE

V.- CURVAS DE DISTRIBUCIÓN Y PORCENTAJE DE LÚMENES DE LUMINARIOS TÍPICOS.

LUMINARIO TÍPICO	CURVA DE DIST. Y % DE LÚMENES		LUMINARIO TÍPICO	CURVA DE DIST. Y % DE LÚMENES		LUMINARIO TÍPICO	CURVA DE DIST. Y % DE LÚMENES	
	CAT.	ESPAC. MÁXIMO		CAT.	ESPAC. MÁXIMO		CAT.	ESPAC. MÁXIMO
 ESFERA DIFUSA CON MONTAJE COLGANTE	V	1.5	 GABINETE CUADRADO CON CONTROLENTE PARA CURVA DE DISTRIBUCION MEDIA	V	1.0	 UNIDAD TOTALMENTE CERRADA	V	1.4
 REFLECTOR ESMALTADO TIPO RLM	IV	1.3	 BOTE INTEGRAL DE 140 mm. DE Ø PARA LÁMPARAS PAR-100 Y LÁMPARA FLUORESCENTE ANORADORA DE ENERGÍA.	IV	0.5	 UNIDAD TIPO INDUSTRIAL CON REFLECTOR PRISMÁTICO VENTILADO (EFECTO CHIMENEA).	IV	1.5
 (CÚBICA) UNIDAD CON ENVOLVENTE CUADRADO PRISMÁTICO	V	1.3	 BOTE INTEGRAL DE 140 mm. DE Ø PARA LÁMPARA PAR-75	IV	0.5	 UNIDAD TIPO INDUSTRIAL CON REFLECTOR PRISMÁTICO CERRADO POR MEDIO DE REFRACTOR PRISMÁTICO	V	1.0
 LÁMPARA R-40 EN BOTE INTEGRAL	IV	0.8	 GABINETE CUADRADO CON CONTROLENTE PARA CURVA DE DISTRIBUCION ABIERTA	V	1.4	 UNIDAD CERRADA POR MEDIO DE REFRACTOR PRISMÁTICO	V	1.0
 LÁMPARA R-40 CON REFLECTOR ESPEJADO ANODIZADO: CUTOFF A 45°	IV	0.7	 GABINETE CUADRADO CON GABINETE DIFUSO	V	1.3	 UNIDAD DE EMPOTRAR CON REFLECTOR PRISMÁTICO VENTILADO	IV	1.7
 PIN HOLE DE 22" DE ABERTURA	IV	0.7	 (MERCURIUM) UNIDAD CON LÁMPARA DE ALTA INTENSIDAD DE DESCARGA CON REFLECTOR INTERNO DE CRISTAL PRISMÁTICO Y CONTROLENTE DE ACRÍLICO PRISMÁTICO EXTERIOR	V	1.3	 UNIDAD FLUORESCENTE TIPO INDUSTRIAL	IV	1.3

V.- CURVAS DE DISTRIBUCIÓN Y PORCENTAJE DE LÚMENES DE LUMINARIOS TÍPICOS.(CONT.)

LUMINARIO TÍPICO	CURVA DE DIST. Y % DE LÚMENES		LUMINARIO TÍPICO	CURVA DE DIST. Y % DE LÚMENES	
	CAT	ESP. MAX.		CAT	ESP. MAX.
 CANALES PARA 1 O 2 LAMPARAS FLUORESCENTES	I	1.6/1.2	 CANALES PARA 2 O 4 LAMPARAS FLUORESCENTES TIPO EMPOTRAR O SOBREPONER CON CONTROLLENTE DE ACRILICO PRISMATICO	V	1.4/1.2
	20.5% Δ 68% ▼			0% Δ 63% ▼	
 UNIDAD FLUORESCENTE CON REJILLA DE 30 x 30	II	1.0	 CANALES PARA 4 LAMPARAS FLUORESCENTES CON DIFUSOR PLANO OPALINO	V	1.2
	23.5% Δ 57% ▼			0% Δ 57.5% ▼	
 UNIDAD FLUORESCENTE CON REJILLA DE 45 x 45	IV	1.0	 CANALES PARA 4 LAMPARAS FLUORESCENTES CON REFRACTOR PRISMATICO DE BAJA LUMINANCIA	V	1.4/1.3
	6% Δ 46% ▼			0% Δ 65.5% ▼	
 UNIDAD PARA 2 LAMPARAS FLUORESCENTES CON CONTROLLENTE PRISMATICO ENVOLVENTE	V	1.5/1.2	 CANALES PARA 4 LAMPARAS FLUORESCENTES CON LOUVER DE PLASTICO DE 45°	V	1.0
	11.5% Δ 58.5% ▼			0% Δ 50% ▼	
 UNIDAD PARA 2 LAMPARAS FLUORESCENTES	V	1.3			
	8% Δ 37.5% ▼				

WATTS	TIPO	ACABADO	LUMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	ERCIENCIA LUMENES/ WATTS	FACTOR DE DEPRECIACION (L.L.D.)	BASE	BULBO	LONGITUD EN CENTIMETROS	ENCENDIDO
22	CIRCULAR	LUZ DE DIA	895	12,000	41	0.72	4 ALFILERES	T-9	20.96 Ø	RAPIDO
22	CIRCULAR	B. FRIO DE LUJO	875	12,000	40	0.72	4 ALFILERES	T-9	20.96 Ø	RAPIDO
22	CIRCULAR	B. CALIDO DE LUJO	785	12,000	36	0.72	4 ALFILERES	T-9	20.96 Ø	RAPIDO
32	CIRCULAR	BLANCO FRIO	1,850	12,000	58	0.82	4 ALFILERES	T-9	30.48 Ø	RAPIDO
32	CIRCULAR	LUZ DE DIA	1,590	12,000	50	0.82	4 ALFILERES	T-9	30.48 Ø	RAPIDO
40	CIRCULAR	BLANCO FRIO	2,850	12,000	68	0.77	4 ALFILERES	T-9	40.84 Ø	RAPIDO

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	83	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	121.92	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	78	0.83	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	121.92	RAPIDO
40	TUBULAR	LUZ DE DIA	2,800	12,000	65	0.83	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	121.92	RAPIDO
31	TIPÓ "U" 1.58"	BLANCO FRIO	2,800	20,000	90	0.90	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	57.15	RAPIDO
32	TIPÓ "U" 6"	BLANCO FRIO	3,000	20,000	94	0.80	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	57.15	RAPIDO
40	TIPÓ "U" 6"	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

BIBLIOGRAFIA.

- ❖ **ILUMINACIÓN INTERNA.**
VITTORIO RE.
ED. MARCOMBO 1989.

- ❖ **CATALOGO CONDENSADO HOLOPHANE 1997.**
INGENIERIA APLICADA AL CONTROL DE LUZ.
HOLOPHANE.

- ❖ **PRINCIPIOS DE ILUMINACIÓN Y NIVELES DE ILUMINACIÓN EN MEXICO.**
INGENIERIA APLICADA AL CONTROL DE LUZ.
HOLOPHANE.

- ❖ **MANUAL DEL ALUMBRADO**
WESTINGHOUSE.
ED. DOSSAT, S.A.

- ❖ **SISTEMAS DE ILUMINACION INDUSTRIALES.**
JOHN P. FRIER.
MARY E. GAZLEY FRIER
EDIT. LIMUSA 1986.