



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA

INCORPORADA A LA U.N.A.M.

* SALA DE EXHIBICION DE ILUMINACION *

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

PRESENTA

ALICIA ISABEL BANDALA PIMENTEL

DIRECTOR DE TESIS :

ING. ALVARO NIEVA MONTES DE OCA.

FALTA DE ORIGEN

300617
3
2 y



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 está 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.

JUSTIFICACION DEL TEMA DE TESIS -----	1
EXPLICACION DEL CONTENIDO -----	2
INTRODUCCION -----	3
I LA LUZ	
I.1 NATURALEZA DE LA LUZ -----	6
I.2 CARACTERISTICAS DE LA LUZ -----	7
I.3 MEDIDAS DE LA LUZ -----	8
II EL OJO HUMANO Y LA VISION	
II.1 DESCRIPCION DEL OJO HUMANO -----	14
II.2 EL PROCESO DE LA VISION -----	15
II.3 FUNCIONES VISUALES -----	16
II.4 OTRAS CARACTERISTICAS VISUALES -----	17
III NECESIDADES DE UNA SALA DE EXHIBICION	
III.1 GAMA DE LAMPARAS -----	20
III.1.1 INCANDESCENTES -----	20
a. Funcionamiento -----	21
b. Partes -----	21
c. Caracteristicas -----	22
d. Tipos de lámparas -----	24
III.1.2 LAMPARAS DE DESCARGA -----	28
a. Funcionamiento -----	29
b. Partes -----	29
c. Caracteristicas -----	29
d. Tipos -----	29
e. Operación y Equipo de funcionamiento	35
III.1.3 LUMINARIOS -----	38
III.2 DISEÑO DE ILUMINACION	
III.2.1 INTRODUCCION -----	39
III.2.2 CONSIDERACIONES DE DISEÑO -----	41
III.2.3 COLOR Y CALOR DE LA LUZ -----	47
III.2.4 FACTORES SICOLOGICOS Y FISIOLOGICOS ----	52
III.2.5 RECOMENDACIONES Y EFECTOS DE ILUMINACION	55
III.3 METODOS DE CALCULO DE ILUMINACION	
III.3.1 METODO DE LOS LUMENES -----	61
III.3.2 METODO DEL PUNTO POR PUNTO -----	65
IV DISEÑO DE LA SALA DE EXHIBICION PARA ILUMINACION	
IV.1 QUE SE REQUIERE EXHIBIR EN UNA SALA DE EXHIBICION PARA ILUMINACION? --	66
IV.2 DISTRIBUCION DE LAS AREAS (PLANO GENERAL) -----	69

IV.3	DESCRIPCION DE LOS FENOMENOS LUMINOSOS Y VISUALES REPRESENTADOS EN LA SALA DE EXHIBICION -----	70
IV.4	CALCULO DE LAMPARAS Y LUMINARIOS	
IV.4.1	SALA DE RECEPCION -----	73
IV.4.2	PASILLOS -----	75
IV.4.3	PANELES DEMOSTRATIVOS -----	76
IV.4.3.1	DEMOSTRACION DE FENOMENOS LUMINOSOS Y VISUALES -----	76
IV.4.3.2	PANEL DE FUNCIONAMIENTO DE LAMPARAS ----	77
IV.4.3.3	PANEL DE TEMPERATURA DE COLOR -----	78
IV.4.3.4	PANEL DE RENDIMIENTO DE COLOR -----	79
IV.5	CALCULO DE LAMPARAS Y LUMINARIAS EN LAS APLICACIONES.	
IV.5.1	CUBO DE LUCES -----	80
IV.5.2	OFICINA -----	89
IV.5.3	ESCAPARATE DE MODAS -----	96
IV.5.4	SUPERMERCADO -----	105
IV.5.5	TIENDA DE ARTICULOS DEPORTIVOS -----	109
IV.5.6	ESCAPARATE DE PEQUEÑAS DIMENSIONES ----	113
IV.5.7	ILUMINACION DE SALAS DE ESTAR, COMEDORES HABITACIONES, Y RECIBIDORES -----	115
V	APLICACIONES	
V.1	FORMA DE UTILIZACION DE LA SALA DE EXHIBICION -----	116
	CONCLUSIONES -----	126
	BIBLIOGRAFIA -----	129
	APENDICE A -----	130
	APENDICE C -----	135
	APENDICE D -----	139
	APENDICE E -----	147
	INDICE DE FOTOGRAFIAS -----	149
	CALCULOS DE ILUMINACION POR COMPUTADORA -----	161

JUSTIFICACION

PORQUE UNA SALA DE EXHIBICION PARA ILUMINACION?

En el tiempo que se ha llevado la realización de este trabajo he podido darme cuenta de la ignorancia que existe en cuanto a iluminación se refiere, además algo que contribuye a esta situación, es la carencia de información al respecto. Existen tantas posibilidades de iluminación, así como equipo necesario para lograrla que siempre habrá un sistema luminoso para satisfacer cada necesidad en cuanto a salud de la vista, decoración, funcionalidad, economía, etc.

Pero la realidad es que al carecer de toda la información, nunca se piensa en la iluminación como una de tantas herramientas con las que el ser humano dispone para desarrollar toda su vida lo mas eficiente y cómoda posible.

Es por ello que propongo una sala de exhibición para iluminación como base para lograr introducir a la Ingeniería de Iluminación en todas nuestras actividades (laborales, recreativas, deportivas, de descanso, etc)). Esta sala de exhibiciones, tiene por objeto demostrar físicamente la gama de lámparas y luminarias disponibles, los efectos lumínicos que se producen al combinar cada una de ellas, algunos fenómenos visuales, el color que tiene la luz, el calor de esa luz, así como la reproducción de varios ambientes (oficina, tiendas, escaparates, etc.) sobre los cuales se aplicarán distintos sistemas de alumbrado, para que las personas observen, palpén, y sientan a la iluminación y sus efectos.

A QUIEN ESTA DIRIGIDA UNA SALA DE EXHIBICION PARA ILUMINACION?

La sala de exhibición para iluminación se dirige a toda persona interesada en saber como se puede lograr una iluminación adecuada, óptima, estética y también económica y que desee sacarle provecho a sus espacios, comercios, negocios y hogares, y sobretudo a las personas encargadas de la iluminación de un lugar como: arquitectos, ingenieros y diseñadores.

Desgraciadamente cuando a una persona le decimos que una u otra lámpara servirá mejor para alumbrar cierta área o que un color de luz mejorará su aspecto o que este lugar se verá mejor con tales o cuales características si se coloca la lámpara en determinada posición o distancia, es muy probable que esta persona no lo visualice y no lo comprenda del todo sino que necesita verlo para asimilarlo y darse cuenta de las diferencias que existen por ejemplo entre un mismo objeto iluminado en formas distintas y de esta manera conocer todas las posibilidades con las que cuenta.

EXPLICACION DEL CONTENIDO

Lo que he pretendido desarrollar en este trabajo es un útil análisis de todo lo concerniente a iluminación, desde que es la luz, sus características, la visión y el ojo humano, tipos de fuentes luminosas, recomendaciones de iluminación, hasta el diseño de una sala de exhibición en donde se aplican muchos de los conceptos anteriores y que comprende efectos con luz, fenómenos luminosos, reproducción de algunos ambientes iluminados artificialmente, etc., los cuales desglosaré en cada capítulo.

En muchos capítulos sustraje la información que consideré útil de autores de varias nacionalidades para darle versatilidad al trabajo, así como algunos puntos de vista míos que con la experiencia en este trabajo pude desarrollar (principalmente en el capítulo del diseño de la sala de exhibiciones de iluminación).

Por último quiero aclarar que toda la información ha sido analizada antes de ser transcrita, por lo que este trabajo deje de ser una copia de algún manual.

INTRODUCCION

La iluminación artificial ha permitido al hombre desarrollarse y alcanzar los niveles que hoy tiene.

Tan solo imaginemos como sería el mundo si el hombre no hubiera contado con medios artificiales para alumbrarse.

No serían posibles los grandes descubrimientos que han dado pie al desarrollo de la medicina, la transportación y la conquista espacial entre otros ni al acelerado desarrollo tecnológico que día a día mejora las condiciones de confort, facilita las tareas y nos proporciona el nivel de vida que generaciones anteriores nunca gozaron.

Veamos un poco hacia el pasado:

La historia de la luz y el alunbrado es digna de admiración si nos remontamos a los principios de la humanidad cuando el hombre aprendió a dominar el fuego, -sin embargo en aquellos tiempos el fuego servía mas bien para calentarse, protegerse de los animales y cocinar que como fuente de luz-. Pero al transcurrir los años, la llama fue la única fuente de luz artificial a su servicio.

El hombre primitivo debía limitar sus actividades nocturnas a tareas del hogar, aspecto que hoy a cambiado pues la ausencia de luz diurna dificilmente es un obstáculo para nuestros intereses comerciales, sociales o de esparcimiento.

La iluminación artificial eléctrica al igual que otros logros se deriva de la revolución industrial. Por esta época a pesar de que se disponía de candiles y velas, los costos de combustible que utilizaban eran tan elevados que solía ser contraproducente proseguir casi todas las actividades económicas en horas de oscuridad. Para la mayoría de las personas (clase pobre), el fuego siguió siendo la única fuente de luz, y fuera de la ciudad, las personas quedaban a merced de los bandoleros.

A la par, los inventores buscaban nuevas fuentes de luz que usaran combustibles menos caros. Por ejemplo, en aquellos tiempos para producir con velas la misma cantidad de luz que podemos lograr hoy en nuestros hogares digamos con un foco normal, el costo sería de 2000 veces mas caro si hablamos de consumo de energía (1). Como podemos notar en aquellos días la luz artificial era escasa y costosa en cuanto que hoy es abundante y barata. Es mas, hasta las velas y quinqués que aun usamos utilizan combustibles baratos de la industria del aceite mineral.

Una de las 7 maravillas del mundo antiguo -el faro de Alejandria- nos confirma que desde la antigüedad el hombre

(1) CURSO SOBRE APLICACIONES DE ALUMBRADO. TOMO 2.

ha requerido de luz artificial para poder continuar sus actividades mas allá de la puesta del sol.

El hecho de que muchas culturas hayan considerado la lámpara como símbolo relacionado con la verdad, la inspiración, el progreso, la esperanza, o la riqueza (como la de Aladino), nos demuestra el misticismo del alumbrado artificial en el pasado.

La iluminación pasa inadvertida para la mayoría de las personas a pesar de que su importancia la podríamos palpar día a día:

- En las escuelas, Universidades, bibliotecas, etc, donde un nivel adecuado de luz permite la mejor asimilación de ideas por parte de los alumnos y el menor cansancio visual.
- En calles y avenidas donde el alumbrado público nos previene de asaltos y accidentes tanto automovilísticos como peatonales.
- En aeropuertos donde los pilotos atienden a las guías luminosas y faros en las torres para poder despegar y aterrizar.
- En fábricas y oficinas donde los empleados al contar con un lugar bien iluminado, pueden desempeñar mejor sus funciones y rendir al máximo.
- En museos, galerías y salas de arte donde los visitantes pueden tener mejor apreciación de las obras cuando a estas se les saca el mayor provecho mediante iluminación.
- En hospitales (quirófanos principalmente), donde la adecuada iluminación es un punto clave para salvar una vida. Así como en los laboratorios de diagnóstico e investigación donde el color de las muestras y el alumbrado de microscopios y aparatos es importante para encontrar antídotos contra enfermedades que amenazan al género humano.
- En el hogar tanto la iluminación interior para proveer a las familias una atmósfera confortable y de descanso así como el alumbrado exterior para la seguridad de las mismas.
- En el teatro, espectáculos nocturnos, fiestas, etc, donde la iluminación se convierte en parte del show en el cual el ser humano se recrea y divierte.

Como podemos ver la noche ya no es un obstáculo pues el ser humano puede continuar su vida productiva teniendo como único límite el cansancio.

La tecnología del alumbrado se ha desarrollado considerablemente y la importancia de factores fisiológicos, psicológicos, funcionales y de confort se hacen notables cada día.

El hecho de que existan requisitos cada vez mas estrictos de alumbrado junto con la importancia de apreciar la luz como factor que influencia un ambiente y la necesidad de utilizar técnicas de alumbrado económicas han estimulado su creciente desarrollo.

Podemos estar conscientes de que la luz artificial no es una pobre sustitución del sol, sino que sobre una base científica es una ayuda sin la cual hoy no podríamos imaginarnos la vida.

I LA LUZ

I.1 NATURALEZA DE LA LUZ

La luz es una energía radiante capaz de excitar la retina humana y de crear sensación de visión.

Esta energía visible ocupa una pequeña parte del espectro electromagnético. Este espectro es una gran gama de energía radiante que viaja en el espacio en línea recta en forma de ondas electromagnéticas a una velocidad de 300,000 Km/seg. Abarca desde los rayos cósmicos de longitud de onda igual a 1×10^{-13} m hasta las ondas de corriente alterna de 60 ciclos con longitud de onda de 4,989,000 m. El espectro visible abarca la pequeñísima porción del espectro electromagnético, aproximadamente de 380×10^{-9} m a 770×10^{-9} m.

A cada extremo del espectro visible tenemos por un lado la radiación ultravioleta y por otro la radiación infrarroja las cuales no podemos ver, pero sabemos de su existencia por otros efectos. p.e. la radiación ultravioleta es responsable del bronceado de la piel mientras que la infrarroja se detecta por su calor.

Hasta la fecha los físicos no han encontrado una teoría que explique totalmente la naturaleza y comportamiento de la luz.

Existen varias teorías que tratan de describir que es la luz. Citemos brevemente las principales:

1.- Teoría Corpuscular.

A finales del siglo XVII Newton establece estas ideas:

- 1) Los cuerpos luminosos emiten energía radiante en forma de partículas.
- 2) Estas partículas intermitentemente viajan en línea recta.
- 3) Estas partículas actúan sobre la retina del ojo estimulando el nervio óptico para producir la sensación de vista.

2.- Teoría Ondulatoria.

En 1690 Huygens propone estas ideas:

- 1) La luz es el resultado de una vibración molecular del material luminoso.
- 2) Las vibraciones se transmiten a través de ether en forma de ondas.
- 3) Estas vibraciones por lo tanto actúan sobre la retina del ojo estimulando los nervios ópticos que producen la visión.

3.- Teoría Electromagnética.

Propuesta por Maxwell en el año de 1865.

- 1) Los cuerpos luminosos emiten luz en forma de energía radiante.
 - 2) Esta energía se propaga en forma de ondas electromagnéticas.
 - 3) Estas ondas actúan sobre la retina del ojo y producen la visión.
- #### 4.- Teoría del quantum.

Es una versión moderna de la teoría corpuscular elaborada por Planck (1858-1947).

- 1) La energía se emite y absorbe mediante discretos paquetes de energía llamados fotones.

Las teorías que mas se utilizan actualmente son las del cuantum y la electromagnética.

Cualquiera que sea la naturaleza de la luz, su radiación es producida ya sea por un cuerpo incandescente, una descarga de gas o por un dispositivo de estado sólido en donde los electrones excitados saltan a una posición mas estable en su átomo emitiendo energía (parte es energía visible).

1.2 CARACTERISTICAS DE LA LUS

REFLEXION. - Es un fenómeno que consiste en que una superficie devuelve un rayo de luz que incide sobre ella. Si el flujo se refleja de manera que forme un ángulo respecto a la perpendicular al plano igual al ángulo de incidencia se dice que la superficie es especular; cuando no acontece esto, la superficie puede dar lugar a una reflexión difusa, dirigida o mixta (fig 1). El principio de reflexión especular se basa en dos leyes principales: La primera dice que el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión y la segunda se refiere a que tanto el rayo incidente, el rayo reflejado y la normal a la superficie, se encuentran en el mismo plano. (Fig 1.1).

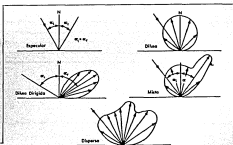


Fig.1. Tipos de Reflexión.



Fig.1.1 Cuando la luz incide sobre la frontera o superficie límite entre dos medios, puede reflejarse, refractarse o absorberse.

REFRACCION.- Es cuando un rayo de luz cambia de dirección al pasar oblicuamente de un medio transparente a otro. (p.e. de aire a vidrio). El principio de la refracción sirve para controlar la dirección de la luz mediante lentes, vidrios, etc. (fig 1.1)

La reflexión y refracción de la luz encuentran aplicación en el control de la luz emitida por las lámparas en las luminarias o artefactos luminosos:

DIFUSION.- Consiste en la descomposición de la luz en distintas longitudes de onda al atravesar por un medio.

POLARIZACION.- Cuando las ondas de luz vibran en un solo plano, se dice que esta luz está polarizada. Las vibraciones transversales de las ondas luminosas tienen, lugar normalmente en todas las direcciones perpendiculares a la dirección de propagación. Por reflexión o transmisión a través de ciertos materiales puede conseguirse que solo permanezcan las que tienen lugar en una dirección siendo absorbidas las restantes. Este fenómeno se llama polarización (fig 1.2).

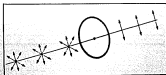


Fig. 1.3. Dos curvas de distribución de la misma emisión luminosa.

1.3 MEDIDAS DE LA LUZ

Existen cuatro conceptos que regulan la práctica de la medida de la luz:

MAGNITUD	UNIDAD	SÍMBOLO
Intensidad luminosa	candela(cd)	I
Flujo luminoso	lumen(lm)	F
Illuminancia	lux(lx)	E
Luminancia	candela/metro cuadrado(cd/m ²)	L

Es importante notar que estos conceptos no guardan una relación directa con los usados en otros campos de la física; lo anterior es debido a que la luz no solo se debe considerar como una radiación producida dentro del espectro visible sino también como la distribución espectral de sensibilidad del ojo humano.

Veamos lo que cada uno de los conceptos anteriores significan:

1. La INTENSIDAD LUMINOSA (I), es la concentración de luz en

una dirección específica. Se puede comparar con la intensidad de un chorro de agua en una dirección dada.

Es el flujo luminoso en una cierta dirección. La intensidad luminosa se mide en candelas. La candela es la cantidad física básica internacional de todas las medidas de luz. P.e. una vela corriente de cera tiene en dirección horizontal una intensidad luminosa de aproximadamente 1 candela.

La intensidad luminosa además de indicar la intensidad de una fuente en una determinada dirección, se emplea también para tomar medidas de potencia en candelas desde distintos ángulos alrededor de la fuente o luminaria y se representan gráficamente los resultados para obtener la curva de distribución luminosa con la cual se pueden hacer los cálculos de iluminación mediante el método punto por punto (ver capítulo III.3.2).

2. El FLUJO LUMINOSO (F), se define como la cantidad de luz emitida por segundo y puede compararse con la cantidad de agua que pasa por segundo en un punto dado.

El lumen es la unidad en que se mide el flujo luminoso. La diferencia entre el lumen y la candela reside en que aquel es una medida del flujo luminoso, independientemente de la dirección. El método de los lúmenes (capítulo III.3.1), se basa en el flujo luminoso emitido por las fuentes luminosas y en la distribución del mismo dentro de la zona considerada.

3. La ILUMINANCIA (E), es el flujo luminoso que incide sobre la unidad de superficie (A) por segundo. Puede compararse con la cantidad de agua de lluvia que cae por segundo sobre la unidad de superficie (l/m^2). La unidad de iluminancia es el lux.

La iluminancia es independiente de la dirección con que el flujo luminoso alcanza la superficie considerada.

Nótese que $E = F/A$

donde F: es el flujo luminoso

A: es el área de la superficie

4. La LUMINANCIA (L), es la intensidad luminosa emitida por unidad de superficie en una dirección específica. La superficie puede ser auto-emisora de luz como la de una lámpara o del sol pero también puede reflejar la luz procedente de otra fuente (cd/m^2).

Superficies con diferentes propiedades reflectantes para la misma iluminación radiarán con distintas intensidades luminosas y por tanto tendrán distintas luminancias.

Cuanto mayor es la luminancia de una superficie, mas luminoso será su aspecto para el ojo humano.

El ojo no percibe realmente iluminancias sino luminosidad, dicho de otro modo, nosotros no vemos la luz que llega a un objeto procedente de una fuente luminosa sino mas bien la luz reflejada por aquella hacia nuestros ojos.

CURVAS DE DISTRIBUCION LUMINOSA

Ya se ha mencionado acerca de las curvas de distribución luminosa, pero todavía no se ha explicado que son y para que sirven.

Un equipo de iluminación se diseña para distribuir la luz en distintas formas. Esta distribución se representa mediante la curva de distribución luminosa. Esta curva se obtiene al tomar medidas de intensidad luminosa a distintos ángulos (de $10'$ en $10'$) alrededor de una fuente luminosa y de representarlas en forma de coordenadas polares, (fig 1.3). La distancia de cualquier punto de la curva al centro indica la intensidad luminosa de la fuente en esa dirección.

Fig. 1.3. Dos curvas de distribución de la misma emisión luminosa.



La iluminación que se recibe de una fuente de luz sobre un punto de una superficie se puede calcular a partir de los datos de la curva de distribución luminosa de dicha fuente multiplicando la intensidad en esa dirección por el inverso del cuadrado de la distancia a dicho punto.

Es importante hacer notar que dos fuentes que producen el mismo número de lúmenes pueden distribuir la luz en forma diferente y tener curvas de intensidad luminosa distintas.

RELACIONES PRACTICAS ENTRE MAGNITUDES

Existen algunas fórmulas importantes en la práctica de la luminotecnía.

1.- Flujo luminoso - intensidad luminosa.

La intensidad luminosa en cualquier dirección de una fuente de luz cuya distribución sea uniforme en todas direcciones, es igual al flujo luminoso dividido por 4π :

$$\text{Notemos que } I = F / 4\pi$$

2.- Flujo luminoso - iluminancia media.

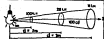
La iluminancia media de una superficie es igual al flujo luminoso F incidente sobre esa superficie dividido por el área A de la misma:

$$\text{Notemos que } E = F / A$$

a) Ley de la inversa del cuadrado. La iluminancia sobre un punto en un plano perpendicular a la dirección de la luz

incidente es igual a la intensidad luminosa en la dirección de dicho punto dividida por el cuadrado de la distancia entre la fuente de luz puntual y el punto en cuestión. Si llamamos a esa distancia d , tenemos: $E = I / d^2$, (fig 1.4).

Fig. 1.4. Relación entre la intensidad luminosa e iluminancia sobre un plano perpendicular a la dirección de la luz incidente -ley de la inversa del cuadrado-.



Estrictamente hablando, esta ley es solamente válida para fuentes de luz puntuales. Sin embargo se cumple siempre que la distancia entre la fuente de luz y el punto de medida considerado sea superior a tres veces la dimensión mayor de la fuente de luz; (para luminarias la distancia debe ser al menos entre cinco y diez veces la dimensión mayor).

La ley de inverso del cuadrado es la base para el cálculo del método "punto por punto" para proyectos de iluminación.

b) Ley del coseno.- La iluminancia en un punto sobre un plano no perpendicular a la dirección de la intensidad luminosa es igual a la intensidad luminosa en la dirección del punto, dividida entre el cuadrado de la distancia existente entre la fuente de luz y el punto en cuestión multiplicado por el coseno del ángulo que la dirección de la luz incidente forma con la normal al plano. (fig 1.5).

Tenemos: $E = I / d^2 \times \cos \theta$

Fig 1.5. Relación entre intensidad luminosa e iluminancia sobre un plano no perpendicular a la dirección de la luz incidente.



c) Iluminación horizontal.- Para superficies horizontales es práctico modificar la fórmula anterior sustituyendo la distancia d por la altura vertical h de la fuente de luz sobre la superficie (fig 1.6).

Tenemos: $E_{hor} = I / h^2 \times \cos^3 \theta$ ya que: $\cos \theta = h/d$

d) Iluminancia vertical.- Por rotación de la iluminancia horizontal con un ángulo de 90° se obtiene la iluminancia sobre una superficie vertical (fig 1.7).

Tenemos: $E_{ver} = I / d^2 \times \cos \theta$

Fig. 1.6. Ley del coseno, modificada para
iluminancia horizontal.

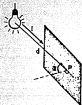


Fig. 1.7. Cálculo de la iluminancia vertical.

3.- Intensidad luminosa - Luminancia.

La luminancia superficial de una fuente de luz o de una superficie reflectora de luz es igual a la intensidad luminosa dividida por el área aparente de la superficie.

Nótese que $L = I/A \cdot r$

donde: r es el factor de reflexión.

MEDICION DE LA LUZ

Los instrumentos para medir la luz se llaman fotómetros.

Actualmente se utilizan diversos tipos de fotómetros fotoeléctricos. En estos fotómetros, la luz incidente sobre la superficie de un receptor sirve para generar una pequeña corriente eléctrica que puede medirse y ya que esta corriente es proporcional a la cantidad de luz incidente, se puede calibrar el instrumento para que lea "luxes". La luz que incide sobre una superficie es la iluminancia, por lo que estos instrumentos también se conocen como luxómetros.

La fotocelda sensible a la luz que se emplea en los fotómetros puede ser de varios tipos:

- Celda fotoemisora. Consiste en un material que libera electrones desde la superficie cuando se expone a la luz. El material fotoemisor se conecta al terminal negativo de una fuente de corriente continua (cátodo) y otro electrodo metálico (ánodo) se conecta al terminal positivo.
- Celdas fotovoltaicas. Las celdas fotovoltaicas son diodos semiconductores. Estas celdas convierten la luz incidente en

energía eléctrica por lo que no necesitan una fuente de tensión exterior.

c) Celdas fotoconductoras. Estas pueden ser fotodiodos, fotorresistencias o fototransistores. Están construidas con materiales cuya resistencia disminuye bajo la influencia de la luz.

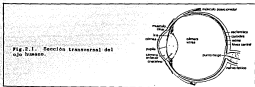
II EL OJO HUMANO Y LA VISION

La visión es posible en el ser humano gracias a que dispone de un órgano sensible y delicado que es el ojo. El papel que juega la luz respecto al contacto del hombre con su entorno se entiende al decir que 80% de la información que recibe del mundo exterior pasa a través de sus ojos. A fin de comprender la influencia de los diversos criterios de iluminación será necesario saber como es el ojo y como se lleva a cabo el proceso de la visión.

II.1 DESCRIPCION DEL OJO

El ojo es aproximadamente de forma esférica con un diametro de 25mm y cuenta con seis músculos posicionados que le permiten girar en cualquier dirección.

Se ha comparado al ojo con una cámara fotográfica ya que son parecidos en muchos aspectos (fig 2.1). Ambos tienen una lente que enfoca y proyecta una imagen invertida y reducida sobre una superficie sensible a la luz, la película en una máquina fotográfica, y la retina en el caso del ojo.



El párpado, que es un pliegue de la piel, corresponde al obturador de la cámara ya que le ayuda a regular la cantidad de luz que le llega al ojo.

La focalización para visión a distancias mas cortas no se realiza modificando la distancia entre lente y retina (como en una cámara) sino cambiando la potencia de la lente, esto es posible gracias a que la lente (cristalino, que se encuentra detrás del iris), se compone de varias capas flexibles como una cebolla, y es capaz de modificar su forma.

Sus ligamentos le mantienen normalmente aplanados, pero cuando afocamos estos ligamentos se contraen y lo hacen mas redondo.

La esclerótica es la cubierta exterior del ojo que tiene un tono blanquecino y su zona frontal es transparente (córnea) a través de la cual entra la luz.

Detrás de la córnea antes del cristalino está una cortina circular llamada "iris" que es la que le da el color a los ojos y funciona como un diafragma. En el centro del iris existe un orificio denominado pupila por el que entra la luz; tiene un diámetro entre 2 y 8mm. A medida que aumenta la

cantidad de luz, la pupila se contrae y cuando oscurece nuestras pupilas se dilatan a su máximo diámetro.

La retina es la superficie interna que está en la parte posterior del ojo y es el principio del sistema nervioso que conduce al cerebro. Contiene una delicada película de fibras nerviosas sensibles a la luz llamadas conos y bastones que deben su nombre a su forma. Los bastones se encuentran dispersos sobre la retina y solo están ausentes en el centro del eje visual llamado fovea y los conos por el contrario se concentran en la fovea.

El punto ciego es el lugar donde la retina se junta con el nervio óptico el cual conduce las sensaciones de luz hacia el cerebro.

II.2 EL PROCESO DE LA VISION

La visión es posible gracias a la existencia de la luz.

Ya se mencionó anteriormente que la luz es la parte del espectro electromagnético que puede verse. Nuestros ojos son capaces de discriminar a las longitudes de onda de esa parte del espectro en términos de colores. Veamos:

COLOR	LONGITUD DE ONDA(nm) *
VIOLETA	380-450
AZUL	450-490
VERDE	490-560
AMARILLO	560-590
NARANJA	590-630
ROJO	630-760

* 1 nanómetro (nm) = 1×10^{-9} metros

La máxima sensibilidad del ojo se encuentra en 555 nm (color amarillo-verde), (Foto 1).

El proceso de visión se debe a dos componentes del ojo principalmente: a los bastones y a los conos.

El proceso de visión es electroquímico. Cuando en la retina se estimula un cono o bastón, dependiendo de la cantidad de luz, cambia temporalmente la composición química de cierto pigmento, que da lugar a la generación de una pequeña corriente eléctrica que va al cerebro a través de las fibras nerviosas.

VISION CON BASTONES. - En el caso de los bastones aproximadamente un centenar de ellos están conectados a una misma fibra nerviosa (fig 2.3). La consecuencia es que estos racimos tienen una elevada sensibilidad a la luz ya que se usa el estímulo de cada bastón. Por el contrario la definición es pobre, porque el cerebro no puede distinguir la respuesta individual dentro de un racimo de bastones.

Cuando la visión se realiza únicamente con bastones, se tiene la visión Escotópica y la imagen que se obtiene es casi incolora y de baja definición, claro que nos permite detectar formas y movimientos. Y ya que los colores azules son mas brillantes que los rojos, los primeros permanecieron mas tiempo visibles que los segundos. Entonces se tiene la máxima sensibilidad del ojo a una longitud de onda de 507 nm (verde) y decrece hacia el rojo del espectro (fig 2.3)

De aquí el refrán "de noche todos los gatos son pardos".

Fig. 2.2. Corte transversal secuencial de la retina, que muestra los diversos tipos de conos de bastoncillos y conos con las fibras nerviosas.



Fig. 2.3. Curvas de sensibilidad espectral de los conos C (C) y bastoncillos B (B), que muestran también las diferencias de sensibilidad absoluta.

VISION CON CONOS.- A diferencia con las bastones, cada cono está conectado al cerebro con lo que se consigue un poder de resolución muy elevado pero su sensibilidad a la luz es mas reducida. Por lo tanto a niveles de menos de 3.5 cd/m² sus funciones cesan gradualmente, y los bastones se hacen cargo de la visión. (Como punto de comparación un paisaje bajo la luna llena tiene luminancia de aproximadamente 0.01 cd/m²).

Cuando existe suficiente luz la visión es fotópica, pues se realiza mediante los conos. En este tipo de visión la imagen se focaliza sobre la región foveal donde se encuentran los conos que representan a todo color las escenas y se permite una visión con finura de detalles.

II.3 FUNCIONES VISUALES

Acomodación.- Ya se mencionó que la función del cristalino es afocar los objetos a diferentes distancias mediante el cambio de su forma. Cuanto menor es la distancia del objeto a enfocar, el cristalino se hace mas convexo (acorta su distancia focal).

Cuando está en reposo tiene una potencia de aproximadamente 1 dioptría (la dioptría es la unidad de potencia de las lentes y se expresa como el reciproco de la distancia focal en metros. Así una lente con distancia focal de 1 metro tiene una dioptría; con una distancia focal de 25 cm se tienen 4 dioptrías y así sucesivamente).

La capacidad de acomodación disminuye con la edad por lo que la mayoría de las personas mayores a 45 años usarán gafas para ver objetos pequeños. El proceso de acomodación se realiza en 7 segundos aproximadamente .

Adaptación.-El ojo humano es un órgano que puede operar a niveles muy variados de iluminación mediante un proceso conocido como adaptación.

El proceso de adaptación se da mediante cambios en el tamaño de la pupila. Generalmente adaptarse a un nivel mas alto de iluminación se efectúa mas rápido (segundos) mientras que el proceso de adaptación a la oscuridad tarda hasta 30 minutos.

II.4 OTRAS CARACTERISTICAS VISUALES

1. CAPACIDAD VISUAL

a) **Contraste de luminancias.**- El ojo no aprecia los valores de luminancia de igual forma bajo todas las circunstancias, ya que si existen en el campo de visión fuertes contrastes de luminancia, la impresión subjetiva de brillo será mas exagerada. P. e. una superficie blanca colocada sobre un fondo negro hará parecer al blanco "mas blanco" y un objeto oscuro sobre un fondo muy brillante parecera mas oscuro todavia. La causa de estos efectos de contraste consiste en la incapacidad del ojo para adaptarse simultáneamente a fuertes diferencias de luminancias.

En el caso de un objeto oscuro sobre un fondo brillante, la luminancia de adaptación del ojo será demasiado alta para percibir pequeñas diferencias de contraste en la superficie del objeto que serán claramente visibles contra un fondo oscuro. Así, una prenda negra de punto mostrará su textura sobre un fondo oscuro pero parecera de un negro uniforme si se presenta contra un fondo blanco.

b) **Deslumbramiento.**- Puede producirse ya sea por valores de luminancia excesivos en el campo de visión o por contrastes de luminancia demasiado altos. Existe un deslumbramiento molesto que da sensación de malestar o dolor probablemente como resultado de los frecuentes cambios en el diámetro de la pupila producidos por contrastes de brillo excesivos.

Otro deslumbramiento (de adaptación) es el que se tiene cuando aparecen luminancias elevadas en el campo de visión; el ojo se adapta a estos valores resultandole difícil o imposible percibir contraste en las zonas mas oscuras del campo de visión. Si la fuente de alta luminancia desaparece de pronto (como los faros de un coche que pasa), el ojo necesitará algún tiempo para adaptarse a valores de luminancia mas bajos.

2. PERSISTENCIA DE IMAGENES

Después de que ha desaparecido un estímulo visual, su efecto persistirá durante un tiempo mas o menos largo debido a que el proceso visual en la retina es fotoquímico. Si se fija la visión sobre un objeto y luego se cierran los ojos, pueden aparecer imágenes persistentes. La persistencia de la imagen es fundamental en cine y televisión donde se crea un movimiento continuo presentando una serie de imágenes en rápida sucesión.

3. PARPADEO

El parpadeo es producido cuando existen estímulos luminosos seguidos uno detrás de otro en rápida sucesión a intervalos regulares. Si la frecuencia de parpadeo es mayor a un cierto valor, el parpadeo desaparece y el ojo percibe una luz estable. Esta frecuencia generalmente es de 50 Hz o mas.

Si la frecuencia es menor a este valor crítico, el parpadeo puede producir afectos muy perturbadores como mareos ya que el cerebro intenta seguir lo que esta captando y realiza un sobreesfuerzo; P.e. un conductor puede experimentar esto cuando maneja sobre una carretera bordeada de árboles cuando el sol se encuentra abajo en el horizonte.

Efecto Estroboscópico

Este efecto también se debe al parpadeo. Si un objeto en movimiento periódico p.e. una pieza rotatoria de una máquina se ilumina con destellos luminosos de la misma frecuencia que el movimiento dará la sensación de que parece inmóvil. El parpadeo de un tubo fluorescente puede producir este efecto bajo ciertas circunstancias lo que representa una situación peligrosa ya que p. e. un torno de un taller que gira a esa misma frecuencia, puede parecer quieto y un trabajador pensando que está sin moverse podría perder un dedo o una mano.

4. CONTRASTE DE COLOR

Bajo la influencia de una superficie fuertemente saturada de color, las otras superficies adquirirán el tinte de color complementario a esta. P.e. una superficie blanca o negra parecerá verdosa frente a una superficie roja brillante y rojiza contra otra verde brillante. Cualquier superficie verde parecerá mas saturada en contraste con un superficie roja, y lo contrario también es cierto. Los carniceros aprovechan este efecto presentando la carne sobre una cama de hojas de lechuga para darle un aspecto rojo y fresco. Estos efectos de contrastes de color se explican a partir de las diferencias en el nivel de adaptación que hay entre conos de distintas sensibilidades de color. P.e. cuando se mira una superficie roja, los conos sensibles al rojo se adaptarán a un nivel de luminancia mas elevado que los sensibles al azul o verde. Este fenómeno de contraste puede ser una herramienta para el ingeniero y sobre todo para el decorador.

5. ADAPTACION CROMATICA

La adaptación cromática describe la facilidad con la que el ojo se adapta al color de la luz del ambiente.

El resultado de esta adaptación puede ser que dos fuentes de distinta composición espectral y apariencia de color pueden producir prácticamente ninguna diferencia en la apariencia de color de objetos. Por ejemplo superficies que se iluminan con luz incandescente usualmente crean casi la misma impresión de color que la luz de día, sin embargo se notaría la diferencia si dos objetos iguales se alumbraran uno en un gabinete con luz incandescente y junto a este el otro con luz del sol.

Sin embargo normalmente un observador está iluminado por

cualquiera de las dos luces o por una mezcla por lo que este observador esta completamente adaptado al color de la luz prevaleciente.

Otros factores existen como la capacidad mental de asociar colores a los objetos (verde para las plantas, azul para el cielo), que juegan y contribuyen a este fenómeno.

a. FUNCIONAMIENTO

El principio de funcionamiento de la lámpara incandescente es muy simple. Se hace pasar una corriente eléctrica a través de un hilo delgado de resistencia elevada hasta que la temperatura sea tan alta que la radiación emitida cae en la región visible del espectro.

b. PARTES

Ampolla o bulbo

El bulbo es una envoltura que conserva la atmósfera (de vacío o de gas inerte) de la lámpara para evitar la rápida desintegración u oxidación del filamento.

Se fabrican con distintos tipos de cristal dependiendo de su aplicación. Algunas lámparas modernas para aplicaciones especiales se construyen con ampollas de cuarzo.

El tamaño y forma de los bulbos son determinados por la aplicación a la que va a utilizarse la lámpara.

Acabado:

- para difundir la luz muchas lámparas tienen bulbos con interior esmerilado.
- si se requiere una capacidad de difusión mayor el bulbo tiene un interior con sílice blanca.
- algunas lámparas de alumbrado en general tienen una capa translúcida en la superficie interior que ayuda a reducir el deslumbramiento directo.
- existen aplicaciones (anuncios, espectáculos, etc) en las que se requieren lámparas de colores. Estas tienen un bulbo con capa interior pigmentada.

Casquillo o base

Este conecta la ampolla con el portalámparas.

Filamento

Es el elemento productor de luz. El carbón ha sido sustituido por el tungsteno en la fabricación del filamento debido a que a pesar de que el primero tiene un punto de fusión mayor, se evapora muy rápidamente y en cambio el tungsteno combina un alto punto de fusión con una lenta evaporación.

Al principio se construían los filamentos rectos y operaban al vacío. Cuando se agregaron los gases inertes en la ampolla se observó que al arrollar el hilo aumentó la eficacia luminosa además de que disminuía la superficie efectiva expuesta al gas y por ello se reducía el calor perdido por conducción o convección además de que mecánicamente una espiral es más fuerte. Los filamentos doblemente enrollados en espiral proporcionan mayor eficacia y reducen el tamaño de la fuente de luz.

Dependiendo de la aplicación será la forma y tamaño del filamento, p.e. para proyectores y reflectores, el exacto control de la luz requiere de una fuente pequeña y el filamento se concentra entonces en un menor espacio y por el contrario donde se requieren fuentes de luz alargadas, el filamento puede ocupar casi toda la longitud de la ampolla.

En cuanto al diámetro del filamento, mientras mayor sea la potencia de una lámpara a una tensión dada, mayor es la corriente por lo que el hilo del filamento para transportarla

debe ser de mayor diámetro, (además cuanto mayor es el diámetro del filamento mas alta es la temperatura a la que puede trabajar sin peligro de excesiva evaporación (fig 3.2).

Si a una potencia dada tenemos aumento de tensión, menor es la corriente y mas pequeño debe ser el diámetro del filamento.

Fig. 3.2

TEMPERATURAS APROXIMADAS DE FILAMENTO	
Watts	°C
40 "	2470
50 "	2500
100 "	2610
200 "	2720
300 "	2830
500 "	2970
1000 "	3100
1500 "	3200

SOPORTE DEL FILAMENTO.

Consiste en un vástago de vidrio, hilos conductores embebidos en él e hilos de soporte.

Gas de relleno

En un principio los bulbos estaban al vacío con el fin de evitar que con el oxígeno se quemara el filamento. Al añadirse un gas inerte (Ni, Ar, Kr) en la bombilla, la presión sobre el filamento retarda la evaporación del tungsteno permitiendo diseñar lámparas con mayor temperatura de filamento.

El gas extrae calor al filamento así que para filamentos que trabajan con una corriente menor a un tercio de asper y que tienen un hilo de diámetro pequeño, el gas actuará como un refrigerante resultado en un inconveniente por lo que para lámparas de menos de 40Watts el bulbo se encuentra al vacío.

c. CARACTERISTICAS

1.- VIDA - EFICACIA

Tanto la vida de una lámpara como su eficacia luminosa están determinadas por la temperatura del filamento. Cuanto mas elevada sea la temperatura de una lámpara mayor será su eficacia luminosa y mas corta su vida, lo contrario tambien es verdad. Como vemos es un compromiso económico y de aplicación escoger las características de funcionamiento de una lámpara para lograr por un lado larga vida a expensas de la luz emitida y por otro lado emisión de luz alta a expensas de la duración.

La emisión de luz de una lámpara incandescente decrece con el tiempo ya que el filamento se evapora haciendose mas fino.

Cada vez que se enciende una lámpara incandescente, circula por el filamento una corriente extra de hasta quince veces su valor nominal debido a que la resistencia del tungsteno a la temperatura ambiente es de un quinceavo de la que tiene a la temperatura normal de funcionamiento. Esta corriente excesiva cae a su valor normal en cuestión de centésimas de segundo ya que el filamento se calienta en este periodo. Con el paso del tiempo el filamento se adelgaza y

llega un momento en que la sobrecorriente de encendido será suficiente como para romper al filamento en su parte mas delgada.

Existen aplicaciones en las que se tolera una vida mas corta, cuando lo que mas importa es una eficacia mas elevada como en las lámparas de faros de autos, teatro y las utilizadas en estudios fotográficos, estas últimas pueden durar 3 horas siendo común renovarlas constantemente y por el contrario son necesarias las lámparas de vida mas larga en aquellos lugares donde su sustitución sea difícil como en el caso del alumbrado público.

También es cierto que las lámparas de potencias mas altas son mas eficaces que las de bajas potencias de la misma tensión y vida (fig 3.3).

2.- TENSION DE FUNCIONAMIENTO

Las lámparas deben alimentarse a su tensión nominal. El funcionamiento a una tensión mas alta origina un mayor consumo de potencia y mayor emisión de luz pero acorta la vida de la lámpara. A una tensión menor incrementa la vida pero ocasiona una reducción de los otros factores. En la (fig 3.3) se muestra por ejemplo que un 5% de sobrevoltaje reduce la vida de la lámpara a la mitad.

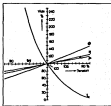


Fig.3.3. Diagrama explicativo de los efectos de la variación de la tensión de la lámpara sobre vida (L), flujo luminoso (Φ), eficacia luminosa (η) y potencia disipada (P), en porcentaje respecto de los valores nominales.

3.- BALANCE ENERGETICO

Según el manual de iluminación de Philips (ver bibliografía), una lámpara incandescente p.e. de 100 w emite solo 5 w de luz visible que constituye el 5% de la potencia total, mientras que 83 w se emiten en forma de calor (radiación infrarroja) y 12 w constituyen pérdidas totales por convección y conducción. Las pérdidas por conducción son consecuencia del gradiente de temperatura entre las partes de la lámpara (filamento, ampolla, etc) y su entorno (luminarios, portalámparas, etc). Las pérdidas por convección se producen en la lámpara ya que el gas de relleno transfiere calor desde el filamento hacia el bulbo. También se dan estas pérdidas con el movimiento del aire alrededor de la ampolla caliente. Las pérdidas por radiación se dan por el filamento, el cual emite radiación infrarroja.

4. TIPOS DE LAMPARAS

1. LAMPARAS DE USO GENERAL

Estas constituyen la mayor parte de la producción de lámparas incandescentes. Se fabrican en una rango de potencias entre 15 y 2000 w.

Las ampollas pueden ser claras, esmeriladas u opalizadas.

Para fines decorativos existen lámparas incandescentes de distintas formas (vela, corona, etc) y colores.

2. LAMPARAS REFLECTORAS

Poseen una fina capa de metal reflector en su superficie interna en la parte posterior del bulbo que le da a la luz una dirección determinada.

Existen dos tipos principales: las de vidrio prensado y las de vidrio soplado (fig 3.4).



a) Reflectoras de vidrio prensado.

Se fabrican moldeando un vidrio duro y resistente al calor que les permite ser empleadas al aire libre. Su parte frontal es una lente que está diseñada para lograr haces de luz de distinta abertura: estrecho (puntual), abierto (flood) y muy abierto (wide flood).

Las lámparas de vidrio prensado se denominan Par (categoría de parabólicas) ya que la parte posterior del bulbo tiene una sección parabólica. Las aplicaciones mas comunes son para alumbrado exterior, iluminación en campos deportivos, jardines, etc. Para iluminación decorativa la parte frontal puede estar cubierta en su interior o en su exterior con una capa coloreada de silicón.

b) Reflectoras de vidrio soplado. Estas pueden ser de dos tipos:

b.1) Las que van provistas de un espejo anular parabólico detrás del filamento mientras que la parte frontal esta esmerilada. El haz de luz puede tener varios grados de abertura (cerrado (spot), abierto o muy abierto).

La intensidad luminosa de estas lámparas es menor que las otras de la misma potencia, pero sus pequeñas dimensiones y peso así como el hecho de que se encuentran también en

versiones de mas baja potencia las hace ideales para aplicaciones de alumbrado de interiores.

b.2) Y las que la parte hemisférica de su bulbo se cubre con un espejo reflector de manera que apantallen la luz directa, (tipo bowl reflector). La luz se orienta hacia la parte posterior de la lámpara por lo que se deben acompañar de una luminaria reflectora por separado para obtener la distribución de luz deseada (fig 3.5).

Formación del haz por una lámpara reflectora de globo en un reflector parabólico.

Lámparas reflectoras de globo, normal y 'iris'.



Fig. 3.5

3. LAMPARAS HALOGENAS

El descubrimiento del ciclo regenerativo del halógeno ha impulsado el desarrollo de las lámparas incandescentes halógenas pues tienen ventajas sobre sus antecesoras como mayor vida (2000 horas contra 1000 hrs de las primeras), eficacia luminosa de hasta un 10% mayor, mayor temperatura de color y nada de depreciación durante su vida ya que se evita el ennegrecimiento del bulbo mediante la edición de un gas halógeno de relleno (Br, Iodo, etc).

El ciclo químico consiste en que el vapor de tungsteno se combina con el halógeno para formar bromuro de tungsteno el cual permanece en estado gaseoso en lugar de depositarse en las paredes de la ampolla. Cuando una molécula de bromuro de tungsteno se acerca al filamento caliente tiene lugar una descomposición y el tungsteno se redeposita sobre el filamento y el bromo es liberado y así sucesivamente. (fig 3.6).

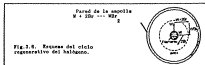
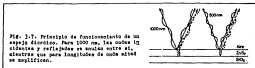


Fig. 3.6. Esquema del ciclo regenerativo del halógeno.

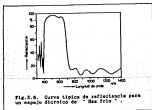
Debido a estas características es posible incrementar la presión del gas y disminuir las dimensiones de la lámpara. Además la alta temperatura que se produce es superior a la que puede resistir un vidrio normal por lo que se utiliza el vidrio de cuarzo.

Se han incorporado a las lámparas halógenas, reflectores dicroicos. Este reflector (espejo) se obtiene mediante la incorporación sucesiva de cierto número de capas alternativas (aproximadamente 20) de materiales con distintos índices de refracción.

Este tipo de espejos dan lugar a una diferencia de fase de 180° entre las ondas incidentes y las reflejadas para ciertas longitudes de onda definidas por el espesor de las capas. La consecuencia es la anulación de estas radiaciones debido al fenómeno de interferencia (fig 3.7).



Si los espesores de las capas se seleccionan con el fin de eliminar la radiación infrarroja (longitud de onda de 1000nm), la mayor parte de la energía calorífica será absorbida por el espejo y reemitida hacia atrás y la radiación visible de longitud de onda igual a la mitad se comportará en forma opuesta, es decir que las ondas incidente y reflejada se amplifican. Por lo tanto solo se reflejará la radiación visible mientras que la mayor parte de la radiación térmica se lanzará hacia atrás sobre el filamento con lo que se obtiene una eficacia luminosa de hasta 36 lum/watt. (fig.3.8).



En general sus características son:

- eficacia arriba de 30lm/w
- excelente rendimiento de color.
- alta luminancia
- son adecuadas para bañar de luz, objetos y en todas las aplicaciones donde se requiera luz concentrada con buen rendimiento de color y una luz que no exita mucho calor que pueda dañar ropa, pinturas, etc.

4. LAMPARAS MINIATURA

-PARA VEHICULOS. Utilizadas en coches, bicicletas, vehiculos de transporte siendo los autos el grupo principal ya que pueden contener estos hasta 30 lámparas incandescentes. Estas lámparas deben tener alta resistencia a choques y vibraciones.

-PARA LAMPARAS PORTATILES. Estas pueden estar en linternas, cascos de minero, luces de emergencia, etc. Funcionan con potencia reducida y su vida es relativamente corta sin embargo deben tener una eficacia luminosa elevada.

5. LAMPARAS DE ESTUDIO Y TEATRO

Estas deben de proporcionar un flujo luminoso elevado con una temperatura de color especifica (3200°K lo que significa que la lámpara apenas durará 100 hrs). Se requieren de altas potencias 1250 a 10000 w. Además deberá poderse controlar el haz con gran precisión.

6. LAMPARAS INFRARROJAS

Son esencialmente las mismas que las utilizadas para iluminar, la diferencia principal reside en que como la producción de luz no es su objetivo casi el 85% de la energía emitida cae en la banda infrarroja (la pequeña cantidad de luz emitida es de 7-8 lúmenes por watt). Las aplicaciones del infrarrojo son muchas y variadas, desde el tratamiento de personas y animales hasta aplicaciones industriales.

III.1.2 LAMPARAS DE DESCARGA

Este tipo de lámparas tiene mayor eficacia que las incandescentes, lo mismo que mayor vida, pero no se pueden conectar directamente a la alimentación pues requieren de un balastro (ver explicación al final de esta sección) por lo que su costo inicial es mayor. El rendimiento de color de estas fuentes es inferior a las de tipo incandescente.

a. FUNCIONAMIENTO

En este tipo de lámparas la luz es producida por una corriente eléctrica continua en un gas ionizado dentro de un tubo de descarga, (este gas puede encontrarse ya sea en alta o en baja presión). La corriente eléctrica se establece mediante una descarga producida en los electrodos los cuales al calentarse emiten electrones. Gran parte de la radiación emitida, por estas lámparas contiene longitud de onda ultravioleta, por lo que en algunos tipos de éstas lámparas, el bulbo exterior se recubre con capas de fósforo que convierten la radiación ultravioleta a radiación visible.

b. PARTES PRINCIPALES

Tubo de descarga

Ver (fig 3.9). Es el lugar donde las descargas eléctricas tienen lugar. Tiene forma tubular y contiene en su interior vapor de mercurio, sodio, neón, etc, a baja o alta presión.

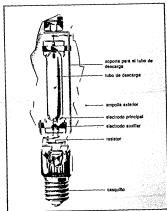


Fig. 3.9. Lámpara de vapor de mercurio de alta presión.

Electrodos

Un electrodo sellado se encuentra a cada extremo del tubo. Los electrodos generalmente están hechos de alambre de tungsteno que contienen un material emisor para facilitar la emisión de electrones en el tubo de descarga. Estrictamente hablando, el electrodo funciona como un cátodo solo durante el periodo en que está emitiendo electrones, esto es solo durante la mitad del ciclo ya que durante la otra mitad está recibiendo electrones y funciona como un ánodo.

Cubierta

A excepción de las lámparas fluorescentes tubulares, el tubo de descarga se encuentra protegido en una ampolla que le guarda de influencias externas. Esta ampolla puede estar llena con algún gas inerte o al vacío y lo mismo puede tener una capa interna de difusor o de fósforo para mejorar el rendimiento de color. El bulbo absorbe la radiación ultravioleta.

Casquillo

Es el que conecta a la lámpara con el portalámparas.

c. CARACTERISTICAS

La composición del gas así como su presión son lo que determinan el espectro emitido. Por ejemplo las lámparas de descarga de sodio de baja presión, exhiben un espectro monocromático (su radiación ocupa solo una banda muy estrecha de longitud de onda del espectro visible) en oposición con las lámparas de mercurio de alta presión con aditivos metálicos que muestran un espectro que abarca casi todo el rango visible.

El final de la vida de las lámparas de descarga tiene lugar debido a que poco a poco pequeñas partículas del material de revestimiento de los electrodos son desprendidas del punto de contacto de estos con el arco hasta que todo el revestimiento desaparece y cuando esto sucede la lámpara ya no arrancará.

d. TIPOS DE LAMPARAS DE DESCARGA

1. FLUORESCENTES.

Características:

- a. Emisión de luz. (fig 3.10).

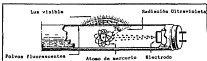


Fig. 3.10. Sección de una lámpara fluorescente tubular, en donde se ilustra el mecanismo de la descarga.

Las lámparas fluorescentes, consisten en un bulbo tubular que tiene un electrodo a cada lado y contiene vapor de mercurio a baja presión con una pequeña cantidad de gas

inerte que le ayuda al encendido. La superficie interna del tubo está cubierta con fósforo; cuando una corriente atraviesa la mezcla de gas se produce una radiación ultravioleta que la cobertura de fósforo transforma a luz visible. Como se mencionará en el capítulo III.2.3, una fuente de luz que emita radiación en solo tres zonas espectrales estrechas (rojo, verde y azul) puede lograr un buen rendimiento de color; al respecto, la aplicación de algunas tierras raras en el tubo fluorescente ha posibilitado que se emita radiación en estas zonas. La gran duración, alta eficacia y buen rendimiento de color hacen a estas lámparas aptas para numerosas aplicaciones.

De hecho la ventaja principal de la lámpara fluorescente es su eficacia que es de casi tres veces más que la de una lámpara incandescente.

Cuando se requieran fuentes fluorescentes más pequeñas que los tubos normales, se pueden utilizar ya sea la lámpara SL que consiste en una lámpara fluorescente miniatura con un balastro integrado dentro del bulbo y puede reemplazarse por una incandescente normal sin equipo adicional o la lámpara PL y PLC, las cuales también requieren de un balastro y pueden contar con bases de rosca para sustituir incandescentes, (fig 3.11).

Existen también lámparas fluorescentes ahorradoras de energía que sustituyen a las tradicionales. P.e. para tipo arranque rápido de 40W, existe la versión ahorradora de 34W y de arranque instantáneo de 39W existe su versión de 30W y para 75W es de 60W.

En la actualidad existen lámparas fluorescentes que tienen una cubierta de polvos especiales que permiten un muy buen rendimiento de color, Ra=85, con varias tonalidades: cálida (3000°K), blanca (4100°K), fría (5100°K).

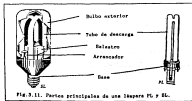
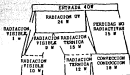


Fig. 3.11. Partes principales de una lámpara PL y SL.

b. Eficacia, Apariencia de Color, Aplicaciones.

Para analizar la eficacia tomemos una lámpara de 40W fluorescente. Solo 1W se convertirá en radiación visible y 24W se convertirán en radiación ultravioleta. De estos 24W, 9W aparecerán como radiación visible y los otros 15W junto con los 15W que quedaban que no se transformaron en radiación ultravioleta, calentarán la pared del tubo de descarga y a los electrodos (fig 3.12).

Fig. 3.12. Diagrama de la conversión de potencia en una lámpara tubular tipo fluorescente.



Al comparar la lámpara fluorescente con una incandescente de la misma potencia, tendremos que solo el 5% de la potencia de entrada se emite en forma de radiación visible (sea 2W y el resto se pierde como calor por conducción, convección y radiación. (En la lámpara fluorescente de 40W, 10W son convertidos en radiación visible).

Las lámparas fluorescentes se pueden agrupar de acuerdo a su apariencia de color como: cálidas (emiten una luz blanca cálida semejante a las incandescentes), intermedias (emiten luz blanca) y frías (emiten luz semejante a la luz de día). Las correspondientes temperaturas de color serán de: 3000°K, 4000°K y 6500°K respectivamente.

En general el tamaño del bulbo depende de la potencia (a mayor potencia mayor es el tubo).

c. Tensión de funcionamiento.

Las variaciones en voltaje tienen un efecto menor en el funcionamiento de las lámparas fluorescentes que en las incandescentes.

Si el voltaje es muy bajo, se dificulta el encendido de la lámpara y si este es muy elevado causará un rápido deterioro del cátodo ya que el filamento se degrada en mayor proporción en el momento del arranque, por lo que la duración dependerá de la frecuencia con que son encendidas. Por ejemplo en México donde el costo de energía es barato, conviene más dejar las lámparas encendidas durante la hora de la comida que apagarlas, ya que duran más mientras menos se enciendan.

Debemos de tener en cuenta el **EFEECTO ESTROBOSCOPICO** (capítulo II.4). Cuando la corriente alterna tiene una frecuencia de 60Hz el arco de mercurio aparece y desaparece 120 veces cada segundo. Debido a que el fósforo continúa brillando mientras el arco desaparece, el recubrimiento no se oscurece totalmente cuando la corriente cambia de dirección. No obstante hay una rápida variación en la emisión de luz (efecto estroboscópico). Debido a este efecto un objeto que se desplaza a velocidad uniforme parece que se estuviera moviendo bruscamente, (también sucede que las máquinas giratorias parecieran estar inmóviles cuando en realidad están girando). Este efecto a menudo no es perceptible, y en la mayoría de las instalaciones no es un inconveniente serio. Cuando sea necesario, el efecto estroboscópico puede reducirse mediante el uso de dos lámparas. Una de ellas se opera en serie con una bobina de reacción y la otra en serie con un condensador. La bobina produce una corriente retrasada y el condensador una adelantada por lo que las lámparas funcionan defasadas entre sí y el resultado es que una lámpara está brillante mientras la otra no y viceversa.

LAMPARAS DE ALTA INTENSIDAD

2. SODIO BAJA PRESION (fig 3.13a)

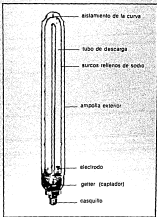
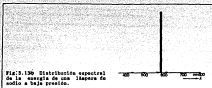


Fig. 3.13a. Lámpara de Sodio baja presión (80W).

El tubo de descarga de esta lámpara es en forma de "U" y está encerrado dentro de un envoltura de cristal tubular a la que se ha hecho el vacío; tiene cubierta su superficie interna con óxido de indio que le ayuda a mantener a este tubo de descarga a la temperatura adecuada de funcionamiento -270°C -. Así el sodio al condensarse se introduce en los hoyuelos del cristal y se vaporiza a la temperatura mas baja posible para lograr la mas alta eficacia luminosa. El tiempo de encendido de esta lámpara es aproximado a 10 minutos.

La luz de una lámpara de sodio baja presión, se caracteriza por su radiación casi monocromática (fig 3.13b) en la región de radiación amarilla donde el ojo es mas sensible (450nm), y debido a esto, la lámpara cuenta con una eficacia luminosa muy alta -del orden de 200 lum/watt-. Sin embargo tiene como consecuencia un muy bajo rendimiento de color. Además estas lámparas tienen una vida muy larga (15,000 hrs).



Su aplicación es ideal cuando no es importante la reproducción correcta de los colores y en lugares donde su remplazo y mantenimiento es difícil. P.e. en autopistas, puertos, etc.

LAMPARAS DE ALTA PRESION

Tanto las lámparas de alta presión como las de baja ofrecen buena calidad de color y alta eficacia luminosa. La ventaja de las de alta presión es que su tamaño pequeño las hace óptimas en aplicaciones que demanden luz concentrada.

3. MERCURIO DE ALTA PRESION

En este tipo de lámparas, el vapor de mercurio se encuentra junto con una pequeña porción de un gas inerte que facilita la ignición. La (fig 3.9 y 3.14) muestran lámparas de este tipo.



Fig. 3.14

El tubo de descarga es de cuarzo y tiene en sus extremos un electrodo. Adyacente a uno de estos electrodos está el electrodo de inicio.

El bulbo exterior contiene algún gas inerte (a la presión atmosférica) que protege al tubo de descarga y la mantiene a una temperatura constante.

La parte interior del bulbo se cubre con fósforo para que la radiación ultravioleta pueda transformarse a energía visible y mejorar su apariencia de color.

Existen lámparas desde 50 a 1000 w y normalmente tienen una eficacia de 50 lum/watt con temperatura de color fría (6000 °K) de , rendimiento de color de 45 y vida de aproximadamente 10,000 hrs.

Una versión mejorada es la HPL de lujo que tiene una cubierta de fósforo especial que le da eficacia de 55 lum/watt, temperatura de color igual a 3300°K y Rendimiento de color de 50 (para uso de interiores).

En general estas lámparas tienen una larga vida y son mas económicas en comparación de otras de alta presión.

Sus aplicaciones se encuentran en lugares donde se requiere iluminar grandes áreas con lámparas de alta intensidad y donde el rendimiento de color no importa tanto.

4. LUZ MIXTA

La (fig 3.15a y 3.15b) muestran estas lámparas, en las que el tubo de descarga se conecta en serie con el filamento de tungsteno. Este filamento actúa como un balastro ya que establece la corriente de la lámpara para la descarga por lo que esta lámpara no requiere de balastro y se puede conectar al toma corriente directamente.

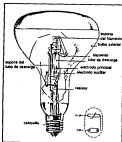


Fig. 3.15a. Partes de una lámpara de luz mixta.

La emisión visible de la lámpara de mercurio mas la del filamento incandescente da a esta lámpara una apariencia de color placentera (una temperatura de color algo mas cálida que la lámpara de mercurio con mejor indice de rendimiento de color, de 60).

Esto significa que las lámparas incandescentes pueden sustituirse por lámparas de luz mixta que tiene casi el doble de eficacia (30lum/watt), cinco veces mas vida y no implican costo extra en compra de balastros. Sin embargo a comparación de las lámparas HPL son de menor eficacia y menor vida.



Fig. 3.15b. Tipos de lámparas de luz mixta: ovoide, reflectora y ovoide.

5. ADITIVOS METALICOS NPI
Se muestran en la fig 3.16a.

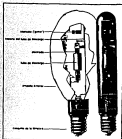


Fig. 3.16a. Partes de una lámpara de aditivos metálicos ovoide (izquierda) y una tubular (derecha).

Son semejantes a las de mercurio alta presión a diferencia de que el gas en el tubo de descarga contiene mercurio y uno o mas ioduros metálicos que pueden ser ioduros de sodio, indio y talio, los cuales se evaporan cuando la lámpara alcanza su temperatura normal de operación. Estos aditivos dan un incremento de intensidad en tres bandas espectrales: azul, verde y amarillo-rojo por lo que su rendimiento de color es notablemente mejor que las de mercurio lo mismo que la eficacia ya que la radiación emitida cae en la región del espectro donde los ojos son mas sensitivos. P.e. una lámpara de 400w tendrá un rendimiento de color=70 y una eficacia igual a 80 lum/watt. La vida de estas fuentes es de al menos 10,000hrs y su temperatura de color es generalmente elevada (5600°K).

En general existen de 250 a 2000 w y se utilizan en alumbrado de grandes exteriores y estadios, además de usarse en aplicaciones donde se requieran fuentes compactas de luz blanca (iluminación de estadios).

6. SODIO ALTA PRESION

Ver (fig 3.17a y 3.17b).

En instalaciones de alumbrado público donde el rendimiento de color es importante, la lámpara de sodio alta presión es la apropiada, ya que contiene un espectro mas amplio que la de baja presión. Sin embargo su eficacia es menor que la de esta última, (P.e. una lámpara de sodio alta presión de 50 w tiene una eficacia de 100 lum/watt) pero casi el doble que la de mercurio alta presión debido a que el sodio da una radiación que cae en mayor proporción en el rango visible que el mercurio. P.e una lámpara de sodio alta presión de 400 w,

120 w serían energía visible mientras que en una de mercurio, la energía visible son 60 w.

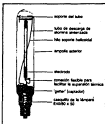


Fig. 3-17a. Partes de una lámpara tubular de sodio en alta presión (E180-T) 1000w.

Fig. 3-17b. Distintas formas de ampolla exterior de lámparas de sodio de alta presión. De izquierda a derecha: tubular de doble extremidad, ovoide, tubular reflectora, ovoide (americana), tubular (americana).



Estas lámparas tienen bajo rendimiento de color, 23, que permite cierta discriminación de colores, además tienen una temperatura de color cálida del orden de 2000°K emitiendo una luz de aspecto dorado. (Cabe decir que casi todas las calles de nuestra ciudad se iluminan con lámparas de sodio alta presión). La vida de estas fuentes es de 24,000hrs.

La aplicación de esta fuente de luz es en lugares donde existe mucha circulación peatonal, estacionamientos o en industrias. Actualmente se ha incrementado la presión en el tubo de descarga de estas lámparas lo que ha logrado una radiación que abarca mas regiones del espectro visible resultando una luz blanca comparable a la de una lámpara incandescente. Esta lámpara de luz blanca se puede aplicar en áreas donde normalmente se utilizan reflectores incandescentes como en recepciones de hoteles, escaparates de tiendas, etc; consumiendo aproximadamente una cuarta parte de

la energía que utilizan las incandescentes.

La presencia del sodio a altas temperaturas en el tubo de descarga hace necesario el uso de materiales resistentes en sus paredes como la alúmina ya que sodio ataca el cuarzo.

e. OPERACION Y EQUIPO DE FUNCIONAMIENTO

BALASTROS

Como es sabido una lámpara de descarga no puede conectarse directamente al toma corriente ya que en ella el gas al ionizarse y calentarse, disminuye su resistencia con lo que la corriente aumenta a un valor muy alto que podría destruirla. Ya que esta corriente de arranque es mayor que la de servicio, las lámparas de descarga necesitan una impedancia que limite la corriente que podría dañarlas. Esta impedancia o balastro es necesario para la operación de las lámparas de descarga, ya que también proporciona la tensión necesaria para el arranque.

Un arrancador se utiliza para iniciar la descarga. Solo o junto con el balastro entrega pulsos de voltaje que ioniza el gas y ayuda al encendido. Tienen que pasar algunos minutos para que el gas se estabilice y mientras tanto el flujo luminoso se incrementa así como el consumo de potencia hasta que la lámpara alcanza su valor nominal.

El período de ignición de las lámparas de alta presión es mayor que para las de baja presión.

ARRANCADORES E IGNITORES

Todas las lámparas de descarga a excepción de las de mercurio a alta presión necesitan un voltaje mayor del habitual en la red para iniciar la descarga, por lo que deben contar con algún mecanismo que proporcione este voltaje inicial que puede ser parte del balastro o estar separado o estar dentro de la lámpara dependiendo del tipo de lámpara que se considere.

III.1.3 LUMINARIOS

Un luminario es un dispositivo que controla la distribución de la luz de una lámpara además de protegerla y conectarla a la alimentación. Los luminarios se pueden colocar sobre el techo o empotrados dentro de él o de la pared. También se pueden suspender del techo. Existe gran variedad de luminarios para distintas aplicaciones, desde iluminación de tipo directo hasta indirecto; describir cada uno de ellos llevaría mucho tiempo, por lo que en la sección del diseño de la sala de exhibición, se mostrarán algunos con su posible aplicación.

III.2.1 INTRODUCCION

La iluminación es una ciencia y un arte ya que siempre ha acompañado al teatro, espectáculos de luz nocturnos, estudios fotográficos, etc.

Hoy en día la iluminación como ciencia tiene por objeto proveer la adecuada luz para realizar nuestras tareas y como arte tiene la posibilidad de ser combinada con nuevos tipos de fuentes de luz, luminarios y técnicas que crean un ambiente deseado, estético y balanceado que esté en coordinación con la arquitectura y decoración del lugar en cuestión.

A medida que la tecnología del alumbrado ha ido desarrollándose, se han logrado mejores lámparas consiguiendo un mayor conocimiento sobre la forma de mejorar la calidad visual del medio que nos rodea.

La facilidad con que podamos sentir la forma, color, contraste y textura de nuestro alrededor está determinada en parte por el nivel de iluminación presente, orientación, color de la luz, calor de esta luz, etc.

Actualmente los diseñadores tienen mas libertad y flexibilidad que sus antecesores ya que cuentan con una amplia gama de fuentes de luz, luminarios y en general equipo y componentes, además de que pueden elegir cualquier método para el diseño o bien ya se pueden auxiliar de programas de computadora que en cuestión de minutos realizan los cálculos. Así un diseñador debe conocer de la existencia de toda esta herramienta, así como de los principios del control de la luz para que su diseño sea lo mas eficiente y satisfactorio.

Una cuestión importante es la de saber cuando se tiene un buen alumbrado. Podemos contestar a esta pregunta haciendo referencia a la definición que dió el profesor alemán, Teichmüller que dice: "la iluminación es buena cuando nuestros ojos pueden percibir clara y agradablemente los objetos que nos rodean".

Debe entenderse que el diseño de la iluminación es parte de un todo es decir debe estar en coordinación y comunicación con otros sistemas como la arquitectura, diseño e ingeniería ya que por lo general se hace sobre un espacio previamente definido.

Después de esta pequeña introducción al diseño se hará un análisis basado en experimentos e investigaciones que muchos científicos y gentes del ramo de iluminación han realizado y dejado para que los ingenieros y diseñadores de alumbrado utilicen como guía útil.

Se incluyen recomendaciones de varios autores de distintas nacionalidades para tener así el enfoque mas

universal posible por un lado, y por otro lado un punto de comparación para extraer aquellos consejos y normas que sean aplicables a un país como el nuestro.

a) ESPACIO

La función de este espacio influye enormemente en la forma en que se va a aplicar la iluminación.

En una oficina p.e. la tarea visual generalizada es la lectura sobre un escritorio, sin embargo la misma tarea visual se efectúa en una fábrica, tienda o en el hogar, por lo que se han desarrollado recomendaciones de iluminación para cada ocupación como: iluminación industrial, iluminación para tiendas, iluminación para oficinas, etc, (Apéndice A) que se basan como ya se mencionó en la teoría y experiencia de los ingenieros así como en la aceptación de los usuarios.

b) CALIDAD DE LA LUZ

b.1) LUMINANCIA

El paso de la luz es invisible a los ojos del hombre a menos que algún medio, (como el polvo), la disperse en la dirección del ojo. Entonces lo que este percibe es la luz reflejada por los objetos y partículas (luminancia), por lo que deben considerarse las características de reflexión de las superficies y objetos de una habitación, ya que de estas características dependen las luminancias, que en cierto grado pueden crear contrastes fuertes provocando la atracción de la atención hacia las zonas más iluminadas con la consecuente pérdida de concentración y por otro lado provocando cansancio visual por el continuo proceso de adaptación en el cual las pupilas cambian frecuentemente de tamaño, (capítulo II).

Las investigaciones indican que se obtienen condiciones visuales deseables cuando las luminancias tanto del lugar de trabajo, los alrededores, techo, paredes, pisos, luminarios y lámparas son uniformes y cuando se reducen o eliminan las reflexiones. Al respecto existen tablas con valores recomendados en los que el diseñador puede seleccionar una solución.

- Las investigaciones realizadas por la IES (Sociedad de Ingeniería en Iluminación de Norteamérica) demuestran que en interiores pueden obtenerse resultados satisfactorios si la relación de contraste de luminancias Alta/Baja dentro del campo de visión no es mayor de tres ni menor de un tercio, (fig 3.18); es decir, que el área de trabajo deberá tener mayor luminancia en una proporción que no sea mayor de tres veces la de los alrededores ni menor de un tercio.

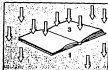


Fig. 1.18 La relación de luminancias entre la tarea visual y su entorno inmediato no deberá ser mayor que 1:1 ni menor que 1:3.

En oficinas las tareas visuales en su mayoría implican el uso de papel mate blanco. Para tareas de este tipo la luminancia se puede obtener asegurando que la reflectancia de la superficie del escritorio esté entre 0.25 y 0.8).

- Respecto a la industria donde las tareas visuales son tan variadas es imposible hacer recomendaciones generales sobre luminancias por lo que cada caso debe ser tratado individualmente.

- Para el diseño de iluminación de interiores; según Interior Lighting (ver bibliografía), la importancia de la reflectancia del techo depende de la altura de este. Es imposible recomendar la distancia entre techo y suelo en la cual la luminancia del techo sea adecuada pero en general se toma de tres metros (normal para áreas de trabajo) para obtener luminancias aceptables.

En la práctica, la luminancia de techos invariablemente es menor que la de las luminarias por lo que es recomendable que el techo tenga una reflectancia no menor a 0.7. Los valores de reflectancia de las paredes para conseguir la luminancia óptima son de 0.5 a 0.8 para instalaciones de 500 luxes y de 0.4 a 0.6 para instalaciones de 1000 luxes.

b.2) BRILLO Y DESLUMBRAMIENTO

El deslumbramiento es una luminancia fuertemente perturbadora en el campo de visión y es producido por el brillo de una lámpara o en forma de una imagen reflejada en una superficie, como la cubierta de un escritorio.

El brillo puede producir una serie de sensaciones desde desconfort hasta ceguera momentánea que dependerá del tamaño, número, posición y luminancia de las fuentes brillantes. En casos extremos el deslumbramiento puede producir situaciones peligrosas, especialmente en la industria y circulación vial.

El control de brillo empieza desde las luminarias asegurando que se eviten las luminancias excesivas ya sea seleccionando el tipo de luminaria o planeando la configuración de estas en los techos, así como seleccionando los materiales de las superficies de trabajo.

Para este análisis Interior Lighting (ver bibliografía), nos sugiere que consideremos dos tipos de luminarias:

1- aquellas que tienen una pantalla translúcida difusora o un panel refractor para incrementar el área luminosa de la luminaria y

2- aquellas donde la lámpara o lámparas se protegen de la vista directa por un reflector o cubierta o la combinación de ambos.

(Existen aplicaciones en las que se utiliza el deslumbramiento para llamar la atención y realizar el alumbrado como en las discotecas y en las boutiques para jóvenes de 15 a 20 años.)

También es conveniente clasificar a las lámparas en dos grupos:

1- Aquellas cuya luminancia es hasta 20000 cd/m². Este grupo incluye todos los tipos normales de lámparas tubulares fluorescentes y,

2- Aquellas cuya luminancia es arriba de 20000 cd/m². Este grupo incluye las lámparas compactas, incandescentes y de gas de descarga.

Para las lámparas que caen dentro del extremo superior del grupo 1- y el inferior del 2-, pueden recomendarse los luminarios del grupo 1- y para las de mayor potencia del segundo grupo, las luminarias del tipo 2- son las más adecuadas.

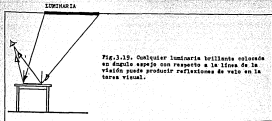
Las únicas lámparas que pueden usarse sin cubierta son las de baja luminancia (las primeras del grupo uno, fluorescentes tubulares de baja potencia y también es permitido su uso en ciertos interiores donde se requieren niveles de poca calidad, abajo de 500 lux). Las lámparas incandescentes y de descarga no deben usarse desnudas en ningún interior de área de trabajo pues producen gran cantidad de brillo. Las luminarias abiertas en la parte de abajo no deben utilizarse con lámparas de alta potencia y menos cuando estas se montan sobre la cabeza de alguien pues el calor radiado puede ser muy molesto.

Es importante entonces que los fabricantes de luminarias publiquen datos sobre la limitación de brillo de sus productos.

b.3) BRILLO REFLEJADO

El brillo reflejado de una fuente sobre superficies (de trabajo o alrededores) debe tomarse en consideración pues produce desconfort y pérdida de concentración debido a la atención involuntaria hacia el área de mas brillo.

Idealmente ni el área de trabajo ni sus alrededores deberían estar en o cerca del ángulo espejo con respecto al ojo ya que en la dirección de este ángulo provienen reflexiones especulares que impiden la visión (reflexiones de velo, (fig 3.19) pues en vista de que la mayoría de las oficinas cuentan con pantallas (monitor de computadora), el brillo reflejado es un problema para el usuario, por lo que deben tomarse mas en cuenta los métodos de control de brillo mediante lámparas con luminarios apropiados.



La situación ideal sería que la luz se dirigiera al área de trabajo aproximadamente en la misma dirección de la vista o por los lados. Claro que esta recomendación es un poco difícil de llevar a la práctica especialmente en habitaciones ocupadas por varias personas. De todas maneras, el uso de luminarias de gran área pueden ayudar y sobre todo deben evitarse mesas y/o escritorios de alta reflectancia o brillo.

b.4) CONTRASTE DE BRILLO

Hasta ahora hemos hablado del brillo molesto. Un cierto nivel de brillo es aceptable ya que la visibilidad es más fácil cuando existe un nivel de contraste de brillo dentro de la tarea, p.e. la tinta negra sobre el papel blanco es más visible que si el papel fuera gris.

c) COSTO

Muchas de las instalaciones de alumbrado existentes no son eficaces energéticamente hablando. Por ello hay que pensar en transformar estas instalaciones para mejorar el alumbrado con menor consumo de energía y a menor costo.

Para lograr estos objetivos es importante evaluar los equipos, la tecnología y las instalaciones existentes. Las siguientes recomendaciones no representan la solución a todas las situaciones pero si se siguen podremos lograr un ahorro energético:

- 1) Utilizar la fuente de luz idónea más eficaz.
- 2) Utilizar el flujo luminoso de una lámpara eficazmente
- 3) Mantener el equipo de alumbrado en buenas condiciones.
- 4) Utilizar diseños de alumbrado eficaces en ahorro energético.
- 5) Controlar uso y conexión de la instalación.
- 6) Considerar el efecto de la decoración, es decir utilizar alumbrado decorativo donde sea apropiado.

- Cuando existan varias fuentes de luz igualmente aplicables en un caso, el factor económico hará la decisión.

d) NIVEL DE ILUMINACION

Es la cantidad de luz que incide sobre una superficie. La cantidad de luz se especifica por la iluminancia sobre el plano (en luxes) que en interiores generalmente se considera a 75 cm del nivel del piso (plano de trabajo) mientras que para exteriores el plano de interés es en general la superficie del suelo. Es importante que en un lugar exista suficiente luz para permitir que el desarrollo de las tareas y actividades sea seguro y confortable, por lo que es aconsejable consultar las recomendaciones internacionales que han realizado varios organismos sobre los niveles de iluminación adecuados para alumbrar casi todas las tareas visuales. Estas recomendaciones dependen de factores como: tipo de trabajo a desempeñar en el lugar, riesgo de cometer errores, edad del operario, etc. Es importante hacer notar que estos valores son mínimos y una reducción sobre ellos implica una pérdida de confort, seguridad o productividad.

Respecto a los organismos internacionales se encuentran la CIE (siglas francesas que en español significan: Comisión Internacional de la Luz), y la IES (siglas norteamericanas que en español significan: Sociedad de Ingeniería en Iluminación de Norteamérica) que sugieren iluminancias para interiores en sus tablas (Apéndice A).

e) DISTRIBUCION DE LA LUZ

La luz puede distribuirse de dos maneras: de manera difusa y en forma directa. En el primer caso la luz incide sobre un objeto desde infinidad de direcciones, p.e. la luz proveniente del cielo cubierto de nubes. En este caso como la luz está muy dispersa, apenas produce sombras y su capacidad de modelado es reducida y dificulta la percepción de formas y contornos.

Por otro lado, la iluminación direccional para acentuar detalles se obtiene seleccionando un haz de luz estrecho.

Este tipo de iluminación, produce sombras muy acusadas y da lugar a un fuerte efecto modelador que permite la percepción de formas y contornos (fig 3.20 ver modelado en el capítulo III.2.5).



Fig. 3.20. El alumbrado direccional produce fuertes sombras y elevada luminosidad por lo que sus efectos modeladores son exagerados.

Por otro lado existe lo que es la iluminación directa y la indirecta. En la primera, se dirige el flujo luminoso directamente hacia abajo ya sea mediante una lámpara empotrada o saliente. La de tipo indirecto se obtiene ocultando la lámpara de la vista directa y se envía toda la luz ya sea hacia el techo o paredes convirtiéndose estos por reflexión en la fuente que ilumina al local. (Nótese que la iluminación indirecta es de tipo difuso).

Mediante los diagramas de distribución luminosa de los luminarios y lámparas, podremos darnos cuenta si la luz que alcanza nuestra área es de tipo directa o indirecta.

La CIE nos proporciona la tabla (fig 3.21), para la clasificación de luminarias de alumbrado general de tipo directo e indirecto.

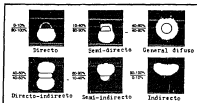


Fig. 3.21. Clasificación aprobada por la CIE para luminarias de alumbrado general, desde iluminación de tipo directo, hasta iluminación de tipo indirecto.

III.2.3. COLOR Y CALOR DE LA LUZ

Las investigaciones muestran que la atmósfera creada en un lugar está grandemente influenciada tanto por el brillo creado por la luz como por el color de esa luz.

La forma en que se percibe el color alrededor nuestro tiene mucha influencia sobre nuestro estado de ánimo y sensación de bienestar, además la importancia del rendimiento de color radica en que ciertos objetos deban ser vistos en su verdadero color.

La iluminación debe proyectarse para que ciertos objetos familiares p.e. alimentos y bebidas y sobre todo los colores de la piel sean agradables y naturales. Claro que también existen ocasiones en que el color de los objetos no tiene importancia como en las carreteras en donde importa más la claridad visual.

En la práctica se juzga como color natural de luz cuando esta es muy semejante a la luz de día. Por eso se toma a esta como referencia para seleccionar colores a pesar de que esta puede variar según la hora o si el cielo está nublado.

Por ejemplo, las telas para cortinas se seleccionan con luz de día sin tomar en cuenta que durante el día están recogidas y es en realidad en la noche cuando serán vistas pero bajo luz artificial, por ello es mejor que aquellos colores que vayan a ser vistos bajo un cierto tipo de luz sean seleccionados utilizando esa misma luz.

TEMPERATURA DE COLOR

Es un término que describe la apariencia de color de una fuente luminosa al compararlo con un cuerpo negro (considerado como radiador perfecto).

Al igual que cualquier cuerpo incandescente, un cuerpo negro cambia de color al aumentar su temperatura poniéndose primero rojo oscuro, luego rojo claro, naranja, amarillo, blanco, blanco azulado y finalmente azul. La temperatura de un cuerpo negro en la cual se obtiene un color, es la temperatura de color de la fuente, (se mide en grados Kelvin °K). P.e. el color de un cuerpo negro será rojo a la temperatura de 800° a 900°K, amarillo-blanco a 3000°K, blanco a 5000°K y azul pálido entre 8000° y 10,000°K.

La luz de una lámpara de filamento de tungsteno de 100 w tiene una temperatura de color de 2875°K (0°K=-273°C).

Hay que tener en cuenta que la temperatura de color no es una medida de la temperatura real, ya que solo define el color y se puede aplicar solo a fuentes que se parezcan a un cuerpo negro.

En una fuente de radiación térmica como lo es una lámpara incandescente, su temperatura de color nos proporciona información de su distribución espectral de energía la cual es igual a la de un cuerpo negro a la misma temperatura. Sin embargo para otras fuentes de tipo no térmico como lámparas fluorescentes, la temperatura de color sirve únicamente como una guía de la apariencia de color.

Temperatura de color ('K)	Apariencia
>5500	fría (azul-blanca)
3300-5500	blanca
<3300	cálida (rojiza)

RENDIMIENTO DE COLOR (Ra)

Es familiar para todas las personas el hecho de que los objetos se vean de distinto color dependiendo de la lámpara que los ilumina y lo que hace que el color sea distinto es la diferencia de distribución espectral de la energía radiante emitida que forma una característica llamada rendimiento de color.

El Rendimiento de Color (Ra), es la habilidad de una fuente luminosa de afectar la apariencia de color de los objetos iluminados por ella. Es un número que representa una estimación de las propiedades de rendimiento de color en comparación con las de una lámpara incandescente o las de la luz del sol. Si a estas dos últimas fuentes de luz les asignamos un índice de 100, todas las demás fuentes tendrán índices que serán iguales o menores de 100.

Aunque dos fuentes luminosas tengan la misma temperatura de color y por tanto la misma apariencia de color también, no significa que los objetos coloreados se verán igual bajo estas fuentes. El color que se imprime sobre un objeto se debe a la luz que se refleja por el mismo objeto en conjunto con las características espectrales de la superficie coloreada. Si dos fuentes difieren en su composición espectral, al iluminar un objeto no reflejará este el mismo color con una fuente que con la otra.

Las lámparas incandescentes muestran un espectro continuo por lo que contienen todas las longitudes de onda del espectro visible y tienen muy buen rendimiento de color pero las de descarga que muestran un espectro más selectivo (formado por bandas en ciertos puntos del espectro visible), no presentan tan buen rendimiento de color ya que los objetos no pueden reflejar las longitudes de onda que no están contenidas en la luz que incide sobre ellos.

Podemos concluir que nada tiene que ver el color de una luz con el rendimiento de color que proyectará sobre un objeto. La fuente de luz natural que se toma como referencia para determinar el rendimiento de color de fuentes artificiales es la luz de mediodía.

La luz de día en distintas partes del mundo tiene una temperatura de color de 4000°K a 25,000°K.

Solo en el caso de que una fuente tenga Ra elevado digamos 95 se puede establecer que la lámpara dará un rendimiento de color verdadero para todos los objetos.

Existen tareas y lugares en donde es necesario una buena diferenciación de colores. En estos lugares se recomienda fuentes artificiales semejantes a la luz de día (7500°K) como en industrias de pinturas, textiles, etc, con un Ra de al menos 90. También se solicitan lámparas de elevado Ra cuando se tienen aplicaciones de reproducción de color como la fotografía. P.e. las lámparas comúnmente usadas

para artes gráficas, para inspección de colores son tubos fluorescentes con temperatura de color de 5000°K.

RENDIMIENTO DE COLOR Y EFICACIA

Existe una relación entre el rendimiento de color y la eficacia de una lámpara pues las fuentes con alto rendimiento de color tienden a ser menos eficaces que las de alto rendimiento de color. El diseñador debe escoger según la aplicación si elige lámparas de buen rendimiento de color pero menos económicas.

TEMPERATURA DE COLOR Y NIVEL DE ILUMINACION

Según Interior Lighting (ver bibliografía), estudios realizados con personas en un cuarto de conferencias al cual se aplicaron distintos tipos de lámparas y niveles de iluminación revelaron los siguientes resultados respecto a la atmósfera creada en la habitación.

NIVEL DE ILUMINACION (LUX)	COLOR DE LA LUZ		
	CALIDA BLANCA	BLANCA	LUZ DE DIA
<700	neutral	oscura	fría
700-3000	placentera	placentera	neutral
>3000	excesiva	placentera	placentera

En general una iluminación entre 700 y 3000 luxes fue aceptable para todas las lámparas fluorescentes. Claro que estos experimentos se realizaron en un lugar donde las condiciones climáticas son típicas de Europa Central y se sabe que las condiciones climáticas extremas pueden influir en los resultados.

En países calurosos es preferible apariencias de color mas frías ya que estas naciones cuentan con sol casi los 365 días del año, este es el caso de México, mientras que los lugares con climas fríos, prefieren luz mas cálida pues no cuentan con sol todo el tiempo.

Las investigaciones demostraron que el nivel preferido de iluminación cae a la mitad de la tabla anterior. Se puede concluir que la gente prefiere iluminación en este rango aun cuando la atmósfera que se crea en un cuarto pueda ser mejorada con mayor o menor nivel de iluminación. Es importante notar el hecho de que el nivel preferido de iluminación no estaba influenciado por la temperatura de color de las fuentes.

LUZ Y COLOR

Existen dos características de color que actúan en nuestra escena visual de manera simultánea :

- El color de la fuente de luz que depende de la composición espectral de su luz emitida y
- El rendimiento de color de las superficies iluminadas por ella que depende de la composición espectral de la luz que las ilumina y las propias características de reflectancia espectral de las superficies.

Un objeto coloreado lo está porque refleja la luz selectivamente. Por ejemplo un objeto rojo solo aparecerá

rojo si la luz que incide sobre él contiene suficiente radiación roja que puede ser reflejada .

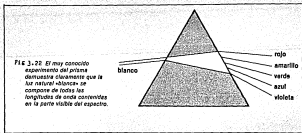
Como ya sabemos una mezcla de todas las longitudes de onda visibles creará la impresión de blanco (luz de día). El espectro en el cual están todas las longitudes de onda se llama continuo -las fuentes incandescentes contienen este tipo de espectro- (fig 3.22). Existen lámparas (algunos tipos de descarga) que también logran luz blanca a pesar de tener espectros discontinuos es decir mezclan dos o mas longitudes de onda para crear el blanco (fig 3.23).

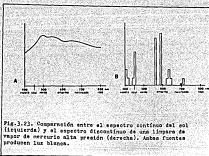
COLOR Y APARIENCIA

Las lámparas normalmente usadas en interiores pueden ser de acuerdo a su apariencia de color: cálidas, intermedias y frías.

Para bajos niveles de iluminación el color cálido es usualmente preferido. Iluminaciones mayores se producen mejor usando las lámparas de apariencia blanca, y las lámparas frías se usan para altos niveles de iluminancia o en países tropicales donde las fuentes de luz dan cierta impresión de frescura.

Por conveniencia en la tabla (fig 3.24), se han dividido las lámparas en tres grupos de rendimientos de color para distintas aplicaciones.





Eficiencia luminosa, temperatura de color y índice de rendimiento de color (Ra) para varios tipos de lámparas

Tipo de lámpara	Eficiencia luminosa (lm/W)	Temperatura de color (K)	Índice de rendimiento de color (Ra)
Incandescente GLS, 100 W	16	2800	100
Incandescente halógena, 500 W	19	3000	100
Fluorescentes "TL", 20W/0 W			
007 (07)	46	3100	32
09	36	3000	32
23	58	4200	66
27	45	4200	74
47	48	5000	98
54	72	5500	77
57	45	7500	54
82	80	2700	85
82	80	3000	81
86	89	4000	85
86	89	6000	85
93	85	3100	93
94	55	1000	93
Fluorescente SL*, 14 W	50 ¹	2700	83
Fluorescente PL*, 8 W	67 ¹	2700	85
Serie alta presión (SOL-E), 131 W	200	1100	
Serie alta presión (SOL-T), 400 W	130	2000	86
Mercuro de alta presión clara (PH), 250 W	47	4700	15
con recubrimiento fluorescente (PH), 250 W	52	4200	45
con recubrimiento fluorescente (PH), colorado, 250 W	58	2300	50
con halógenos metálicos (PH-TL, 2000 W)	95	4500	68
sol. mezcla (ML), 250 W	22 ¹	2500	81
Fuentes compactas halógenos de mercurio (CS), 250 W	60	3400	73
solón (CS), 500 W	30	6000	94
halógenos de sodio (SL), 500 W	32	2500	86

¹ La eficiencia luminosa de las lámparas de alta presión se refiere al promedio de las lámparas y categorías de "A" y "B", y no al punto de luz máxima en el punto de máxima eficiencia de la lámpara.

Fig. 3.24

III.2.4 CONSIDERACIONES SICOLÓGICAS Y FISIOLÓGICAS

La luz tiene una influencia emocional directa sobre el hombre. La iluminación juega un papel importante cuando se quiere que un lugar contribuya a la realización de las actividades para las que fue diseñado y esto se puede facilitar cuando los individuos se encuentran emocionalmente predisuestos por ciertos tipos de iluminación.

Un diseñador debe tener mas sensibilidad cuando proyecta el alumbrado de un área ya sea de lectura, escritura, fabricación, etc, ya que si se ayuda de colores, siluetas, sombras, etc, puede provocar ciertas impresiones como la de espaciamento, enfatizamiento de un objeto o lugar y puede también estimular diversas sensaciones de intimidad, diversión, frialdad, etc.

Por todo esto diremos que en general existen dos formas de iluminar algo:

1.- La primera tiene como base "bañar" de luz un área uniformemente. Como podemos imaginar no se tiende a enfatizar, ni a reforzar la atención sobre algo, como tampoco se tiende a influenciar al observador de ninguna forma.

El objetivo de este sistema de iluminación es permitir el desempeño de tareas; este sistema al ser flexible permite dado el caso, cambios tanto de mobiliario como de personas.

2.- La segunda consiste en que la luz debe contribuir a mejorar el aspecto de un espacio. Este sistema se basa en la idea de que la luz puede ser un vehiculo que influencia al usuario en distintas formas:

a) Un cierto tipo de iluminación afecta la comprensión del lugar, es decir lo puede hacer verse mas amplio, mas alto o mas angosto; puede modificarle su forma, dimensiones así como la orientación de los objetos .

Sabemos que los colores ejercen influencia sobre la impresión del espacio, p.e. un cuarto con paredes oscuras parece mas pequeño que uno con paredes claras o blancas de iguales dimensiones.

b) Otro tipo de iluminación produce un estado de ánimo y humor en los usuarios. Este sistema se dice que es una especie de lenguaje visual que influye en el observador ciertas impresiones como tensión, confort, intimidad, cordialidad, privacidad, etc.

La iluminación puede crear tanto un ambiente de fiesta como un ambiente de tranquilidad, como un ambiente impersonal (para lugares públicos), como un ambiente caluroso, etc.

El color también tiene influencia sobre el humor de las personas. El rojo y el amarillo producen intranquilidad, y el color azul da la impresión de frío y estimula a la actividad mientras que el verde induce al descanso y a la relajación.

Por otro lado una iluminación equilibrada facilita a la percepción visual y estimula la concentración; en cierto grado también evita el cansancio mientras que un alumbrado de baja calidad origina sensación de incomodidad.

Existe también relación entre el nivel de iluminación y el color de la luz. P.e. la luz amarilla o roja de nivel bajo nos estimulan tranquilidad pero si se eleva el nivel, se hace molesta. La luz azul es aceptable a un nivel normal (luz de día), pero a niveles bajos da una apariencia tenebrosa.

La luz también ejerce influencia sobre el metabolismo independientemente del proceso visual. Una serie de mecanismos inconscientes -evolucionados durante millones de años en el proceso de adaptación al medio- reaccionan ante la luz ajustando nuestro "reloj biológico". Con iluminación debidamente manipulada se ha logrado curar insomnio, acelerar ritmos alimenticios y propiciar ciertas funciones fisiológicas. Estos son claros indicios de que la luz maneja nuestro organismo en diversas formas, muchas de las cuales hasta ahora no son conocidas. Es muy conocida también la influencia de la luz de onda corta (radiación ultravioleta) sobre la pigmentación de la piel (bronceado).

En su vida cotidiana dependiendo de su ubicación geográfica y de la época del año, el hombre vive buena parte de las veinticuatro horas del día con luz artificial. P.e. un caso extremo serían los habitantes de un país nórdico en invierno que pasan todo el día alumbrados por luz artificial ya que tienen que vivir "una noche" que dura seis meses. Esta ausencia de luz ha sido la causa de un tipo especial de depresión que también se da en otras circunstancias como en los viajes submarinos, en los que el hombre se ha visto obligado a subsistir por largos periodos con luz artificial.

Debido a este tipo de situaciones se han desarrollado experimentos como el que consiste en utilizar diversos tipos de iluminación que en algunos casos varían de color e intensidad imitando los cambios naturales de la luz solar y que han logrado aliviar la depresión e influir en el estado anímico y hasta en el metabolismo de las personas, (se ha demostrado que las personas que viven en situaciones como las anteriores, tienen preferencia a la iluminación que simula la del sol).

Por el contrario al igual que en otros países que disponen del sol casi todos los días del año como México existe la preferencia de una iluminación artificial que no irradie mucho calor. (Es por ello que los diseñadores mexicanos no deberán de apegarse tan rigidamente a las recomendaciones internacionales en este aspecto, ya que los gustos latinos pueden diferir de los nórdicos).

FACTORES PSICOLÓGICOS DE LA ILUMINACIÓN PARA ÁREAS DE TRABAJO

Estudios ergonómicos han demostrado que el trabajo se efectúa mejor cuando existe un equilibrio entre las necesidades técnicas del trabajador y sus necesidades personales. (La ergonómica estudia el trabajo en relación con el ambiente en que se realiza y las personas que lo llevan a cabo, además se encarga de aplicar el conocimiento científico a la mejora de la eficiencia a la vez que trata de evitar

esfuerzos excesivos e innecesarios por parte del trabajador). Al parecer nos adaptamos a las condiciones que se nos imponen. Podemos trabajar con máquinas mal diseñadas o trabajar con poca y mala iluminación. Sin embargo no trabajaremos con la máxima eficiencia y nuestra salud puede llegar a resentirse como consecuencia.

Una buena instalación de alumbrado para áreas laborales debe proveer condiciones confortables para trabajar y acentuar las cualidades funcionales y decorativas del espacio. Debemos tener en cuenta que la iluminación no está solo para estimular la eficiencia visual del trabajador sino que determina la atmósfera mental.

Para oficinas y fábricas el alumbrado deberá ser principalmente funcional y flexible para permitir cambios de ordenación de mobiliario. En el hogar, tiendas y lugares que deban dar cierta imagen, el acento deberá recaer mas sobre los elementos decorativos.

Ahora con respecto a la colocación y disposición de las luminarias, existen tres leyes (leyes de la "Gestáltica") que han surgido de continuos estudios del comportamiento y la psicología del ser humano. Estas leyes han comprobado que el hombre percibe su mundo como un conjunto ordenado donde los elementos están tan integrados entre si que no se permite la descomposición sin que se pierdan aspectos inherentes al propio conjunto. "Gestalt" en alemán significa: con forma regular.

1.-LEY DE LA CONTIGUIDAD. Establece que los objetos situados cerca unos de otros, son percibidos como uno solo por lo que las luminarias se deben agrupar para que formen una sola unidad y se simplifique visualmente su disposición.

2.-LEY DE LA SIMILARIDAD. Establece que las formas y colocaciones similares son interpretadas como grupos, y cuanto mas distintas son las formas tanto mas ambiguo es el agrupamiento, por lo que a fin de evitar la confusión en la apariencia de las disposiciones de las luminarias, debe mantenerse el minimo de formas distintas.

3.-LEY DE LA CONTINUIDAD. Establece que las figuras incompletas, se continúan y completan en la mente del observador (fig 3.25). Este efecto también se realiza cuando las figuras se aprecian en perspectiva. P.e. en un cuarto muy largo, las hileras de luminarias para lámparas fluorescentes crearán la impresión de filas paralelas de luminarias, por lo que en estas habitaciones largas pueden disponerse formando cuadrados.



Fig. 3.25. Ley de la Gestáltica de la continuidad. Las figuras incompletas se completan en la mente.

Ley de "Gestáltica" de la continuidad. Disponer las lámparas de las áreas por la perspectiva.



III. 2.5 RECOMENDACIONES Y EFECTOS DE ILUMINACION

Aunque los cálculos de iluminación se hagan correctamente existen algunos aspectos que los ingenieros deben tener en cuenta pues el éxito de su proyecto depende de muchos factores además del nivel de iluminación.

En esta sección se expondrán algunos consejos recopilados durante la experiencia en este trabajo, y de consulta de libros y de ingenieros especialistas en iluminación.

RESPECTO AL NIVEL DE ILUMINACION

Para lugares donde se manejen objetos pequeños (que en general son nuestros medios de trabajo), a mayor nivel de iluminación, mejor se verán éstos pues aparecerán mas grandes, y ya que hablamos de iluminación, las tablas con valores recomendados en luxes (Apéndice A) para distintos locales, están planeadas para condiciones de trabajo normales ya que si estas fueran mas difíciles o mas minuciosas, deben aumentarse los valores.

Por otro lado, el ojo pierde sensibilidad con la edad y este detalle debe ser tomado en cuenta por el ingeniero, ya en que muchas instalaciones de iluminación por economía se planean para proporcionar la cantidad minima de luz requerida y es por ello que muchas personas mayores tienen problemas con su vista cuando realizan tareas que requieren gran esfuerzo visual.

RESPECTO A LOS COLORES

Es importante notar que los colores aparecen diferentes de noche que de día, por lo que para actividades nocturnas tanto el lugar, la decoración, así como el vestuario, deben escogerse bajo la luz artificial que iluminará durante la noche.

Por otro lado en aplicaciones donde los objetos deban verse con su color real, las lámparas utilizadas deben tener un rendimiento de color mínimo del orden de noventa.

RESPECTO A LA TEMPERATURA DE COLOR DE LAS LAMPARAS

Antes de elegir una lámpara, debemos preguntarnos además del ambiente que queremos crear en el lugar, también si estas fuentes se van a complementar con la luz del sol, ya que si elegimos una lámpara incandescente, veremos que la impresión del color de esta no armoniza con la luz del sol y podemos tener una desagradable sensación de luz. En base a tres grados de temperatura de color podemos hacer nuestras estimaciones:

- 3000° K. Color cálido que no se parece a la luz del sol. Esta apariencia de color se recomienda donde se desee un ambiente cálido (en climas fríos).

-4500° K. Color blanco frío que armoniza bien con la luz solar. Se recomienda en instalaciones donde se quiera combinar la luz natural con la artificial y donde también se desee un ambiente fresco.

-6500° K. Color frío mas azulado, que se recomienda en lugares donde se desee crear una impresión fría.

RESPECTO AL BRILLO Y DESLUMBRAMIENTO

Algunos luminarios empotrados que utilizan lámparas con brillo normal y que se instalan al ras con techo, producen fuerte contraste de brillo entre el techo y el luminario.

Esto puede reducirse teniendo el mobiliario y el suelo en colores claros para lograr una buena reflexión de luz hacia el techo. Para esto también existen algunos difusores de vidrio o plástico que sobresalen del techo de manera que permiten el paso de la luz através de los bordes hacia el techo y mediante este derrame de luz se suaviza el contraste entre el techo y el luminario encendido.

Por otro lado, el uso de una lámpara p. e. incandescente sin pantalla sobre una mesa de una casa, es inaceptable ya que desnuda es muy brillante y produce deslumbramiento. Y aun cuando esta lámpara se dispusiera con una pantalla, si el resto de la habitación está en penumbra, existirá un gran contraste de luminosidad entre la mesa y su entorno que ocasionará que los ojos se adapten a la oscuridad y viceversa lo que producirá cansancio y hasta dolor de cabeza. Esto se evitaría con un alumbrado adicional en la habitación.

También, si un lugar cuenta con ventana amplia podría pensarse que quizá solamente la luz natural sería suficiente para trabajar durante el día pero para las personas que estuvieran a cierta distancia de la ventana, el hecho de que las figuras (oscuras) cercanas a la ventana se vieran como siluetas contra estas ventanas podría dar lugar a la aparición de un efecto de jaula.

RESPECTO A LA ALTURA DE MONTAJE

Este aspecto debe ser un punto de equilibrio entre la opinión personal, la apariencia del local y las consideraciones de mantenimiento. La tabla (fig 3.26) nos da una recomendación sobre alturas de montaje para iluminación directa.

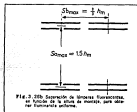
Altura del techo en metros	Altura de montaje desde el suelo hasta la cara inferior del lumina- rio en metros.
4.08	4.87
4.57	3.65
3.95	3.04
2.74	2.59
2.42	Instállese sobre el techo
2.13	Utilizar luminarios empotrados

Fig. 3.26 Alturas de montaje sugeridas para cualquier tipo de luminario exceptuando los de iluminación indirecta.

RESPECTO A LA DISTRIBUCION DE LOS LUMINARIOS

Para crear una sensación visual agradable, se recomienda que las luminarias se distribuyan simétricamente de acuerdo

a las características del local, o sea que la distancia entre ellas a lo largo del local puede ser igual que a lo ancho (para lámparas simétricas). En el caso de lámparas fluorescentes tubulares es recomendable utilizar como distancias de separación máximas a las recomendadas por el manual de Philips de iluminación para alumbrado industrial (fig 3.26b), teniendo la seguridad de que estas distancias proporcionarán buena iluminación debido a que en una industria la carencia de un buen alumbrado puede provocar un accidente. Ya que el espaciamiento entre luminarios se haya determinado, se recomienda que su distribución en el plano de tal forma que la distancia entre la pared y la primera hilera sea igual a la mitad del espacio entre las luminarias.



RESPECTO AL MODELADO

La orientación de luz y las sombras producidas influyen en la forma en que percibimos el mundo tridimensional que nos rodea.

El modelado es un factor de calidad en iluminación que se consigue utilizando conjuntamente luz difusa y direccional las cuales ya se mencionaron en capítulo III.2.2.e.

Mediante luz direccional podemos producir sombras, contornos y texturas, es decir seremos capaces de modelar nuestros artículos para que muestren sus formas y materiales en el caso de una aplicación comercial, pero este principio también se utiliza en el teatro o aplicaciones artísticas, donde la luz puede crear efectos sobre los rostros del artista o modelo.

Podemos crear sombras e impresión tridimensional de un objeto o persona, si dirigimos hacia este un rayo de luz, con cierto ángulo con respecto al plano que divide en dos a la persona ya sea desde la izquierda o desde la derecha (Foto 2a y b).

Es probable que estas sombras creen un efecto muy brusco por lo que se recomienda apoyar estos rayos principales, con un rayo de relleno de menor intensidad, que suavizará el efecto del haz principal. Este rayo de relleno debe ser de menor intensidad que el haz principal, y debe dirigirse desde el costado opuesto de donde surge el rayo principal (Foto 2c).

Para lograr efectos modeladores, también puede utilizarse iluminación proveniente de otras direcciones. P.e. la iluminación a contra luz se utiliza para realizar contornos de artículos, (Foto 2d). Es importante que las lámparas no puedan ser vistas por las personas para evitarles el deslumbramiento.

Se pueden lograr efectos muy dramáticos iluminando desde abajo los rostros como en los teatros y museos (Foto 2e).

Por el contrario en el caso de la iluminación difusa las sombras son muy suaves y el efecto es plano y sin profundidades resultando difícil identificar objetos y juzgar distancias (Foto 2f).

En museos o en escaparates, se puede jugar con el modelado mediante luz y sombras, pudiendo exhibirse con gran creatividad los objetos.

Un aspecto muy bonito del alumbrado es la iluminación o baño de las fachadas de los edificios y construcciones. Al respecto podemos recomendar no proyectar la luz de frente en dirección perpendicular al lugar en cuestión pues este aparecerá plano, sino que debe lanzarse con cierto ángulo desde algún costado para realzar los contornos y texturas de los materiales. También se debe prever donde se van a alojar los luminarios, ya que deben esconderse de la vista de los peatones en primera para evitarles un deslumbramiento y en segunda para impedir actos vandálicos en contra de ellos.

RESPECTO A LOS VALORES DE LA REFLECTANCIA PARA CALCULOS RAPIDOS DE ILUMINACION PARA OFICINAS

La CIE recomienda utilizar reflectancias para las zonas de trabajo como 0.1 cuando esta zona se refiere al suelo o a los muebles, pero cuando las superficies son los escritorios se puede elegir una reflectancia de 0.3 .

Ya que el diseñador se enfrenta en ocasiones al hecho de no conocer las reflectancias de la habitación en el momento de realizar el diseño de iluminación, se recomienda utilizar para oficinas los valores de 0.7/0.5/0.3 para techos, paredes y zonas de trabajo respectivamente, y para otros sitios 0.7/0.5/0.1 .

RESPECTO A ALGUNAS APLICACIONES

-EN HOTELES. Ya que los hoteles cuentan con largos pasillos en los pisos donde están las habitaciones que siempre están encendidos, se recomienda el uso de lámparas fluorescentes compactas tipo SL y PL, debido a su menor costo de operación sobre las incandescentes. La iluminancia media durante el día puede ser de 150 luxes mientras que durante la noche bastará con la mitad de este valor.

-EN MUSEOS Y GALERIAS DE ARTE. En estos sitios, la iluminación debe dar el correcto rendimiento de color de los distintos cuadros o esculturas exhibidos, además de poner en relieve la intención del artista. También deben tomarse precauciones contra el daño y la posible decoloración

resultante de la exposición de estos objetos a la luz durante mucho tiempo. Deben utilizarse fuentes con poca o nula emisión de radiación ultravioleta, como las lámparas dicróicas cubiertas, para evitar dañar los objetos exhibidos en estos lugares como pinturas, oleos, madera y telas.

-EN ESCAPARATES. En los escaparates que dan directo a la calle, la luminancia de las superficies internas de la zona de exposición debe ser suficientemente alta como para impedir que la luz de día produzca reflexión molesta sobre el cristal, (cuantas veces no hemos visto que los escaparates parecan mas bien espejos donde nos podemos ver y arreglar el cabello, que exhibidores de articulos); en algunas ocasiones se ha resuelto este problema inclinando los cristales del escaparate ligeramente y en otras, curvándelos para que la luz solar que incida sobre ellos se refleje hacia el pavimento.

Por otro lado en escaparates para joyerías, donde el objetivo radica en resaltar el centelleo natural de los articulos, se pueden utilizar lámparas halógenas, las cuales proporcionan una luz muy blanca de alta calidad.

Y ya que hablamos de escaparates podemos recomendar montar las lámparas sobre rieles electricados, ya que esto permite una gran flexibilidad en estos escaparates donde continuamente existen cambios.

RESPECTO AL IMPACTO DE LA LUZ SOBRE UN LUGAR

La iluminación puede acentuar o arruinar el diseño de un interior.

Una superficie de alta luminancia parecerá mas lejana que una de baja luminancia.

Una pared bien iluminada ampliará el lugar que encierra, mientras que la misma cantidad de luz con que iluminamos la pared, concentrada en un candelabro en el centro de este lugar por ejemplo, lo hará verse mas pequeño. Por lo tanto una pared con bajo nivel de iluminación u oscura contrae el espacio mientras que una muy iluminada lo amplía. (fig 3.27a).

Por otro lado, un techo oscuro bajará visualmente la altura a la que se encuentra (fig 3.27b), mientras que una iluminación perimetral hará subir la altura de una pared (fig 3.27c).

Un haz de luz procedente de una luminaria que se intercepta por una superficie, puede dar lugar a figuras muy pronunciadas (a veces sinétricas). Es importante que estas figuras armonicen para lograr una buena percepción global (fig 3.27d).

OTRAS

En el capítulo del ojo humano y la visión se habló de que el proceso de adaptación a mayores intensidades de luz se lleva a cabo en cuestión de segundos mientras que a la oscuridad pueda demorarse hasta varios minutos. Estos son hechos que los ingenieros deben considerar en la iluminación de cines, túneles o cualquier lugar donde la gente esté

expuesta a cambios bruscos de iluminación.

Los diseñadores de iluminación deben estar conscientes de que la luz no se manifiesta en su paso por el aire sino que necesita de objetos para ser interceptada por lo que el diseñador de un lobby de hotel o de un lugar con una luz tenue, podría incluir objetos que reflejen la luz como murales, muebles plantas, tapetes, etc; y no elegir colores oscuros en paredes y pisos a la vez sino que podría elegir en dado caso una alfombra oscura, pero adornada con muebles, macetas, peceras, etc; y poner las paredes blancas o claras para que la luz se refleje y el lugar no parezca tan oscuro.

Recomendamos consultar las características fotométricas de las combinaciones de lámparas y luminarias que se desean utilizar en alguna aplicación antes de realizar el proyecto a fin de comprobar que estas fuentes entregarán el resultado deseado.

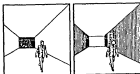


Fig. 3.27a. Efectos de luminancia. Las paredes claras "amplian" el espacio, mientras que las oscuras lo "contraen".



Fig. 3.27b. De techo oscuro "baja" visualmente el espacio.



Fig. 3.27c. El alumbrado perimetral hará que la pared "crezca" en altura.

Fig. 3.27d. Figuras de intersección desagradables sobre una pared; se evitan colocando el mismo número de luminarias a ambos lados de la línea central.



III.3 METODOS DE CÁLCULO DE ILUMINACION

III.3.1 METODO DE LOS LUMENES

El método de los lúmenes se utiliza cuando se requiere una iluminación uniforme en un área determinada o cuando se quiere saber el número de lámparas y luminarios para un nivel de iluminación específico, pero cuando no es conveniente esta uniformidad, se puede utilizar el método del punto por punto que después se describirá.

El método de los lúmenes utiliza la siguiente fórmula con la cual la única complicación es hallar los valores y sustituirlos:

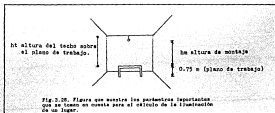
$$\text{lux} = \frac{\text{No. de luminarios} \times \text{lámparas por luminario} \times \text{lúmenes por lámpara} \times \text{C.U.} \times \text{f.a.}}{\text{largo} \times \text{ancho}}$$

COEFICIENTE DE UTILIZACION (C.U.)

En un local, algunos de los lúmenes emitidos por lámpara serán absorbidos por los materiales de la lámpara y el luminario y otros por el techo y paredes. El coeficiente de utilización toma en consideración todas estas pérdidas.

El valor numérico del c.u. depende de las dimensiones del local, características del luminario y reflexión de techo y paredes.

Las dimensiones del local se toman en cuenta para obtener la Relación del Local (R.L.), (fig 3.28).



Para iluminación directa tenemos:

$$Rl = \frac{\text{ancho} \times \text{longitud}}{hm \times (\text{ancho} + \text{longitud})}$$

Para iluminación indirecta tenemos:

$$Rl = \frac{2}{2} \times \frac{\text{ancho} \times \text{longitud}}{ht \times (\text{ancho} + \text{longitud})}$$

donde h_m = altura de montaje sobre el plano de trabajo.
 (el plano de trabajo generalmente se considera a 75 cm del y escritorios piso ya que esta es la altura aproximada de mesas de trabajo)

R_l = Relación del local.

h_t = altura del techo sobre el plano de trabajo.

La relación del local se utiliza ya que no recibirá la misma iluminación una habitación de 3 m de altura que otra de 6 m aunque utilicen las mismas lámparas y el mismo espaciamiento entre ellas. P.e. en la habitación de 6 m la mayor extensión de las paredes absorberá en mayor proporción a la luz.

Ya que debemos saber si una luminaria es de iluminación directa o indirecta, el manual de iluminación de la IES nos facilita la siguiente tabla :

Luz hacia arriba	Luz hacia abajo	Clasificación	Para la R_l condidérese
0 a 10%	90 a 100%	directa	directa
10 a 40%	60 a 90%	semi-directa	directa
40 a 60%	40 a 60%	general difusa	directa
60 a 90%	10 a 40%	semi-indirecta	indirecta
90 a 100%	0 a 10%	indirecta	indirecta

Existen ocasiones en donde no se conocen las dimensiones del local sino el índice del local; para esto la relación del local puede ser determinada usando los siguientes valores:

Índice del local	Relación del local
A	5.00
B	4.00
C	3.00
D	2.50
E	2.00
F	1.50
G	1.25
H	1.00
I	0.80
J	0.60

La **reflectancia** es la relación del flujo luminoso reflejado por la superficie de la habitación y el flujo incidente sobre esta superficie. En una habitación se consideran tres tipos de reflectancias: reflectancia en techos, paredes y zona de trabajo.

La reflexión de techos y paredes debe estimarse dependiendo de los colores o bien puede medirse. Lo más práctico es referirse a una tabla de colores recomendada por la CIE, donde viene una gran gama de colores de todas las tonalidades y donde cada uno corresponde a un índice de reflectancia, (Foto 27). Si se quiere hacer un cálculo rápido y no se dispone de la tabla anterior, se pueden utilizar con bastante aproximación los siguientes valores:

<u>COLOR</u>	<u>INDICE DE REFLECTANCIA</u>
blanco y colores muy claros	0.7
colores intermedios	0.5
colores oscuros	0.3
colores muy oscuros	0.1

P.e. si se elige un índice de reflectancia de 751, implica: 0.7 de reflectancia en el techo, 0.5 de reflectancia en paredes y 0.1 de reflectancia en la zona de trabajo.

Para obtener el coeficiente de utilización, se hace uso de las tablas de datos fotométricos del tipo de luminario elegido en donde para un índice de reflexión del techo, paredes, así como del suelo o zona de trabajo estimados, en combinación con el valor de la relación del local, corresponderán a un valor de coeficiente de utilización.

P.e para el luminario tipo TBS 300/236 con difusor prismático con lámparas fluorescentes de 34w (pag 139), si tenemos una relación del local de 0.9 y las reflectancias de techo, paredes y plano de trabajo respectivamente son: 0.7, 0.5 y 0.3, en la tabla se busca.

- para el plano de trabajo no existe un índice de relación de local de 0.9 pero se interpola entre 0.8 y 1.0 para una reflectancia de 0.311 que es el valor cercano a 0.3 obteniendo un cu(plano de trabajo) = 0.365

- de manera similar para obtener el cu del techo para una relación del local de 0.9 y una reflectancia de 0.711 tenemos un cu(techo) = 0.025

- y cu(pared) = .155 para índice de local de 0.9 y una reflectancia de 0.511.

El cu (total) será igual a la suma de los anteriores es decir cu(plano de trabajo) + cu(techo) + cu(paredes) = 0.55

La experiencia demuestra que las lámparas de un determinado tipo siempre tendrán un valor de coeficiente de utilización que podrá usarse con bastante aproximación para cualquier combinación de estas lámparas con distintos luminarios, y la variación de este valor será del orden de centésimas. Esta estimación se hace cuando se carece de datos fotométricos de la combinación de lámpara y luminario.

La siguiente tabla se puede utilizar con bastante aproximación:

<u>TIPO DE LAMPARA</u>	<u>C. U. APROXIMADO</u>
Incandescente normal	0.25
Halógena	0.7
Fluorescente tipo PL	0.4
Sodio alta presión	0.6
Vapor de mercurio alta presión	0.6
Aditivos metálicos	0.6

(Datos obtenidos de los catálogos de curvas fotométricas de luminarios para alumbrado exterior e interior de Philips, ver bibliografía).

FACTOR DE MANTENIMIENTO (F.M.)

A medida que las lámparas se usan, su respuesta luminica disminuye. También existe una pérdida de luz por el polvo que se acumula en las lámparas.

El factor de mantenimiento se define como la relación de la iluminancia recomendada después de cierto periodo de uso (que depende de la frecuencia de limpieza) a la iluminancia obtenida bajo las mismas condiciones para una instalación nueva. Este factor toma en cuenta por tanto la depreciación causada por el polvo y suciedad del ambiente.

Para establecer el factor de mantenimiento es preciso hacer dos preguntas:

- Con qué rapidez se ensuciará el luminario?
- Con qué frecuencia es posible limpiarlo?

En la práctica las condiciones ambientales se clasifican como:

- a) buena- El sitio de instalación es limpio y las lámparas se limpian frecuentemente.
- b) mediana- Entre buena y mala.
- c) mala- El sitio es sucio y las lámparas se limpian con poca frecuencia.

La (fig 3.29) muestra una tabla donde se sugiere el factor de mantenimiento dependiendo del tipo de instalación.

Esta tabla se recomienda utilizar solo si no existe información detallada sobre la depreciación de la lámpara y el luminario (manual de iluminación de Philips, ver bibliografía).

Clasificación del local	Factor de mantenimiento para el flujo de la lámpara	Factor de mantenimiento para la suciedad de luminarias y superficies del local	Factor de mantenimiento total
limpio	0.9	0.9	0.8
mediano	0.9	0.8	0.7
sucio	0.9	0.7	0.6

Fig. 3.29

En caso de existir la información adecuada se debe aplicar la siguiente fórmula para el cálculo de este factor:

$$F.M. = FMLL \times FVL \times FML \times FMSL$$

donde : FMLL = Factor de mantenimiento de la lámpara en lúmenes.

FVL = Factor de vida de la lámpara.

FML = Factor de mantenimiento del luminario.

FMSL = Factor de mantenimiento de la superficie del local.

Por otro lado la cantidad de lúmenes también se puede obtener de tablas (Apéndice A) dependiendo del lugar que se quiere iluminar.

Una vez que el número de luminarios se ha determinado, se debe considerar su distribución en el área.

En algunas tablas de datos fotométricos de los luminarios también se da un factor de espaciamiento el cual se multiplica por la altura de montaje y así se obtiene la

máxima distancia que puede haber entre luminarios.

III.3.2 METODO DEL PUNTO POR PUNTO

Se utiliza cuando no se requiere una iluminación uniforme sobre el plano de trabajo. También se utiliza este método para iluminación exterior donde no hay ni paredes ni techos que puedan causar reflejos internos.

La iluminancia directa obtenida en un punto P sobre un plano horizontal se calcula con la siguiente fórmula:

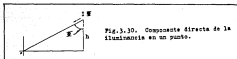
$$E_h = \frac{I \cos^3 \alpha}{h^2}, \quad (\text{fig 3.30})$$

y la vertical se calcula así:

$$E_v = \frac{I \cos^2 \alpha \sin \alpha}{h^2}$$

donde: I es la intensidad luminosa en un ángulo α ; (esta intensidad para un ángulo dado se puede obtener a partir de las curvas fotométricas de la luminaria).

h es la altura de montaje de la fuente de luz.



Los cálculos anteriores deben hacerse para obtener la iluminación total producida por cada luminaria sobre el punto en cuestión de la siguiente manera:

$$E_h(\text{tot}) = E_{h1} + E_{h2} + E_{h3} + \dots$$

$$E_v(\text{tot}) = E_{v1} + E_{v2} + E_{v3} + \dots$$

CALCULO DE LUMINANCIA

Para una pared, techo o superficie de trabajo se puede determinar la luminancia primeramente calculando la iluminancia promedio E mediante el método de los lúmenes y luego aplicando la fórmula siguiente:

$$L = \frac{E \rho}{\pi}$$

donde ρ es la reflectancia de la superficie en cuestión.

IV DISEÑO DE LA SALA DE EXHIBICIÓN DE ILUMINACIÓN

IV.1 QUE SE REQUIERE EXHIBIR EN LA SALA DE EXHIBICIÓN PARA ILUMINACIÓN

En esta sección se seleccionará lo que se requiera exhibir en una sala de exhibición para iluminación, de acuerdo a las necesidades que se tengan al respecto.

Al principio del trabajo se mencionó que es muy difícil que la gente se imagine los efectos que se crean con luz y color, ya que necesita verlo para convencerse. Debido a esto se requiere la reproducción de varios ambientes los cuales se mostrarán bajo los efectos de distintos tipos de lámparas y luminarios que los harán verse diferentes. Se ejemplificará también la manera de sacar provecho a los espacios en cuestión mediante la ambientación e iluminación adecuados para facilitar el desarrollo de la actividad que se lleve a cabo en estos.

1. OFICINA. Se elige una oficina debido a que en este lugar se realizan tareas que requieren la continua y fija atención de nuestros ojos hacia distintos objetos como escritos, libros, pantallas de computadora, máquinas de escribir, etc, por lo que la iluminación debe atender a todas estas necesidades luminosas además del aspecto decorativo, mientras que en otros lugares, como p. e. una habitación de descanso no se llevan a cabo tareas visuales fuertes y solo se desea la decoración y realce de los objetos existentes en ella.

Además una oficina así como una fábrica o un centro donde la gente labore, debe iluminarse cuidadosamente para que los empleados se sientan tanto psicológica como físicamente estimulados y puedan además trabajar con mayor eficiencia y sin riesgos.

2. ESCAFARATE DE MODAS. Se ha elegido un escaparate de modas, ya que mediante objetos como ropa, accesorios y maniqués se mostrará el efecto modelador que puede resaltarlos para que se vean mas atractivos para el comprador. Además se muestran efectos de luz y sombras que se utilizan en museos y teatros para darle a la estatua o al actor respectivamente cierta dramatización.

En la práctica podemos encontrar dos tipos de tiendas:

- a) Tiendas de autoservicio donde el consumidor puede pertenecer a cualquier clase socioeconómica, los productos se exhiben en forma masiva y los precios son bajos, y
- b) Tiendas de atención personal donde los artículos en venta se dirigen a un grupo especial de consumidores, se ofrecen productos de calidad, y los precios son elevados.

Por lo tanto se van a reproducir dos tipos de tiendas.

3. TIENDA DE AUTOSERVICIO. El concepto que siempre se ha tenido de un supermercado es un lugar donde la gente entra, compra y se va por lo que la iluminación contribuye a dar un ambiente impersonal que propicie esta situación. Pero hoy en día con la alta competencia que existe entre cadenas de supermercados, con ayuda de la iluminación podría mejorarse el ambiente de la tienda y enfatizar algunos productos como las carnes para que se vean de una manera antojable con un color mas rojo, y las frutas para resaltar su brillo y colorido.

4. TIENDA DE ROPA DEPORTIVA. En esta y en todos los locales destinados a la exposición de objetos la meta principal de la iluminación es presentar a estos de manera atractiva para que estos se conviertan en un ímán para los ojos de las personas.

5. ESCAPARATES DE ARTICULOS DELICADOS. Y ya que hablamos de escaparates, debemos mostrar el concepto moderno de iluminación de un escaparate de pequeñas dimensiones con artículos finos delicados como p.e. accesorios de piel y joyas mediante el uso de lámparas especiales para este fin.

El objeto de este panel de demostración es ejemplificar la iluminación para cualquier aplicación donde los escaparates sean de pequeñas dimensiones y los artículos sean finos y delicados como madera, pinturas, piel, telas, etc, y se puedan dañar por el calor y la radiación ultravioleta debido a la exposición de luz por mucho tiempo.

6. HABITACIONES Y SALAS DE ESTAR. Ya hemos sugerido la reproducción de un ambiente donde además de la ambientación se desea un nivel de iluminación adecuado como p.e. en una oficina, y ahora toca el turno para un lugar donde lo que importe sea el confort y decoración como p.e. una recámara o una sala de una casa.

7. PANEL DE RENDIMIENTO DE COLOR. Es importante mostrar a la vez varios objetos multicolores iluminados por distintas clases de lámparas para que las personas puedan comparar de manera directa las características espectrales de cada lámpara y así seleccionar la fuente idónea para cada necesidad en cuanto a rendimiento de color se refiere.

8. TEMPERATURA DE COLOR, RENDIMIENTO DE COLOR Y ALCANCE DE LA LUZ. Existe la necesidad de mostrar sobre un área distintas clases iluminación: La de tipo general mediante el uso de varias combinaciones de lámparas y luminarios, (para que los visitantes vean como es la apariencia de color de las distintas fuentes y como es también el color que imprimen sobre los objetos. Por otro lado también se requiere exhibir la iluminación dirigida para realce y enfatizamiento de objetos y paredes mediante otras combinaciones de lámparas y luminarias mostrando los distintos tonos y aberturas de rayos de luz que se pueden lograr.

9. **FUNCIONAMIENTO DE LAS LAMPARAS.** Seria muy conveniente exponer mediante paneles fijos las características de funcionamiento en general de las lámparas incandescentes y de descarga, para que los visitantes puedan saber a que se deben las virtudes de cada una.

10. **FENOMENOS VISUALES.** Por último puede ser interesante para los visitantes ver algunos fenómenos visuales que de alguna forma hayan experimentado, y no supieron a que se debían como son el fenómeno aditivo de la luz, mezcla de luces de colores, contraste visual, adaptación cromática y la relación entre el nivel de iluminación y la rapidez de percepción visual.

IV.2 DISTRIBUCION DE LAS AREAS (PLANO GENERAL).

Para el cuarto de exhibiciones se dispone de un área de 10m X 12 m y 3m de altura.

La figura 4 muestra esta área así como la distribución de las aplicaciones propuestas sobre la misma.

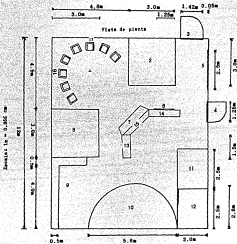


Fig. 4 Plano de distribución general de las aplicaciones

- [1] Sala de recepción
- [2] Cubo de luces
- [3] Entrada y salida visitantes
- [4] Entrada personal exhibitor
- [5] Panel informativo luminoso del funcionamiento de lámparas
- [6] Panel informativo luminoso del ojo y la visión
- [7] Área con pastilla para estereoscopia, TV y objetos para demostración de fenómenos visuales y luminosos
- [8] Demostración de iluminación de oficinas
- [9] Demostración de iluminación para supermercados
- [10] Demostración de iluminación para accesorios de mesa
- [11] Demostración para una tienda de ropa deportiva
- [12] Cuarto con folletos y material didáctico
- [13] Demostración de iluminación de un pequeño escaparate
- [14] Panel de rendimiento de color
- [15] Panel de iluminación a escala de habitaciones
- [16] Panel de temperatura de color
- [17] Fotografía con aplicaciones de iluminación

IV.3 DESCRIPCION DE LOS FENOMENOS LUMINOSOS Y VISUALES REPRESENTADOS EN LA SALA DE EXHIBICION

1.- RAPIDES DE PERCEPCION VISUAL VS. NIVEL DE ILUMINACION

Para la demostración de este fenómeno nos valdremos de un cono giratorio que tiene a su alrededor hileras con letras de distintos tamaños el cual irá variando su velocidad de giro desde el reposo; al mismo tiempo se ira incrementando el nivel de iluminación con el que se alumbrá. Es notorio que cuanto mayor sea la velocidad de giro, se requerirá de mayor nivel de iluminación que permita la percepción de las letras.

Cuando existe una velocidad en la información visual o cuando los objetos a observar son pequeños, se requerirá de un nivel de iluminación mayor para lograr una buena percepción visual.

Para el primer caso, por ejemplo, cuanto mayor sea el nivel de iluminación con que cuenta un automovilista conduciendo durante la noche, podrá reaccionar mas rápidamente ante una situación peligrosa, por lo que para vías rápidas la iluminación tanto pública como la propia de los coches debe ser mayor que para vías menos rápidas.

El juego de tenis es otro ejemplo donde existe la necesidad de mayor iluminación por el predominio de velocidad del objeto a observar, además de que éste es de pequeñas dimensiones.

2.- CONTRASTE

El fenómeno de contraste se demostrará haciendo uso de dos rectángulos de 1 X 0.75 m de dimensiones de color blanco y negro. Sobre cada rectángulo se colocará un semicírculo gris (Foto 28). Al comparar los dos rectángulos se verá mas oscuro el semicírculo del rectángulo blanco ya que este refleja mas luz hacia los ojos que el negro y nuestra pupila se cierra mas por esta mayor cantidad de luz al mismo tiempo que el ojo reduce su sensibilidad. En el rectángulo negro, el semicírculo se notará mas brillante ya que el negro refleja menos luz hacia los ojos, lo que permite tener las pupilas mas abiertas y por tanto mas sensibles. Podemos decir que estos efectos de contraste se deben a la inhabilidad del ojo a adaptarse a fuertes diferencias de luminancias; en el caso de un objeto oscuro sobre un fondo brillante, la luminancia de adaptación del ojo es muy alta como para percibir diferencias en las luminancias de la superficie del objeto que serian claramente visibles sobre un fondo oscuro. En el capitulo III.2.5 se recomendó que las diferencias de luminancia entre un objeto y sus alrededores no deben exceder de tres veces. En el caso del rectángulo blanco, las diferencias de luminancias con el semicírculo gris es mayor que la existente entre este y el rectángulo negro.

3.- ADAPTACION CROMATICA

Este fenómeno visual se demostrará mediante rectángulos de colores y luces de colores. Cuando en nuestro campo visual existe predominio de un color, la sensibilidad a ese color

decrece de la del resto de los colores. Si iluminamos los alrededores de un rectángulo blanco con luz roja, el ojo se torna menos sensible al color rojo y el rectángulo se verá verdoso, es decir se percibirá del color complementario al dominante. Este efecto se debe a las diferencias del nivel de adaptación que pueden existir entre conos de distintas sensibilidades, es decir entre conos para el color rojo, verde y azul (ver capítulo II).

4.- MEZCLA DE LUCES DE COLORES (FENOMENO ADITIVO DE LA LUZ).

Si se mezclan los colores primarios: rojo, verde y azul sobre una pantalla se formará sobre esta la luz blanca.

La formación de los colores secundarios se obtiene mediante la mezcla de haces de luz de la siguiente manera:

amarillo = verde + rojo

cyan = verde + azul

morado = rojo + azul

5.-RENDIMIENTO DE COLOR VS. EFICACIA LUMINOSA.

Sabemos que existe una relación inversamente proporcional entre el rendimiento de color de una lámpara y su eficacia luminosa. P. e. la lámpara de sodio baja presión, que cuenta con un muy bajo índice de rendimiento de color, tiene una eficacia muy elevada debido a que su luz es de tipo monocromático, es decir, que emite radiación de un solo tipo de longitud de onda (la amarilla), donde se encuentra la máxima sensibilidad del ojo (capítulo II, Foto 1). Por otro lado una lámpara incandescente cuenta con excelente índice de rendimiento de color -comparable a la luz solar-, pero tiene una eficacia muy baja.

Si se iluminan flores con estas dos fuentes luminosas se obtienen los siguientes resultados:

-Mediante la lámpara incandescente, se perciben los colores del florero, y aun si colocáramos un filtro p.e. para el color amarillo delante de la lámpara, los flores amarillas lo seguirán siendo ya que la lámpara emite radiación roja y verde que en combinación forman al amarillo.

-Al iluminar el florero con luz de la lámpara de sodio baja presión -la cual emite radiación de tipo monocromática-, el florero aparecerá con tonos de amarillo, ya que los objetos solo pueden reflejar la radiación que reciben (capítulo III.2.3). En la Foto 25 se muestra el efecto descrito.

6.-EFECTO DE LOS POLVOS FOSFORESCENTES SOBRE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES

Se muestra que la luz emitida por una lámpara fluorescente se debe a los recubrimientos fosforescentes sobre el tubo de descarga mediante una lámpara de este tipo cubierta a la mitad con polvos fosforescentes.

Podremos observar que la parte del tubo que carece de cubierta (Foto 26), emite una cantidad de luz azulosa casi imperceptible, mientras que la otra mitad emite gran cantidad de luz. Esto se debe a que la radiación ultravioleta emitida por la descarga del mercurio al chocar con los recubrimientos

de fósforo, cambian la longitud de onda de esta radiación a la parte visible del espectro (capítulo III.1.2.d).

IV.4 CALCULO DE LAMPARAS EN LA SALA DE RECEPCION, FASILLOS Y PANELES

IV.4.1 SALA DE RECEPCION

En esta sala de recepción se llevarán a cabo las demostraciones de algunos fenómenos visuales y luminosos, y también se harán las explicaciones de las aplicaciones como la oficina y el cubo de luces que están contiguos a la sala, así como también podrán proyectarse audiovisuales por televisión y transparencias sobre una pantalla que se encuentra de frente a esta área, (fig. 4, 4.1 y 4.2).

Al final del recorrido podrá realizarse una mesa redonda con los visitantes para exponer dudas y comentarios.

Se propone un nivel de iluminación de tipo general de aproximadamente 300 luxes (nivel recomendado por la IES -ver Apéndice A-para un auditorio para exhibiciones donde no se realizan tareas visuales fuertes, pag.132).

Mediante lámparas fluorescentes compactas tipo PL13 (fig 3.11) de 13 w con luminario de empotrar para PL13 (fig 4.3).

DATOS:

-largo=l= 4.8m

-ancho=a=4.5m

-alto=h= 3.0m

-área= l X a= 21.6 m²

-factor de mantenimiento=fm=0.7 si se consideran condiciones de limpieza medias (fig 3.29).

-coeficiente de utilización=cu=0.4 . El coeficiente de utilización para lámparas tipo PL es siempre aproximadamente igual a 0.4, (capítulo III.3.1).

-FLUJO LUMINOSO = 900 lúmenes (Apéndice C, pag. 135).

Mediante el método de los lúmenes (capítulo III.3.1):

$$n = \frac{(300 \text{ lux})(21.6 \text{ m}^2)}{(0.7)(0.4)(900 \text{ lum})} = 25.7$$

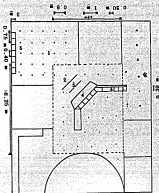
$$(0.7)(0.4)(900 \text{ lum})$$

Y ya que cada luminaria alberga una sola lámpara se utilizarán 25 luminarios. (En la fig 4.1 notaremos que en el área (1) existen 25 puntos que representan las 25 lámparas).

- comprobando que con este sistema obtenemos el nivel propuesto de iluminancia:

$$E = \frac{25(0.7)(0.4)(900 \text{ lum})}{21.6 \text{ m}^2} = 300 \text{ lux}$$

JUSTIFICACION: Para iluminar un área en forma general, se puede hacer uso de las lámparas tipo PL- de 13w ya que estas lámparas tienen la misma apariencia de color que las incandescentes y buen rendimiento de color por lo que son ideales para sustituir a estas fuentes creando la misma atmósfera cálida confortable, pero sin la excesiva emisión de energía calorífica consumiendo menos potencia con el mismo flujo luminoso y con una vida mas larga.



* Escala 1:50

VISTA DE PLANTA

Fig.4.1. Distribución de las luminarias en la sala de recepción y en los pasillos.

- (1) Sala de Recepción
- (2) Suelo aluminizado
- (3) Luminaria de pared para iluminar la zona de demostración de fenómenos visuales.
- (4) Zona de pantalla de transparencias, TV y estante con objetos para la demostración anterior.
- (5) Panel de temperatura de color.
- (6) Panel de rendimiento de color.

Fig.4.2. Sala de recepción vista desde otro ángulo.

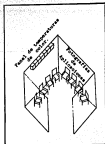




Fig. 4.3. Luminario tipo empotrar para lámpara fluorescente compacta PL-13 w.

IV.4.2 PASILLOS

Para la iluminación general de zonas peatonales y pasillos se considera como bueno un nivel de iluminación de: 150 lux según la CIE y 200 lux según IES (Apéndice A).

Se propone el uso de lámparas fluorescentes compactas tipo PL de 13 w con luminario de empotrar al igual que en la sala de recepción. Haciendo un cálculo rápido mediante el método de los lúmenes para determinar el número de lámparas que necesitaremos para obtener un nivel de iluminación que permita al visitante orientarse por el cuarto de exhibiciones tenemos:

DATOS

-Para facilitar los cálculos suponemos un área de 31.25 m² formada por la línea punteada de la fig 4.1 :

-largo -l = 6.25m

-ancho -a = 5m

-FLUJO LUMINOSO =900 lúmenes (pag. 135)

-cu= 0.4 (es un valor promedio para lámparas de este tipo, Capítulo III.3.1).

-fm= 0.7 (considerando condiciones de limpieza medias)

-Elegimos una iluminancia de 200 lux, ya que el techo de los pasillos es un poco alto (3 m).

$$n = \frac{(200 \text{ lux})(31.25 \text{ m}^2)}{(0.7)(0.4)(900 \text{ lúm})} = 24.8$$

En la (fig 4.1) se tienen 24 luminarios separados aproximadamente a 1m de distancia.

Esta distribución se debe a que se ha tratado de formar un camino sobre el techo que sirva como guía visual para el visitante. Ahora comprobemos que el sistema nos proporciona el nivel requerido de iluminación :

$$E = \frac{24(0.7)(0.4)(900 \text{ lúm})}{31.25 \text{ m}^2} = 193.5 \text{ lux}$$

que es un nivel intermedio entre lo que marca la CIE y la IES para iluminación de un pasillo.

Las nueve lámparas que vemos en el resto de los pasillos (en la figura se marcan *), también son de apoyo para crear un camino visual y también se encuentran separadas unas de otras al igual que las enmarcadas en el área propuesta aproximadamente a 1m de distancia y se representan mediante puntos.

IV.4.3 PANELES DEMOSTRATIVOS

IV 4.3.1 PANEL DE DEMOSTRACION DE FENOMENOS LUMINOSOS Y VISUALES

Como muestra el plano de la sala de exhibiciones, (fig 4 y 4.1) enfrente de la sala de recepción donde los visitantes se encuentran sentados, tendremos una pantalla para demostrar algunos fenómenos visuales creados con haces de luz, y que también servirá para pasar transparencias. Abajo de esta pantalla, estará un gabinete con objetos (un florero y un rombo) para demostración de otros fenómenos visuales y luminosos (capítulo IV.3). Para iluminación general de este gabinete, elegimos una lámpara fluorescente tubular de 75 w, de luz blanca ($T=4000^{\circ}K$) y de buen rendimiento de color $Ra=85$ con un luminario con reflector asimétrico (para bañar paredes) tipo GMX 202 (fig 4.4).



Fig. 4.4. Luminario con reflector asimétrico para bañar paredes tipo GMX 202.

El sistema anterior, permite iluminar perfectamente esta sección que se encuentra sobre una pared, y sin ver directamente la lámpara.

Paralelo a este luminario, existe un riel electrificado, para colocar las lámparas que nos servirán para la demostración de los fenómenos luminosos y visuales siguientes.

- Para el fenómeno de mezcla de luces necesitamos tres lámparas de color azul, verde y rojo. Seleccionando tres lámparas incandescentes reflectoras en colores azul, verde y rojo de 60 w.
- Para el fenómeno de rapidez de percepción visual utilizaremos una lámpara incandescente reflectora tipo R30 de 75w de haz concentrado, ya que con ella se iluminará un cono giratorio pequeño de 30cm de altura.
- Para la demostración de la emisión monocromática de la lámpara de sodio baja presión (capítulo III.1.2.d), utilizaremos una lámpara de este tipo, SOX-E de 18w.

IV.4.3.2 PANEL DE FUNCIONAMIENTO DE LAMPARAS

Mediante un panel luminoso de 1.2m X 2.5m dividido en dos secciones, mostraremos por escrito el principio de funcionamiento de las lámparas incandescentes, así como también exhibiremos los principales tipos (fig 4).

El panel de material translúcido se ilumina por detrás mediante 14 lámparas fluorescentes tubulares de 39 w , en tonalidad luz de día en posición vertical.

PANEL DEL PROCESO DE VISION Y EL OJO HUMANO

Este panel luminoso mide 1.2m X 1.25m y explica el funcionamiento y partes del ojo humano, así como del proceso de visión (fig 4). También está hecho de material translúcido y se ilumina por atrás con 7 lámparas fluorescentes tubulares de 39 w, luz de día en posición vertical.

* La idea de colocar estos paneles luminosos informativos, a la entrada de la sala de exhibiciones, es con el objeto de que el visitante cuente con una pequeña introducción al tema de iluminación.

IV.4.3.3 PANEL TEMPERATURA DE COLOR

Para esta demostración se han elegido lámparas de distintas apariencias de color a fin de que el visitante compare entre unas y otras y pueda elegir dependiendo de la aplicación en cuanto a temperatura de color se refiera.

Será posible apreciar la apariencia de color de varias lámparas en forma simultánea mediante paneles de temperatura de color de 30cm de altura colocados sobre el techo y pegados a la pared en la sala de recepción, (ver figura 4.1 y 4.2).

1.- Lámpara fluorescente Tubular de 20 w de buen rendimiento de color, (Ra=85) con luz de aspecto blanco-cálido ($T=3000^{\circ}\text{K}$).

La tonalidad de esta lámpara no armoniza con la luz natural, por lo que no es adecuada para instalaciones que utilizan luz artificial como complemento de la luz del día (capítulo III.2.3) y cuando se desea también crear una atmósfera agradable y acogedora.

2.- Lámpara Tubular de 20 w, de buen rendimiento de color (Ra=85), con luz de tonalidad blanca ($T=4000^{\circ}\text{K}$), que armoniza bien con la luz de día. Es adecuada para instalaciones que utilizan luz artificial como complemento de la luz natural y cuando se desea también crear una atmósfera fresca y natural.

3.- Lámpara fluorescente Tubular de 20w, de color luz de día con apariencia fría ($T=6500^{\circ}\text{K}$). La tonalidad de esta luz es aproximadamente igual a la luz del día. Es adecuada para instalaciones donde se desea crear una atmósfera fría e impersonal.

4.- Lámpara de sodio baja presión de 18w, tipo SOX-E. La tonalidad de la luz es amarilla ($T=1700^{\circ}\text{K}$), por lo que es ideal para iluminación de exteriores donde no importe el color de los objetos, sino una iluminación eficiente que permita la visibilidad como en carreteras, avenidas, etc.

5.- Lámpara de sodio alta presión de 50 w tipo SON-T. La luz de esta lámpara es de aspecto dorado ($T=2000^{\circ}\text{K}$) por lo que es ideal para uso exterior.

6.- Lámpara de vapor de mercurio de alta presión de 50 w tipo HPL-N. Su luz tiene una apariencia fría azulosa ($T=6500^{\circ}\text{K}$) por lo que es ideal para iluminación de calles, industrias, bodegas, etc.

7.- Lámpara incandescente típica de 40w. Como todos sabemos esta lámpara tiene una luz cálida blanca ($T=2700^{\circ}\text{K}$), y la hemos incluido como punto de comparación con las otras fuentes.

IV.4.3.4 RENDIMIENTO DE COLOR

A fin de que el visitante vea como es la reproducción de colores de los objetos de varias fuentes en forma simultánea se han dispuesto paneles de 30cm X 30cm y 30cm de altura (ver plano general del cuarto de exhibiciones fig 4) en los cuales existe un mismo objeto pintado con los colores del arcoiris los cuales variarán dependiendo de la fuente que los ilumina.

1.- Lámpara de sodio baja presión de 20 w, tipo SOX-E mediante la cual la reproducción de los colores es imposible debido a la emisión de radiación monocromática. Ra= -44. (capítulo III.1.2.d).

2.- Lámpara de sodio alta presión de 50w, tipo SON-T.
El rendimiento de color de esta lámpara es muy bajo Ra= 23 por lo que los colores aparecen sin vida.

3.- Lámpara incandescente tradicional de 60 w. Como ya hemos explicado, esta lámpara cuenta con espectro visible continuo por lo que tiene un excelente rendimiento de color, Ra= 100.

Su luz al igual que la del sol reproducen excelentemente los colores de los objetos.

4.- Lámpara fluorescente luz de día de 20 w que cuenta con un índice de rendimiento de color medio Ra= 77, por lo que la reproducción de color de los objetos es regular.

5.- Lámpara fluorescente con apariencia blanca fría de 20 w de buen rendimiento de color (Ra=85), debido a que su luz tiene mas líneas del espectro visible que la anterior, (capítulo III.2.3).

6.- Lámpara de mercurio de alta presión de 50 w, tipo HPL-N, cuya luz tiene un pobre índice de rendimiento de color, haciendo aparecer los colores de los objetos apagados. (Ra= 45).

7.- Lámpara de aditivos metálicos de 150 w tipo MBN-TD cuya luz tiene muy buen rendimiento de color Ra=87. Los colores de los objetos aparecen bajo esta luz muy vivos y bien reproducidos.

* Es importante decir que tanto para esta aplicación como para la de temperatura de color hemos seleccionado dentro de las lámparas elegidas, a las de menor potencia, debido al espacio reducido en el que se muestran.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

IV.5 CALCULO DE LAMPARAS EN LAS APLICACIONES

IV 5.1 CUBO DE LUCES

Dentro de las aplicaciones que podemos darle a este cubo de luces tenemos la de mostrar combinaciones de lámparas y luminarios que dan distintos efectos de iluminación dependiendo de la tonalidad de la luz de las lámparas, el control de luz que provee el luminario (haces cerrados para acentuación, semicerrados y abiertos para iluminación de objetos grandes o de tipo general), el color que la luz imprime sobre los objetos, etc.

Estos efectos podrán apreciarse en un cubo formado con paredes blancas de 3m X 3m y 2.5m de altura que contiene en su techo varias combinaciones de lámparas y luminarios que se irán consultando (fig 4.5). Dentro del cubo se tendrán objetos geométricos con los colores del arcoiris. En el caso de iluminación general, un objeto puede colocarse en el centro de la habitación para permitir apreciar como es la reproducción de colores de cada lámpara sobre los objetos.

Para iluminación de tipo localizado también contaremos con esta figura multicolor que podremos colocar ya sea en una esquina o sobre la pared para ejemplificar los efectos de realce que podemos aplicar sobre nuestros cuadros, adornos, plantas, paredes, etc.

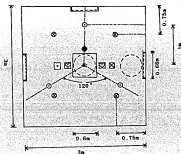


Fig. 4.5. Vista de planta del cubo de luces.
Escala: 1m = 2.2 cm

ILUMINACION DE TIPO GENERAL

A continuación mostraremos una gama de lámparas con luminarios para iluminación de tipo general con el cálculo de estas lámparas por medio del método de los lúmenes (capítulo III.3.1).

DATOS:

- La iluminancia deseada es de 100 luxes. Este valor según la IES es suficiente para iluminar una sala de estar o un pasillo (Apéndice A)
- factor de mantenimiento = $fm = 0.7$ debido a que se consideran condiciones de limpieza medias (fig 3.29).
- largo = $l = 3$ m.
- ancho = $a = 3$ m.
- altura = $h = 2.5$ m.
- Area = 9 m²

1.- Lámpara incandescente de 100 w con luminario tipo 622, (Foto 3).

- Para las lámparas incandescentes se considera un coeficiente de utilización aproximado, $cu = 0.25$ (capítulo III.3.1).

- FLUJO LUMINOSO = 1400 (Apéndice C, pag. 135).

$$n = \frac{(100 \text{ lux}) (9 \text{ m}^2)}{(0.7)(0.25)(1400 \text{ lum})} = 3.62$$

$$(0.7)(0.25)(1400 \text{ lum})$$

$$\text{luminarios} = n = 3.67 = 4$$

Comprobemos que con este sistema obtenemos la iluminancia deseada.

$$E = \frac{4(0.7)(0.25)(1400 \text{ lum})}{9 \text{ m}^2} = 108.88 \text{ lux}$$

(En la figura 4.5 se muestra como ⊗).

2.- Lámpara halógena de 200 w, con luminario tipo - 691 (Foto 4).

- $cu = 0.7$ (Ver capítulo III.3.1).

- FLUJO LUMINOSO = 3500 lúmenes (Apéndice C, pag. 135).

$$n = \frac{(100 \text{ lux}) (9 \text{ m}^2)}{(0.7)(0.7)(3500 \text{ lum})} = 0.52$$

$$(0.7)(0.7)(3500 \text{ lum})$$

$$n = \text{luminarios} = 1$$

Comprobemos que con este sistema obtenemos la iluminancia deseada.

$$E = \frac{(0.7)(0.7)(3500 \text{ lum})}{9 \text{ m}^2} = 190 \text{ lux}$$

(En la figura 4.5 se muestra la lámpara y luminario como ●).

3.- Lámpara fluorescente PLC de 18 w con luminario tipo 629 (Foto 5).

- $cu = 0.4$ (Ver capítulo III.3.1).

- FLUJO LUMINOSO = 1250 lúmenes (Apéndice C, pag. 137).

$$n = \frac{(100 \text{ lux}) (9 \text{ m}^2)}{(0.7)(0.4)(1250 \text{ lum})} = 2.57$$

$$(0.7)(0.4)(1250 \text{ lum})$$

$$\text{luminario} = n = 2.57 = 3$$

Comprobemos que con este sistema obtenemos la iluminancia deseada.

$$E = \frac{3(0.7)(0.4)(1250)}{9 \text{ m}^2} = 116 \text{ lux}$$

(En la figura 4.5 se muestra cada lámpara y luminario como ⊙).

4.- Lámpara de sodio alta presión SON Blanca (SDW-T) de 50 w con luminario 682 (En la Foto 6 se muestra una comparación entre la apariencia muy cálida de la lámpara de sodio alta

presión y la apariencia cálida de una incandescente).

- $cu = 0.7$ (Ver capítulo III.3.1).

- FLUJO LUMINOSO = 2300 lúmenes (Apéndice C)

$$n = \frac{(100 \text{ lux})(9 \text{ m}^2)}{(0.7)(0.7)(2300 \text{ lum})} = 0.8$$

luminario = $n = 1$

Comprobemos que con este sistema obtenemos la iluminancia deseada:

$$E = \frac{(0.7)(0.7)(2300 \text{ lum})}{9 \text{ m}^2} = 125.22 \text{ lux}$$

(En la figura 4.5, 4.6 esta lámpara se muestra como parte del sistema *).

5.- Lámpara de aditivos metálicos (MHW-TD) de 70 w con luminario tipo MBS 101/70 (Foto 7).

- $cu = 0.7$ (Ver capítulo III.3.1).

- FLUJO LUMINOSO = 5000 lúmenes (Apéndice C).

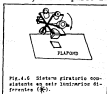
$$n = \frac{(100 \text{ lux})(9 \text{ m}^2)}{(0.7)(0.7)(5000 \text{ lum})} = 0.36$$

luminario = $n = 1$ (En la figura es parte del sistema *)

Comprobemos la iluminancia obtenida con este sistema.

$$** E = \frac{(0.7)(0.7)(5000 \text{ lum})}{9 \text{ m}^2} = 272.22 \text{ lux}$$

(En la figura 4.5, 4.6 es parte del sistema *).



6.- Lámpara de aditivos metálicos (MHW-TD) de 150 w con luminario tipo MBS 101/150 (Foto 8).

- $cu = 0.7$ (Ver capítulo III.3.1).

- FLUJO LUMINOSO = 11,250 lúmenes (Apéndice C)

$$n = \frac{(100 \text{ lux})(9 \text{ m}^2)}{(0.7)(0.7)(11250 \text{ lum})} = 0.163$$

luminario = $n = 1$ (Su ubicación será en el centro del techo como parte del sistema *, fig. 4.5 y 4.6).

Comprobemos la iluminancia obtenida con este sistema.

$$** E = \frac{(0.7)(0.7)(11250 \text{ lum})}{9 \text{ m}^2} = 612 \text{ lux}$$

(En la figura 4.6 se muestra como parte del sistema *). En la Foto 8 podemos apreciar la apariencia mas fría de esta lámpara con respecto a la anterior.

7.- Lámpara de vapor de mercurio (HPL-W) 80 w con luminario tipo 685 (En la Foto 9 se puede apreciar la iluminación de aspecto frío que proporciona esta lámpara).

- cu = 0.6 (capítulo III.3.1).
- FLUJO LUMINOSO = 3700 lúmenes (Apéndice C)
- $n = \frac{(100 \text{ lux}) (9 \text{ m}^2)}{(0.6)(0.7)(3700 \text{ lum})} = 0.6$

luminario = n = 1 (Su ubicación será en centro del techo, En la figura 4.5 y 4.6 se muestra como parte del sistema * .
Comprobemos que con este sistema obtenemos la iluminación deseada.

$$** E = \frac{(0.6)(0.7)(3700 \text{ lum})}{9 \text{ m}^2} = 172.66 \text{ lux}$$

** Debido a que estas son lámparas que emiten un gran flujo luminoso, es suficiente colocar una sola en el centro del cuarto, para obtener una buena iluminación de tipo general.

ILUMINACION LOCALIZADA





La iluminación localizada debe tener como fin enfatizar la apariencia y de esta manera llamar la atención sobre un objeto, persona, etc., Para la selección de una fuente de iluminación de acentuación y realce deben considerarse las siguientes condiciones.

1.- La impresión de color que da la luz de una lámpara, es decir si es cálida, blanca, fría, etc.

1.1- Debido a que la luz de una lámpara incandescente puede controlarse mediante un luminario para producir haces de tamaños pequeños se han considerado a estas como fuentes ideales para acentuación de pequeños objetos.

a) La luz cálida de una lámpara incandescente siempre es apreciada cuando se desea obtener una atmósfera confortable y relajante. Dentro de las lámparas incandescentes, (capítulo III.1.1.d), mas utilizadas en aplicaciones de acentuación están el reflector bowl reflector o reflector de globo, el reflector de vidrio prensado, el tradicional "foco" las lámparas dicroicas y las tipo PAR 36 (fig 4.7).

Se harán las siguientes conmutaciones:

LAMPARA	LUMINARIO	UBICACION SISTEMA
PAR 36, 6", 50 w	fig 4.7	C *fig 4.6
PAR 36, 15", 50 w	fig 4.7	C *fig 4.6
Incandescente, 100 w	Foto 3 622	CI  fig 4.5
Incandescente, 100 w	Foto 10 620	CI  fig 4.5
Bowl reflector, 16", 100w	Foto 11 839	CF * fig 4.5
Bowl reflector, 34" 60 w	Foto 12 50860	CF  fig 4.5
Bowl reflector, 38" 60 w	Foto 13 60002	CF  fig 4.5

-UBICACION (ver fig.4.5): C centro del techo, CF centro del techo dirigida hacia la pared del fondo, CI colocada en la mitad izquierda del cuarto y dirigida hacia la pared izquierda, CD colocada en la mitad derecha del cuarto y dirigida hacia un objeto que está sobre el piso.



Fig. 4.7. Lámpara halógena reflectora tipo PAR-18. Esta lámpara de vidrio procesado proporciona una alta intensidad luminosa en dos aberturas (8° y 15°) y está diseñada para una alimentación de bajo voltaje (12v).

b) Por otro lado, una lámpara halógena emite una luz mas blanca y brillante y debido a sus pequeñas dimensiones generan haces de luz muy controlables para crear fuertes contrastes. Cuentan además con el doble de vida además de que su emisión luminosa se mantiene mas constante que en una lámpara incandescente tradicional (Capítulo III.3.2.d).

LAMPARA HALOGENA	LUMINARIO	UBICACION	SISTEMA
Hal, 12v, 50 W, 34°	Foto 14	630	CD fig 4.5 <input type="checkbox"/>
Hal, 12v, 20 W, 6°, 18°, 32°	Foto 15	660	CD fig 4.5 <input type="checkbox"/>

1.2- Por otro lado, para realizar los colores de los objetos de manera localizada existen lámparas de descarga mediante las cuales podemos obtener altos niveles de iluminancia a partir de poca energía y con una cantidad mínima de emisión de calor.

a) La lámpara de sodio alta presión tipo SDN-T cuenta con una luz de aspecto cálido confortable, y de buen rendimiento de color.

LAMPARA DE SODIO	LUMINARIO	UBICACION	SISTEMA
SDN-T SON 50 w	Foto 16	681	CI fig 4.5 <input type="checkbox"/>

b) La lámpara de aditivos metálicos tipo MHN-T provee una iluminación muy agradable sobre los objetos multicolores, ya que tiene una excelente Rendimiento de color y una luz muy intensa.

LAMPARA	LUMINARIO	UBICACION	SISTEMA
MHN-T 150 w	Foto 8	MBS 101/150	C fig 4.5 *

2.- Las características del haz de luz.

Cada combinación de lámpara luminario produce un haz de luz con ciertas características como lo son su forma y tamaño así como la fuerza y extensión de la luz que se derrama alrededor del rayo (todos hemos visto en el teatro p.e., que el artista recibe un haz luminoso muy intenso pero que alrededor de este existe como un anillo menos intenso).

Por tanto para elegir el haz correcto para cierta aplicación es importante conocer cuando una combinación de lámpara y luminaria produce un haz con poco, mucho o nada de

desperdicio en su periferia.

Al respecto Philips ha hecho una clasificación de los rayos muy sencilla que será ilustrada en el cubo de luces mediante un objeto multicolor colocado en la pared del cubo sobre el cual proyectaremos haces de distintos tipos (Curso de alumbrado LIDEC 15, ver bibliografía).

(1) Rayo amplio y uniforme sin desperdicios apto para iluminación de tipo general (mediante lámpara PLC, 13 w y luminario 828, Foto 17). (Ubicación en el cuarto, * fig 4.5).

(2) Rayo cuya transición entre el spot de luz y la luz derramada alrededor es muy suave por lo que esta luz periférica ilumina los alrededores (mediante lámpara Halógena, 12v, 50 w y luminario 849, Foto 18). (Ubicación en el cuarto, * fig 4.5).

(3) Rayo cuya transición entre el spot de luz y el desperdicio es mas notoria ya que este último es menos intenso y se nota como un anillo alrededor del haz. Este rayo se utiliza en efectos teatrales, de escaparates, etc. se obtuvo mediante una lámpara incandescente PAR 38, 100 w y luminario 819, (Foto 19). (Ubicación en el cuarto, * fig 4.5).

(4) Rayo llamado de alta intensidad ya que el spot de luz tiene un minimo de desperdicio. Este rayo suele usarse para creación de efectos dramáticos teatrales o de escaparate (mediante lámpara incandescente tipo Bowl reflector, 100w y luminario 839, Foto 11). (Ubicación en el cuarto, * fig 4.5).

(5) Este rayo es una mancha de luz uniforme sin envolvente y se logra mediante un luminario con sistema óptico que elimina la luz de derrame (de esta forma se pueden obtener rayos de distintas formas para aplicaciones de tipo artistico y teatral) mediante lámpara Halógena 12v, 50 w y luminario 899, Foto 20. (Ubicación en el cuarto, * fig 4.5).

Existe una manera de clasificar a los haces proporcionados por una combinación de lámpara luminaria (Curso de alumbrado LIDEC 8, ver bibliografía); un haz de 20' de dispersión se denomina de tipo cerrado, puntual o spot, si esta dispersión es entre 20' y 40' se llama semiabierto y de mas de 40' es abierto. La dispersión del haz se mide siempre entre los límites correspondientes al 50% de la máxima intensidad luminosa (fig 4.8).

3.- La relación entre el nivel de iluminación general y la del spot para crear distintos efectos.

La relación que debe guardar el nivel de iluminación general con el nivel del spot podemos llamarla factor de acentuación. Al respecto se mostrará un método sencillo mediante el cual podemos establecer como debe ser esta relación para lograr un determinado efecto (Curso de alumbrado LIDEC 15, ver bibliografía).

$$F A = \frac{E \text{ spot}}{E \text{ gral}}$$

donde: F A es el factor de acentuación

E spot es el nivel de iluminación del spot

E gral es el nivel general de iluminación sobre el punto de interés (en los maniquis puede ser a la altura

del pecho (1m sobre el suelo).

$$E \text{ spot} = \frac{I \text{ spot}}{d^2}$$

donde: Ispot es la intensidad luminosa de la fuente de acentuación en candelas (se obtiene de las curvas fotométricas).

d es la distancia del centro del spot al punto u objeto a modelar.

$$E_{\text{gral}} = \frac{I_{\text{gral}} \cos^3 \alpha}{h_m^2}$$

donde: Igral es la intensidad luminosa de la fuente de iluminación de tipo general en la dirección a donde se encuentra el objeto u persona a iluminar.

h_m es la altura de montaje de la fuente de iluminación de tipo general, es decir del punto de interés a la luminaria. (Capítulo III.3.1).

α es el ángulo que existe entre el centro de la luminaria que proporciona alumbrado de tipo general y el objeto o persona que se desea iluminar.

Las fórmulas deben utilizarse en combinación con la siguiente tabla:

<u>FA</u>	<u>EFEECTO</u>
2:1	Es ligeramente notorio el haz de acentuación sobre el objeto
5:1	Efecto teatral mínimo
15:1	Efecto teatral (buen modelado)
30:1	Efecto dramático r
50:1	Efecto muy dramático r
r	Solo posible a niveles de iluminación de tipo general bajos.

Debemos decir que este método debe usarse solo como una guía ya que las relaciones anteriores se obtuvieron en un lugar con ciertas características de reflexión y en otras circunstancias podrían variar los resultados debido a la decoración que se tuviera.

En la aplicación de escaparate de modas (capítulo IV.5.3, se mostrará la forma de utilizar los conceptos de esta sección.

Es importante aclarar que con cierta práctica en diseños de iluminación, es posible iluminar un escaparate sin recurrir a estas fórmulas.

Nota: En el diagrama del cubo de luces, los objetos multicolores están sobre las paredes y el piso y aparecen con líneas punteadas (fig. 4.5).

JUSTIFICACION DE LAS LAMPARAS ELEGIDAS

1.- Típica lámpara incandescente de 100w. Esta es una lámpara poco eficaz ya que desperdicia mucha energía por emisión de calor (90%) y aunque solo dura 1000 horas, es muy popular por su fácil instalación y bajo costo. Su luz es de apariencia blanca cálida y tiene excelente rendimiento de color ya que emite un espectro visible continuo.

2.- Lámpara halógena, 12V, 100w. Esta lámpara cuenta con una luz mas blanca que las incandescentes y mas brillante. Tiene el doble de duración y es mas estable que las incandescentes durante toda su vida. También cuenta con excelente rendimiento de color.

3.- Incandescente tipo Bowl Reflector o también llamada de globo con espejo de 100w. Esta lámpara tiene dispuesto el espejo frente al filamento por lo que apantalla a este frente a la vista directa y la luz se orienta hacia la parte posterior de la lámpara por lo que se le utiliza con un luminario que reflejará esta luz en forma difusa dando lugar a un haz muy estrecho y definido (fig 3.5).

4.- Incandescente Refractora Par 36 de 50w. Con esta lámpara se pueden obtener haces perfectamente definidos y uniformes de elevada intensidad luminosa. Estas lámparas se denominan par por su forma de parabólicas, seguido de un número que indica el diámetro del vidrio frontal en octavos de pulgada.

5.- Lámpara fluorescente PLC de 18w. Es un fuente compacta formada de cuatro tubos fluorescentes pequeños por lo que son ideales para aplicaciones donde se requiere ahorrar energía sustituyendo a lámparas incandescentes ya que generan menos calor, duran cinco veces mas y también son cinco veces mas eficaces que una incandescente de la misma intensidad luminosa teniendo un buen rendimiento de color. La apariencia de la luz es cálida como una incandescente por lo que pueden utilizarse en cualquier aplicación.

6.- Lámpara de sodio alta presión tipo SON Blanca de 50w, cuenta con una luz blanca cálida de buen rendimiento de color, Ra=80, que realiza los tonos rojos, naranjas y verdes de una forma muy atractiva por lo que se consigue incrementar el impacto visual de los objetos iluminados por ella. (La luz emitida es de apariencia menos cálida que la de sodio estándar, T= 2500°K).

7.- Aditivos metálicos MHN-TD 150 w. Esta lámpara emite una luz muy blanca (T=4300°K), con buen rendimiento de color, Ra=80, que favorece los colores blancos y metálicos por lo que es ideal para resaltar joyas, loza y telas blancas. Su buen rendimiento de color se debe a que cuenta con un espectro semicontinuo (fig.4.9), con algunas líneas adicionales por lo que es una fuente con muy buenas propiedades de color que puede utilizarse en cualquier

aplicación de iluminación de interiores como luz de realce en escaparates o como iluminación de tipo indirecto en oficinas, casas, tiendas, etc.

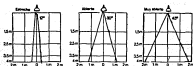


Fig.4.6 Aperturas de haz correspondientes a lámparas reflectoras típicas "estrechas", "abiertas" y "muy abiertas".

8.- Lámpara de vapor de mercurio de alta presión HPL-N de 80w. Esta lámpara tiene una apariencia blanca fría y su rendimiento de color no es bueno ($R_a=45$), por lo que se recomienda en lugares donde se requiera un alumbrado económico o donde se necesite alumbrar grandes superficies como fábricas, calles, garages, etc.



Fig. 4.9. Distribución del poder espectral de una lámpara con aditivos metálicos.

IV.5.2 OFICINA

Una oficina es un lugar que tiene como fin la realización de tareas como: lectura, escritura (a máquina) y actualmente uso de computadoras. Por lo tanto las oficinas deben contar con una iluminación que permita el perfecto desarrollo de las tareas antes mencionadas y facilite los cambios de mobiliario y de personal que se presentan comúnmente en estos lugares.

Para iluminar una oficina, se han elegido lámparas de tipo fluorescente tubular debido a su superioridad de aprovechamiento energético sobre las de tipo incandescente, además de que tienen poca emisión de calor, lo que las hace más cómodas y su gran tamaño permiten una distribución de luz uniforme y amplia.

a) Iluminación general de tipo directo.

Primeramente se mostrará la manera tradicional de iluminar una oficina. Se utilizan lámparas tipo arranque instantáneo de 39 w color luz de día en conjunto con luminario tipo TBS 300/236 con difusor tipo prismático P3 (ver Apéndice D).

Nos valdremos del método de los lúmenes para el cálculo de lámparas y luminarios (Capítulo III.3.1).

Consultando las tablas de iluminancias que la IES y la CIE recomiendan para oficinas necesitamos aproximadamente 500 luxes (Apéndice A, pag 134).

DATOS PROPIOS DEL ESPACIO EN CUESTION:

- Iluminancia requerida; $E = 500 \text{ lux}$
- Factor de mantenimiento; $fm = 0.7$ (debido a que consideramos condiciones de limpieza medias, fig. 3.29).
- Largo; $l = 3 \text{ m}$.
- Ancho; $a = 3 \text{ m}$.
- Altura; $h = 2.5 \text{ m}$.
- Altura del plano de trabajo 0.75 m (Es la altura a la cual se consideran los escritorios y mesas de trabajo).
- Altura de montaje; $hm = 2.5 - 0.75 = 1.75 \text{ m}$.
- Relación del local; $Rl = \frac{l}{hm} \times \frac{a}{(l+a)} = \frac{3}{1.75} \times \frac{3}{6} = 0.8571$

Los valores de reflectancia se han estimado de acuerdo a la experiencia y recomendaciones de varios autores que coinciden que para superficies claras puede ser de 0.7, para colores intermedios 0.5 y para colores oscuros como un escritorio puede ser de 0.1, (capítulo III.2.5, fuente Interior Lighting, ver bibliografía).

- Reflectancia en techo = 0.7
- Reflectancia en paredes = 0.5
- Reflectancia en plano de trabajo = 0.1
- FLUJO LUMINOSO = 2500 lum (Apéndice C, pag 136).

Utilizando los datos de las hojas fotonométricas del luminario en cuestión (Apéndice D, pag 139), tenemos para una relación del local de 0.85, un coeficiente de utilización (cu), (ver capítulo III.3.1):

$$cu = cu(\text{techo}) + cu(\text{paredes}) + cu(\text{zona de trabajo})$$
$$cu = 0.08 + 0.21 + 0.42 = 0.71$$

Según fórmula descrita en el método de los lúmenes para el número de lámparas tenemos:

$$n = \frac{E \times X \times A}{cu \times fm \times lum} = \frac{(500 \text{ lux})(9m^2)}{(0.7)(0.7)(2500)} = 3.62 \text{ lámp.}$$

Y ya que cada luminario alberga dos lámparas:

$$\text{Luminarios} = \frac{n}{2} = \frac{3.62}{2} = 1.81 = 2 \text{ luminarios}$$

Comprobemos que nuestro sistema nos proporciona la iluminancia propuesta:

$$E = \frac{(ntotal)(cu)(fm)(lum)}{l \times a} = \frac{4(0.7)(0.7)(2500)}{9m^2} = 552.21 \text{ lux}$$

Las lámparas con tonalidad luz de día, tienen un rendimiento de color regular de 70 y una luz fría de $T=6000^{\circ}K$, por otro lado el luminario de empotrar TBS tiene un difusor prismático que absorbe mucha luz y la concentra en el luminario por lo que el techo se notará muy iluminado, (a veces mas que la mesa de trabajo).

Si el local a iluminar, no requiere de mucha calidad y no existe mucho presupuesto para iluminación, este sistema puede utilizarse, y si se desea además un ahorro, se puedan sustituir los tubos tradicionales por su versión ahorradora de energía, que para esta lámpara de 39w es la de 30w con la misma tonalidad luz de día y casi el mismo flujo luminoso (pag 30).

Ahora bien, si se desea lograr una oficina de mayor calidad con una iluminación de tonalidad blanca fresca, de aspecto agradable que permita una buena reproducción de los colores de los objetos, se puede utilizar el siguiente sistema.

b) Lámparas fluorescentes de arranque rápido, 40w o su equivalente ahorradora de energía de 34w, ambas con una tonalidad blanca ($T=4100^{\circ}K$), y muy buen rendimiento de color, $Ra=85$ en combinación con luminario de empotrar tipo TBS con rejilla controladora tipo M2 (Apéndice D, pag 140), que por su diseño especial permite que la luz no se concentre tanto en el luminario y se dirija hacia la zona de trabajo; de esta manera se contará con mayor cantidad de luz hacia abajo y el techo no parece tan brillante, (un techo brillante puede desviar la atención de las personas hacia él).

* Los datos generales del espacio, así como los valores de reflectancias y las fórmulas se aplicarán para todos los tipos de lámparas.

- FLUJO LUMINOSO= 2925 lúmenes (Apéndice C, pag 137).

- $cu = cu(\text{paredes}) + cu(\text{zona de trabajo}) + cu(\text{techo})$

$$cu = 0.22 + 0.45 + 0.09 = 0.76$$

$$n = \frac{(500 \text{ lux})(9m^2)}{(0.76)(0.7)(2925 \text{ lum})} = 2.89 \text{ lámparas.}$$

$$(0.76)(0.7)(2925 \text{ lum})$$

$$\text{luminarios} = \frac{n}{2} = \frac{2.89}{2} = 1.44 \text{ luminarios}$$

2

-Comprobemos con un solo luminario el nivel de iluminancia:

$$E = \frac{2 \text{lamp} (0.76)(0.7)(2925 \text{ lumi})}{9 \text{m}^2} = 345 \text{ luxes}$$

-El nivel de iluminación con dos luminarios:

$$E = \frac{4 \text{lamp} (0.7)(0.76)(2925 \text{ lumi})}{9 \text{m}^2} = 691 \text{ luxes}$$

(Comparar con cálculo por computadora 1 pag. 161).

lo anterior indica que para obtener un nivel de iluminancia general mínimo requerido para una oficina se necesitan dos luminarios, además de que se logra una uniformidad mayor.

c) Si la oficina en cuestión es de personal de dirección, para darle un toque de confort y elegancia se sugiere utilizar lámparas fluorescentes de las mismas características que el caso anterior, (de 34w) pero con tonalidad cálida ($T=3000^\circ\text{K}$) y buen rendimiento de color ($Ra=85$). El color de esta luz es semejante al de una lámpara incandescente por lo que la oficina tendrá una atmósfera relajante.

Ya que el flujo luminoso de estas lámparas es igual que las de su mismo tipo pero de tonalidad blanca, se necesitarán también dos luminarias para obtener el nivel requerido de iluminancia.

d) Si en el área de oficina se cuenta con varias pantallas de computadora, se recomienda el uso de luminario de empotrar tipo T8 con rejilla controladora de luz MS (pag.145). dicha rejilla tiene unas cuchillas parabólicas que dirigen la luz de manera que se evita el brillo de los monitores. Este luminario se puede combinar con lámparas fluorescentes de 34w de buen rendimiento de color y de tonalidad blanca.

- FLUJO LUMINOSO = 2925 lúmenes (Apéndice C, pag.137).

- $cu = cu(\text{pared}) + cu(\text{zona de trabajo}) + cu(\text{techo})$

$$cu = 0.18 + 0.41 + 0.07 = 0.66$$

$$n = \frac{(600 \text{ lux}) (9 \text{m}^2)}{(0.70)(0.66)(2925)} = 3.33$$

Y ya que cada luminario alberga dos lámparas;

$$\text{luminarios} = \frac{3.33}{2} = 1.66 = 2 \text{ luminarios}$$

Comprobemos que nuestro sistema provee la iluminación propuesta:

$$E = \frac{(4)(0.66)(0.7)(2925 \text{ lumi})}{9 \text{m}^2} = 600 \text{ lux}$$

(Comparar con cálculo por computadora 2 pag. 161)

En la figura 4.10 se muestra una vista de planta de la oficina con la distribución de las luminarias especificadas en cada caso.

2.- Iluminación General de tipo Indirecto.

Tradicionalmente la iluminación de tipo directo es la que reina en casi todas nuestras áreas corridas. Existe también la posibilidad de iluminar nuestros espacios de manera que la

luz proviene de nuestras paredes y techos y no de nuestras lámparas.

Para lograr este objetivo, se propone la lámpara de aditivos metálicos MHN-TD de 150 w con luminario tipo MCG 101/150. (Foto 21).

Un concepto moderno de iluminación general, es la iluminación de tipo indirecto mediante la cual obtenemos el nivel de luz requerido, además de no ver directamente de donde proviene la luz. La luz de esta fuente, proporciona una luz intensa y blanca de $T=4300^{\circ}K$, con un excelente rendimiento de color que crea una atmósfera de mucha calidad.

- FLUJO LUMINOSO = 11250 lúmenes (Apéndice C).

- $cu = 0.7$ (Ver justificación en capítulo III.3.1).

Para lámparas de aditivos metálicos, el coeficiente de utilización es siempre aproximado a 0.7.

$$n = \frac{(500 \text{ lux}) (9 \text{ m}^2)}{(0.7)(0.7)(11250 \text{ lum})} = 0.81 = 1 \text{ lámpara}$$

$$(0.7)(0.7)(11250 \text{ lum})$$

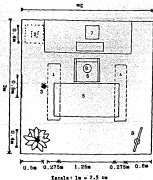
Y ya que cada luminario puede albergar una sola lámpara tenemos:

$$n = \text{luminario} = 1 \text{ (El cual se colocará en una esquina).}$$

Comprobemos que obtenemos el nivel de iluminación requerido:

$$E = \frac{(0.7)(0.7)(11250 \text{ lum})}{9 \text{ m}^2} = 612.5 \text{ lux}$$

(Ver figura de la oficina 4.10).



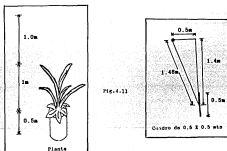
- (1) Sistema rectangular giratorio de 4 luminarias para lámparas fluorescentes.
- (2) Luminario para iluminación indirecta con lámparas de aditivos metálicos.
- (3) Lámpara halógena, 25w, 12v, 12 para iluminar un cuadro de 0.5m².
- (4) Lámpara halógena diódica verde, 25w 12v, 12 para resaca de planta.
- (5) Escritorio
- (6) Silla
- (7) Mesa de computadora
- (8) Mueble de lámpara fluorescente con biela con pivote fluorescente hasta la mitad.
- (9) Sillita

Fig. 4.10 Vista de planta de una oficina

3.- Iluminación de Acentuación.

Para resaltar la decoración de una oficina podemos utilizar haces de luz dirigidos sobre plantas y cuadros mediante lámparas halógenas de bajo voltaje. Estas lámparas proporcionan mas cantidad de luz concentrada que las incandescentes tradicionales además de contar con bajo consumo de energía. Para acentuar una planta y un cuadro se utilizan respectivamente: lámpara halógena de 20 w, 12v con 18° de abertura y lámpara halógena con filtro dicróico en color verde de 20w, 12v y 12° de abertura. (Ver datos fotométricos en el Apéndice E, pag 147).

Para la lámpara de 18° dirigida desde el techo a un cuadro de 0.5 X 0.5 m desde una distancia de 1.5 m, su haz ocupará aproximadamente un diámetro de 0.5 m, por lo que la distancia de colocación de la fuente luminosa dependerá del tamaño del objeto a iluminar. Por otro lado si iluminamos la planta desde el techo directamente con la lámpara halógena dicróica color verde de 12° de abertura desde una distancia de 1.5m, iluminaremos un espacio de aproximadamente 30 cm de diámetro que es lo que mide la maceta. El color verde de esta fuente realiza mucha a la planta (fig 4.11).



A fin de tener los 4 pares de luminarias propuestos para las lámparas fluorescentes en la misma posición y además para lograr un diseño estético, los cuatro sistemas propuestos se montan en un solo sistema giratorio que nos permite observar un solo par a la vez .

Nota: Hemos sugerido la sustitución de lámparas de arranque instantáneo por las de arranque rápido, ya que estas últimas son mas eficientes que las primeras tan populares en México.

Para una buena operación de estas lámparas se sugiere adquirir bases de alta calidad y así evitar malas conexiones.

JUSTIFICACION DE LOS SISTEMAS PROPUESTOS

Para la iluminación general de la oficina mediante lámparas de tipo fluorescente se han seleccionado luminarias con accesorios de control de luz los cuales mencionaremos brevemente.

-Refractores. El refractor o controlador prismático es un dispositivo que consiste en un panel horizontal que se monta debajo de las lámparas. Este refractor se encuentra plano de un lado y del otro tiene prismas piramidales. Este panel proporciona a la luz una distribución de tipo general uniforme hacia abajo, pero además de brillar, absorbe mucha luz y se llega a tornar amarillo con el tiempo. Este es el refractor que se utiliza comunmente en iluminación interior con lámparas fluorescentes.

-Ocultadores o pantallas. Estos se emplean para controlar o dirigir la luz de un luminario o para esconder a las lámparas de la vista directa. Dentro de las pantallas hemos elegido a dos tipos de rejillas:

a) aquellas que apantallan a las lámparas de la vista directa y modifican poco la distribución de la luz. La forma mas usual de este primer tipo de rejilla consiste en cuchillas paralelas verticales que cruzan transversalmente al luminario y el efecto es el apantallamiento en la dirección longitudinal de este luminario. Otro tipo de rejilla, (que hemos utilizado para el proyecto con la denominación M2) tiene también cuchillas longitudinales que forman ángulos rectos con las otras cuchillas (fig. 4.12); el efecto logrado con esta rejilla es el apantallamiento de la lámpara en todas direcciones por lo que se utiliza donde las luminarias pueden ser vistas desde varias direcciones.

b) El segundo tipo de rejilla, además de apantallar, dirige la luz hacia donde se necesite. En esta rejilla también llamada de espejo (en el proyecto la denominamos M5), las cuchillas están hechas de un material reflectante y pueden tener forma parabólica, (fig 4.13). Estas características permiten un mayor control de la luz emitida por la luminaria, por lo que su empleo se hace óptimo en lugares que cuentan con pantallas de computadora ya que se evita el reflejo de estas hacia la vista del operario.

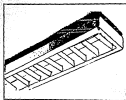


Fig.4.12. Cuchillas paralelas de una
rajilla controladora de luz



Fig.4.13. La rajilla espejada actúa
como un reflector parabólico dirigiendo
a la luz hacia abajo e incrementando
el ángulo de ocultamiento.

IV.3.3 ESCAPARATE DE MODAS

En esta aplicación se mostrarán distintas maneras de iluminar a los maniquis de un escaparate. Dependiendo de la posición de las lámparas y del color de la luz de estas, será el efecto resultante.

1.- Iluminación general.

Existen escaparates que cuentan con la contribución de la iluminación general del resto de la tienda. Esto debe ser tomado en cuenta ya que mientras mayor sea el nivel de iluminancia general existente, mayor deberá ser el número de lámparas utilizadas para dar cierto efecto en los maniquis.

Si la iluminación general está proporcionada por lámparas fluorescentes de buen rendimiento de color y apariencia cálida, ($T=3000^{\circ}K$), en 75w o su versión ahorradora en 60w con luminario de empotrar tipo TBS con rejilla controladora de luz M2 (Apéndice D), tendremos:

Para una tienda departamental de lujo, se recomienda un nivel general de iluminación bajo del orden de 250 luxes, (Alumbrado de almacenes, Revista de luminotecnia Ilr, ver bibliografía) que permita una visibilidad generalizada, sin quitar el efecto de la iluminación que se proyecta sobre los maniquis y sobre los artículos.

a) Lámparas fluorescentes de 60 w con luminario tipo TBS 300 con rejilla M2. Este luminario va empotrado en el techo, y como se ha mencionado, el tipo de control de luz con que cuenta, no permite la concentración de luz en el luminario por lo que este no se nota tan brillante. Esto es muy importante ya que en una tienda de escaparates, lo que deseamos que llame la atención mediante la luz, son los maniquis que portan las ropas y accesorios y no el techo.

Por otro lado la apariencia de color que proporciona una lámpara con luz cálida de $3000^{\circ}K$ es muy confortable, además de que tiene buen rendimiento de color, $R_a=85$; (también podría utilizarse para los probadores, donde las señoras quedarían satisfechas ya que sus rostros se verían rosados y frescos.)

Además se han elegido lámparas fluorescentes, debido a que son, energéticamente hablando mas económicas que las incandescentes, por lo que son ideales para la iluminación general de un tienda, además de que se pueden quedar encendidas durante toda la noche como única fuente de iluminación de seguridad.

Mediante el método de los lúmenes (capítulo III.3.1):

DATOS:

- ancho = a= 2.8 m.
- largo = l= 5.6 m.
- altura = h= 3.0 m.
- altura del plano de trabajo= 0, (Se desea que la iluminación propuesta sea a nivel del piso para permitir una buena orientación dentro de la tienda).

- reflectancia en paredes : 0.1
- reflectancia en techo : 0.5
- reflectancia en piso : 0.1
- (La decoración de este este espacio se muestra en la Foto22)
- factor de mantenimiento = $f_m = 0.7$ ya que consideramos condiciones de limpieza medias (fig 3.29).
- $cu = cu(\text{paredes}) + cu(\text{piso}) + cu(\text{techo})$
 $cu = 0.14 + 0.275 + 0.02 = 0.43$
- $\text{Area} = (2.8)(5.6) = 15.6 \text{ m}^2$
 $n = \frac{(250 \text{ lux})(15.6 \text{ m}^2)}{(0.7)(0.43)(3450 \text{ lum})} = 4$
 luminarios = $\frac{n}{2} = 2$

Comprobando que con estos luminarios obtenemos el nivel de iluminancia propuesto:

$$E = \frac{(4)(0.7)(0.43)(3450 \text{ lum})}{15.6 \text{ m}^2} = 253 \text{ lux}$$

(Comparar con cálculo por computadora 3)

En esta aplicación lo que importa es contar con un nivel de iluminación general, que nos permita la orientación ya que los objetos se realzarán con iluminación de acentuación, (en la figura 4.14a se muestra el diagrama del escaparate de modas donde se muestra la posición de las lámparas y maniquis).

- (1) Maniquí 1.
- (2) Maniquí 2.
- (3) Maniquí 3
- (4) Riel electrificado con luminarios.
- (5) Lámparas fluorescentes.

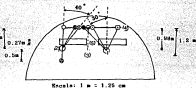


Fig. 4.14a. Vista de planta del escaparate de modas.

2.- Iluminación localizada (de acentuación y realce).

Para iluminar los artículos y manequis de un escaparate se recomiendan dos posibilidades.

La primera es la iluminación de realce de colores y tonos que mediante el uso de ciertas lámparas se lograrán encender los colores de las telas de los vestidos y trajes. La iluminación de realce es recomendable en tiendas de telas, o de ropa, donde estos son de gran colorido y variedad.

Por otro lado contamos con la iluminación de acentuación mediante la cual modelaremos el manequí acentuando sus contornos. De esta forma tanto las ropas como los accesorios que porta el manequí podrán mostrar la textura y forma de sus

los colores de las telas de los vestidos y trajes. La iluminación de realce es recomendable en tiendas de telas, o de ropa, donde estos son de gran colorido y variedad.

Por otro lado contamos con la iluminación de acentuación mediante la cual modelaremos el manequí acentuando sus contornos. De esta forma tanto las ropas como los accesorios que porta el manequí podrán mostrar la textura y forma de sus materiales. La iluminación de acentuación y realce encuentran también aplicación en terrenos artísticos, como el teatro y museos.

Debemos recomendar que los artículos mas costosos deben acentuarse mas pronunciadamente con el objeto de incrementar el interés de los clientes.

ILUMINACION DE REALCE

a) Lámpara de sodio alta presión SON Blanca o SDW- T) de 50 W.

La apariencia de color de esta lámpara es cálida ($T=2500^{\circ}K$) lo que incrementa el impacto visual además de que tiene un buen rendimiento de color ($Ra=80$), por lo que los colores rojos y naranjas de los vestidos vistos bajo esta luz se notan mas encendidos. (En la figura 4.14a esta fuente se dirige hacia el maniquí (1) y se representa como \odot).

b) Lámpara de aditivos metálicos (MHN), de 150 W.

Esta lámpara es ideal para resaltar los colores de las telas ya que proporciona una luz muy blanca e intensa ($T=4300^{\circ}K$), además de que cuenta con un buen rendimiento de color (En la figura 4.14a esta lámpara se dirige hacia el maniquí (2) y se representa como \otimes).

-Para lograr un buen efecto recomendamos lanzar el rayo de cada una de las fuentes anteriores desde el riel electricado con un ligero ángulo con respecto al plano que divide en dos partes iguales al cuerpo del maniquí, ya sea desde la derecha o desde la izquierda (φ este ángulo puede ser de 30° a 60°). Como se muestra en la figura 4.14a se tiene 30° para la lámpara de sodio blanco y 40° para la de aditivos metálicos.

ILUMINACION DE ACENTUACION

Mediante el modelado por medio de luz y sombras mediante el cual se destacan tanto los contornos del objeto como su impresión de ocupar un espacio tridimensional, así como la textura de sus materiales. Cabe decir que para modelar un objeto y lograr efectos, los haces de luz deben ser semicerrados y cerrados.

En el capítulo III.2.5 se han ilustrado, varias posibilidades para modelar un maniquí dependiendo del efecto deseado como son la iluminación con un solo haz dirigido desde la derecha o desde la izquierda, que dan cierto modelado a los maniqués, la iluminación desde atrás que da un buen modelado del objeto, (recomendamos colocar la fuente de manera que la luz no puede ser vista directamente por las personas y llegue a deslumbrarlas), la iluminación desde abajo que da a los rostros un efecto muy dramático (maléfico) que también es propio para teatros y museos, por otro lado la iluminación dirigida por mas de un haz, p.e., dos haces opuestos que se complementan y que crean un efecto propio

para iluminar los maniqués de los escaparates de modas; en este caso para lograr un buen efecto de modelado, se recomienda dirigir cada haz con respecto al plano que divide en dos partes iguales al cuerpo del maniqué, de 30° a 60° hacia la derecha y hacia la izquierda respectivamente y con respecto al plano horizontal que cruza por el punto donde se quiere enfatizar la atención (p.e. el rostro o el pecho del maniqué), de 30° a 60° hacia arriba. Y por último la combinación de varios de los anteriores ayudarán a acentuar de manera muy artística a los maniqués.

¶ Los ángulos menores a 30° producen poco efecto modelador y los ángulos mayores de 60° pueden crear efectos muy dramáticos.

RECOMENDACION PARA ACENTUACION EN ESCAPARATES, (TAMBIEN APLICABLE A MUSEOS Y TEATRO).

1) Mediante lámparas halógenas PAR 36 de 50 w (fig. 4.7).

Una de ellas será de haz muy cerrado (rayo principal) y la otra de haz menos cerrado (rayo secundario). Con estas lámparas la acentuación de los maniqués será de gran calidad debido a la luz blanca brillante que existen.

a) Para el maniqué (1) que está sentado, el punto de interés (pecho), se encuentra a 1m del piso.

(Ver fig 4.14a y b2).

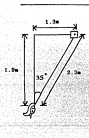


Fig. 4.14b1. Posición de la lámpara Par-36 con respecto al maniqué (1). (Haz secundario).

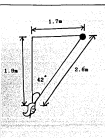


Fig. 4.14b2. Posición de la lámpara Par-36 con respecto al maniqué (1). (Haz principal).

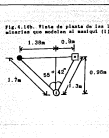


Fig. 4.14b. Vista de planta de las lámparas que modelan al maniqué (1).

Haz principal mediante lámpara incandescente tipo PAR 36, 50w, que según curva fotométrica produce un rayo de 5° de apertura (de haz muy cerrado, ver curva fotométrica de esta fuente en el Apéndice E, pag. 148).

-Apliquemos algunos conceptos de la sección IV.5.1.3).

$$\text{Egral} = \frac{\text{Igral} \cos^3 \theta}{h_m^2}$$

- Suponiendo que el maniquí se encuentra a $\theta = 30^\circ$ del luminario de alumbrado general, y que el punto de interés está a 1m del piso (mas o menos a la altura del pecho) y si la altura del local es de 3m, entonces la altura de montaje será igual a: $h_m = 3m - 1m = 2m$.

- De la curva fotométrica del luminario TBS 300/236 (Apéndice D), para un ángulo $\theta = 30^\circ$ se tiene una intensidad luminosa 350 candelas por cada 1000 lúmenes:

$$\text{Igral} = \frac{350 \text{ cd}}{1000 \text{ lum}} (5860 \text{ lum}) = 2051 \text{ cd}$$

$$\text{por lo que } \text{Egral} = \frac{2051 \text{ cd} \cos^3(30^\circ)}{(2m)^2} = 333 \text{ lux}$$

-De datos fotométricos de la lámpara Par 36 obtenemos la intensidad luminosa, $\text{Ispot} = 34000 \text{ cd}$ (Apéndice E, pag 148).

-Por otro lado deseamos obtener un efecto teatral con un factor de acentuación FA de 1:15.

$$\text{Según fórmula: } \text{FA} = \frac{\text{Espot}}{\text{Egral}} \quad \text{y} \quad \text{Espot} = \frac{\text{Ispot}}{d^2}$$

$$\text{sustituyendo tenemos:} \quad \text{FA} = \frac{\text{Ispot}}{d^2 \text{Egral}}$$

d = es la distancia del centro del spot al punto en cuestión.

-Para un factor de acentuación $\text{FA} = 15$, tendremos la lámpara a una distancia $d = 2.6m$

(En la figura 4.14a y b2 se representa como \bullet).

Ya que este es un rayo de haz muy concentrado crea muchas sombras y un efecto de modelado dramático (Foto 2b) por lo que el otro haz secundario mas abierto y menos intenso ayuda a suavizar un poco la brusquedad del modelado (Foto 2c).

b) Haz secundario mediante lámpara PAR36, 50w, de 12° de abertura (haz cerrado, Apéndice E).

-Con este haz deseamos suavizar un poco el efecto anterior por lo que FA será del orden de 5:1.

-Del cálculo anterior tenemos: $\text{Egral} = 333 \text{ lux}$

-Según datos fotométricos $\text{Ispot} = 9000 \text{ cd}$

-Para un factor de acentuación $\text{FA} = 5$, tendremos la lámpara a una distancia $d = 2.32m$.

(En la figura 4.14a y 4.14b3 se representa como \square).

Resumiendo, en la fig.4.14b1, el primer haz será el rayo principal y se dirige con respecto al plano vertical que parte en dos al manequí, 54.6° hacia la izquierda y con respecto al plano horizontal que cruza a una altura de 1m del manequí 42° hacia arriba (fig.4.14b2). Este rayo principal será de abertura cerrada para proporcionar una luz muy concentrada de alta intensidad, y ya que el efecto obtenido proporciona muchas sombras, nos valdremos de un segundo haz que suavizará este efecto. El segundo haz será menos concentrado y por lo tanto será de menor intensidad que el primero y se pueda dirigir desde el plano vertical que divide en dos mitades iguales al manequí 42.5° hacia la derecha y desde el plano horizontal que cruza a 1m del piso 35° hacia

arriba, (fig. 4.14b).

Es importante recalcar que cualquiera de los dos haces pueden provenir desde la derecha o desde la izquierda con la recomendación de que su complementario provenga del lado opuesto para eliminar algunas sombras. Menos calculado y sugerido los ángulos desde los cuales se van a proyectar los haces y respecto a esto debemos comentar que no es una regla, ya que cada diseñador puede variar estos ángulos y de igual manera su modelado será un éxito obteniéndose así múltiples efectos y nunca un escaparate será igual a otro.

En la Foto 22 se muestra el efecto que se desea obtener con la proposición anterior para el maniquí (1).

2) Se proponen lámparas incandescentes tipo Bowl reflector en combinación con luminario tipo 839, Foto 11, que en conjunto producen un haz de 16' de abertura (haz cerrado), mientras un haz cerrado se logra con la combinación de una lámpara de 100 w con luminario 50860, Foto 12, que producen un rayo de 34' de abertura.

a) Deseamos un efecto teatral para el maniquí (2) que está de pie (ver figura 4.14c), dirigiendo un haz desde la izquierda mediante lámpara tipo bowl reflector de 100 w con luminario tipo 839 que según curva fotoséptica produce un rayo de 16' de abertura (haz cerrado).

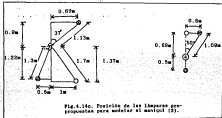


Fig. 4.14c. Posición de las lámparas propuestas para modelar el maniquí (2).

-Suponiendo que el maniquí se encuentra a 30' del luminario de iluminación general, $I_{\text{gral}} = 2051$ candelas y que ahora el punto de interés (pecho) se encuentra a una altura de $h = 1.5m$ pues como se indicó el maniquí está de pie.

$$E_{\text{gral}} = I_{\text{gral}} \cos^3 \theta \frac{1}{h^2} = 2051 \text{ cd} \frac{\cos^3(30^\circ)}{(1.5m)^2} = 592 \text{ lux}$$

-Deseamos un efecto dramático en el rango FA de 20:1.

-Según datos de la combinación de lámpara y luminario tenemos:

FLUJO LUMINOSO = 1020 lúmenes

$$I_{\text{spot}} = \frac{15000 \text{ cd}}{1000 \text{ lum}} \frac{1020 \text{ lum}}{1000 \text{ lum}} = 15,300 \text{ cd}$$

Según fórmula $FA = \text{Ispot}$
 $d^2 \text{ Egral}$

-Para un factor de acentuación $FA= 20$, la distancia a la que se debe tener la luminaria es $d= 1.13m$.
(En la figura 4.14c aparece como \odot).

Para el modelado mediante el uso de un solo haz dirigido desde la derecha o desde la izquierda se recomienda colocar la fuente de luz con respecto al plano que corta en dos partes iguales al manequí de $30'$ a $60'$ hacia la derecha o hacia la izquierda y con respecto al plano horizontal que cruza el punto donde se va a enfatizar la atención (en este caso el pecho del manequí) $30'$ a $60'$ hacia arriba.

Es preciso aclarar de nuevo que menos de $30'$ proporciona un efecto plano casi sin modelado y más de $60'$ produce un modelado más dramático.

Se han presentado ya alternativas para modelar un manequí, y ahora le daremos a este un efecto teatral dramático. Para ello prescindiremos de la iluminación de tipo general.

b) Efecto dramático para el manequí (2) logrado mediante lámpara tipo bowl reflector de 100 w con luminario tipo 50860, (Foto 12) que según curva fotométrica produce un haz semiabierto de $34'$, (pag. 138). El haz será dirigido desde atrás del manequí a contraluz.

-FLUJO LUMINOSO- 1020 lúmenes (Apéndice C).

-Egral- 158.53 lux

$\text{Ispot} = \frac{1600 \text{ cd}}{1000 \text{ lum}} (1020 \text{ lum}) = 1632 \text{ cd}$

-Ahora deseamos un efecto modelador teatral mínimo en el rango $2 < FA < 5$.

-Para un factor de acentuación $FA= 2.42$, tendremos que colocar el luminario a una distancia $d=1.31m$.

(En la figura 4.14c aparece como \odot).

Cuando la luz se dirige desde atrás del manequí, el efecto que resulta es la creación de un espacio tridimensional que permite distinguir las distancias, es decir la luz le da volumen al cuerpo y este parece resaltar del fondo donde se encuentra; además la luz crea un "aura" en el manequí, es decir este se bordea de luz.

Además, si el manequí porta un vestido de tela de encaje y el cabello es largo y esponjado, la iluminación los hará lucir vaporosos.

c) Ahora se creará un efecto muy dramático iluminando desde abajo al manequí mediante lámpara tipo bowl reflector de 100w con luminario tipo 819, (Foto 11) de haz muy cerrado. Este sistema crea sobre los rostros efectos muy dramáticos ya que la luz no proviene de arriba como estamos acostumbrados sino de abajo \odot .

d) Combinación de las anteriores. Se hará un modelado completo sobre el manequí (2), aplicando todas las alternativas para acentuación en forma simultánea. El resultado será muy artístico ya que se le estará dando al manequí al mismo tiempo : tanto modelado con el haz

proveniente de un lado, como voluzen con el haz proveniente de atrás, como dramatización con el haz proveniente de abajo.

e) Por último se hará una reproducción del efecto de iluminación que muchas tiendas tienen sobre sus maniquis. En este último caso, solo dejaremos iluminados a los maniquis con las lámparas fluorescentes de alumbrado general. En este caso, el efecto de modelado es nulo y la iluminación no nos dice nada de la ropa exhibida. (Comparar con los sistemas anteriores).

JUSTIFICACION DE LAS LAMPARAS SUGERIDAS

1.- La lámpara de sodio alta presión, SON Blanca cuenta con una luz mas blanca que la SON estandar, debido a que se aumenta la presión del vapor de sodio y también por esto cuenta con un buen rendimiento de color del orden de 80. Esta lámpara constituye un buen sustituto de una fuente incandescente debido a su apariencia de color cálida ($T=2500^{\circ}K$), además de que su eficacia luminosa es tres veces mayor. Los colores vistos bajo la luz de esta lámpara se detectan mas saturados y vivos, en especial los rojos y amarillos.

2.- La lámpara de aditivos metálicos MHN cuenta con muy buen rendimiento de color del orden de 87, debido a que cuenta con un espectro semicontinuo, (con mas cantidad de componentes del espectro visible, fig.4.9) que le proporcionan los gases de tierras raras. La luz de esta fuente es intensa y de una apariencia muy blanca ($T=4300^{\circ}K$).

3.- Las lámparas halógenas Par 36 ofrecen una luz muy brillante y mas blanca que las de tipo incandescente. Son mas eficientes que los reflectores estandar, duran mas y cuentan con un haz de luz mas concentrado para iluminar pequeñas superficies utilizando menos energía, (tienen poco desperdicio de luz hacia los lados por lo que el centro del haz es de alta intensidad).

4.- Las lámparas incandescentes tipo bowl reflector debido a que tienen cubierta la parte semiesférica del bulbo, evitan la emisión de luz hacia el frente controlando el deslumbramiento por lo que su iluminación es de tipo indirecto y debe combinarse con un luminario. El luminario tipo 839 provee un control de la luz tal que proporciona un rayo de haz muy estrecho mientras que el luminario tipo 50860 proporciona un haz mas amplio.

IV.5.4 SUPERMERCADO

Debido a la alta competencia existente entre cadenas de supermercados, se requiere dar a estos un nuevo enfoque donde la iluminación debe jugar un papel muy importante mediante dos objetivos:

- a) Lograr que los productos se vean atractivos y frescos a los ojos del consumidor y,
- b) Ahorrar energía.

Las tiendas de autoservicio debido a su gran extensión requieren para iluminarse de fuentes de luz de gran extensión y eficientes como las lámparas fluorescentes tubulares.

1.- En primer término se expondrá el sistema convencional para iluminar un supermercado consistente en lámparas de tipo arranque rápido en 39w con tonalidad luz de día y luminarios desnudo tipo TK12, (fig. 4.15a). Este tipo de lámpara como ya se ha explicado tiene una apariencia fría ($T=6200^{\circ}K$) que cuenta con un rendimiento de color regular, $Ra=77$, que no favorece a los colores de los objetos. El luminario desnudo proporciona buena iluminación pero al no contar con ninguna pantalla, los techos se notan demasiado iluminados, (a veces mas que los productos).

Haciendo uso del método de los lúmenes tenemos (Capítulo III.3.1):

DATOS:

- ancho= $a = 2 \text{ m}$
- longitud= $l = 4.5 \text{ m}$
- altura= $h = 3 \text{ m}$

- altura del plano de trabajo = 0.1m considerando que en un supermercado existen estantes que muestran productos hasta el nivel del piso.
- altura de montaje= $hm = h - \text{plano de trabajo} = 3 - 0.1 = 2.9\text{m}$.
- Area= 9 m^2

- Relación del local= $Rl = \frac{a \times l}{hm(a+l)} = 0.47$

Para techos azul cielo, paredes de color azul y piso gris tenemos (Foto 27):

- reflectancia en el techo = 0.7
- reflectancia en paredes = 0.54
- reflectancia en el piso = 0.1
- factor de mantenimiento= $fm = 0.7$ porque se consideran condiciones de limpieza medias (fig 3.29).
- como no se cuenta con información técnica acerca del luminario en cuestión, para el cálculo del coeficiente de iluminación se considera, $cu = 0.4$ (capítulo III.3.1).
- Se propone un nivel de iluminación de 750 luxes que según tablas de la CIE, es bueno para una tienda de autoservicio (Apéndice A, pag 134).
- FLUJO LUMINOSO= 2500 lúmenes (Apéndice C).
- $$N = \frac{(750 \text{ lux}) (9 \text{ m}^2)}{(0.7)(0.4)(2500 \text{ lum})} = 9.64$$

Y ya que cada luminario alberga dos lámparas:

$$\text{luminarios} = \frac{n}{2} = 4.8 = 5$$

Comprobando que con este sistema obtenemos el nivel requerido de iluminancia;

$$E = 10 \frac{(0.7)(0.4)(2500\text{lum})}{9\text{m}^2} = 777.77 \text{ lux}$$

(Comparar con cálculo por computadora 4, pag. 162)

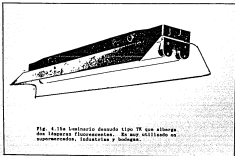


Fig. 4.18a Luminario de tipo TK que alberga dos lámparas fluorescentes. Es muy utilizado en supermercados, industrias y hoteles.

2.- Para lograr objetivos que se pretenden en el nuevo concepto de supermercados, la iluminación de tipo general (estantes, botaderas, exhibidores y áreas en general), consistirá de lámparas fluorescente de 34 w, con luminarios colgantes tipo TCS con rejilla controladora de luz tipo M2 (Apéndice D). Estas lámparas cuentan con una luz de apariencia blanca (T=4000°K) y buen rendimiento de color (Ra=85) por lo que los productos aparecerán con mas vida que con las lámparas anteriores. Se ha elegido además la versión ahorradora de energía de 34w en lugar de 40w.

Con el sistema anterior, además de lograr un buen nivel de iluminación, permite mostrar los productos con mayor calidad ya que la luz de las lámparas favorece los colores de los objetos y mercancía; por otro lado, la rejilla controladora de luz apantalla a las lámparas de la vista directa del consumidor además de dirigir mas luz hacia abajo permitiendo que el techo no se encuentre tan iluminado como es costumbre verlo en la mayoría de los supermercados. El resultado final será que la atracción visual sea hacia los productos y no

hacia la arquitectura del almacén.

- FLUJO LUMINOSO= 2925 lúmenes

- Para la obtención del coeficiente de utilización se considerarán los datos del luminario TCS con rejilla controladora M2 de la página 142.

- $cu = cu(\text{paredes}) + cu(\text{piso}) =$

$$cu = 0.22 + 0.33 = 0.55 \text{ (Ver capítulo III.3.1).}$$

$$n = \frac{[750 \text{ lux}][9 \text{ m}^2]}{(0.7)(0.55)(2925 \text{ lum})} = 5.99$$

$$(0.7)(0.55)(2925 \text{ lum})$$

Y ya que cada luminaria alberga dos lámparas:

$$\text{luminaria} = \frac{n}{2} = 3.0$$

2

Comprobemos que obtenemos el nivel de iluminancia propuesto:

Utilizando 3 luminarios:

$$E = \frac{3(0.7)(0.55)(2925 \text{ lum})}{9 \text{ m}^2} = 750 \text{ lux}$$

9 m²

(Comparar con cálculo por computadora 5, pag.163).

Como podemos notar, utilizando tres luminarios con lámparas de 34w, obtenemos el nivel de iluminación requerido, y utilizando menos lámparas que en el primer caso y con todas las ventajas ya descritas.

3.- En caso de que en el supermercado las lámparas existentes fueran de arranque instantáneo, pero de 75w, se propone sustituirlas por su versión ahorradora de energía en 60w que al igual que las lámparas de 34w, tienen una tonalidad blanca (T=4100°K) de buen rendimiento de color. Se pueden combinar también con el luminario suspendido tipo TCS con rejilla controladora de luz M2.

El segundo paso para la remodelación de la iluminación de un supermercado está en el área de carnes, frutas y verduras y salchichonería. Se propone el uso de lámparas que emitan luz de aspecto cálido que favorezcan los colores rojos de las carnes y frutas. Es común ver en estas zonas, lámparas incandescentes (sobretudo en la carnicería y pescadería), para la iluminación de estos productos. De hecho en muchas tiendas se tiene una iluminación mixta consistente en tubos fluorescentes y spots incandescentes. Estos últimos se han colocado después de observar que las carnes no presentaban aspecto fresco sino coloración pálida o verdosa bajo la luz de las lámparas fluorescentes. El tener lámparas incandescentes bajo estos productos perecederos, tiene dos resultados:

a) Debido a que estas lámparas emiten una luz cálida de excelente rendimiento de color, las carnes y frutas aparecerán rojas y frescas.

b) Debido a la alta emisión calorífica de los spots, la carga eléctrica por cuestiones de aire acondicionado y refrigeración es muy elevada.

c) Los productos se calientan y disminuye su tiempo de caducidad.

Las lámparas sugeridas son de tipo fluorescente con tonalidad cálida (T=3000°K) que ayudan a resaltar los colores rojos, naranjas y amarillos sin emitir el calor de una fuente incandescente. Similarmente que las lámparas de tonalidad blanca, estas lámparas cálidas también pueden elegirse en sus versiones ahorradoras de energía (ver pag 137).

Como sugerencia pueden colocarse en hileras de pares en luminarios empotrados o de sobreponer con rejillas controladoras de luz, sobre los refrigeradores que exhiben carnes, pescados, frutas, verduras y quesos.

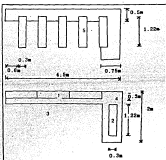
Con la nueva iluminación propuesta, se ayuda al empresario a incrementar sus ventas mediante una presentación más atractiva de los productos.

En la figura 4.15b se muestra la vista de planta de la reproducción de un supermercado iluminado de forma convencional con lámparas de tonalidad luz de día.

En la figura 4.15c se exhibe la vista de planta de la reproducción de un supermercado utilizando el nuevo concepto de iluminación. (Ambos sistemas se encuentran presentes en nuestra sala de exhibición para poder comparar los resultados).

La foto 29 muestra una reproducción de la iluminación tradicional del área de abarrotes de un supermercado así como del mismo mercado iluminado con las lámparas y luminario que hemos propuesto.

Fig. 4.15b Vista de planta de la reproducción de un supermercado. Se muestra la disposición de las lámparas dentro de algunos luminarios fluorescentes de 39 w con tonalidad luz de día.



- 1) Luminario con lámparas de apariencia blanca para áreas generales.
- 2) Luminario con lámparas de aspecto cálido para carnes, frutas y verduras.
- 3) Zona de abarrotes.
- 4) Zona de salchichonería y frutas.
- 5) Luminario con lámparas tipo luz de día.

Fig. 4.15c Vista de planta de la reproducción de un supermercado que utiliza el nuevo concepto de iluminación para supermercados mediante luminarios empotrados con rejilla controladora de luz y lámparas de buena calidad de color.

IV.5.5 TIENDA DE ROPA DEPORTIVA

En esta aplicación, la iluminación se va a realizar en etapas para demostrar el modo en que los distintos sistemas influyen en el carácter de la tienda (muchas de las lámparas citadas aquí han sido ya descritas en otras aplicaciones).

La reproducción de la tienda de ropa se muestra en la foto 23.

1) Iluminación general.

a) Lámparas fluorescentes de 39w, luz de día $T= 6200^{\circ}\text{K}$ y rendimiento de color regular con luminario tipo TCS 300/136 que aloja una sola lámpara con rejilla difusora prismática (pag.146).

Mediante este sistema contamos con una iluminación general difusa que nos permite una buena visibilidad pero sin atraer la atención sobre los artículos que interesan; además las lámparas cuentan con rendimiento de color regular, $R_a= 72$, que no resalta los colores de la ropa que en estos lugares son muy encendidos.

Cálculo mediante el método de los lúmenes (capítulo III.3.1).

DATOS:

-ancho $=a= 2.5 \text{ m}$

-largo $=l= 2 \text{ m}$

-alto $=h= 2.5 \text{ m}$

-altura del plano de trabajo $= 0. \text{ m}$ (Ya que el punto de interés a iluminar de manera general es el piso para permitir una adecuada orientación de los clientes).

-altura de montaje $h_m= 2.5 \text{ m} - 0.1 \text{ m} = 2.4 \text{ m}$.

-Relación del local $= \frac{l \times a}{h_m(1+a)} = \frac{2.5 \times 2}{1.5(2.5+2)} = 0.46$

-Para color verde claro del techo, verde intermedio para y verde oscuro de la alfombra tenemos (Foto 23 y Foto 27):

-Reflectancia de techo $= 0.74$

-Reflectancia de paredes $= 0.56$

-Reflectancia del piso $= 0.1$

-factor de mantenimiento $= f_m = 0.7$ (suponiendo condiciones de limpieza medias).

-coeficiente de utilización $= cu = cu(\text{paredes}) + cu(\text{piso})$

$cu = 0.19 + 0.3 = 0.49$

-FLUJO LUMINOSO $= 2500 \text{ lúmenes}$ (Apéndice C).

-Nivel de iluminación deseado $= 250 \text{ luxes}$, considerado para iluminación general de tiendas departamentales, (Revista de luminotecnia ilr, Alumbrado de Almacenes).

$n = \frac{250 \text{ lux} \cdot l \cdot a \cdot cu}{(0.7)(0.49)(2500 \text{ lum})} = 1.45$

y ya que cada luminario contiene una lámpara, se necesita solo un luminario.

Comprobando que con este sistema obtendremos el nivel propuesto de iluminación:

$$E = \frac{1(0.7)(0.51)(2500 \text{ lum})}{5 \text{ m}^2} = 175 \text{ lux}$$

Con objeto de bañar uniformemente los anaqueles, y alcanzar un nivel general de iluminación mínimo requerido, se colocarán dos luminarios como se muestra en la fig. 4.16a

mediante líneas punteadas.

b) Después de analizar el sistema anterior, muy utilizado en muchas tiendas de México, sugerimos para iluminación general lámparas fluorescentes de 40w, de apariencia cálida, (T=3000°K), y buen rendimiento de color, Ra=85, con luminario TCS 312/136 que aloja una sola lámpara y rejilla de control de brillo tipo M2, (Apéndice D).

-FLUJO LUMINOSO = 3300 lúmenes (pag137)

-cu= cu(paredes) + cu(piso) = 0.21 + 0.34 = 0.55 (ver capítule III.3.1).

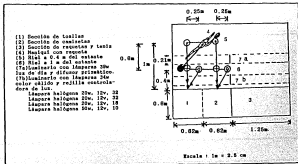
$$n = \frac{(250 \text{ lux}) (5\text{m}^2)}{(0.7) (0.55) (3300 \text{ lum})} = 0.98$$

y ya que cada luminario alberga una lámpara comprobemos que obtenemos el nivel mínimo requerido:

$$E = \frac{1(0.7)(0.55)(3300 \text{ Lum})}{5\text{m}^2} = 254 \text{ lux}$$

Como podemos notar con este sistema obtenemos el nivel mínimo de iluminancia utilizando menos equipo. La apariencia cálida de las lámparas dan un ambiente agradable que ayuda a resaltar los colores cálidos de las camisetas incrementándose el impacto visual con respecto al sistema anterior. A fin de dar uniformidad a la iluminación general se proponen dos luminarias como se muestran mediante líneas punteadas en la fig. 4.16a. Así mismo, la foto 23a, muestra la tienda de artículos deportivos iluminada solo de manera general.

Fig. 4.16a. Tienda de ropa deportiva (vista de planta)



2) Iluminación localizada.

Para los estantes donde se exhiben maletas, raquetas y pelotas, se pueden colocar lámparas fluorescentes de corta longitud (60cm) en 20w, con buen rendimiento de color y tonalidad cálida, ($T=3000^{\circ}K$). (En la parte izquierda de la foto 23b se muestra el efecto obtenido).

Las camisetas y toallas se iluminarán de manera directa para realzar mas su colorido.

Elegimos lámparas halógenas de bajo voltaje debido a sus haces definidos y de varias aberturas, que proveen una luz brillante y excelente rendimiento de color, que aviva los colores de las ropas .

- Sección de toallas

Para la sección de abajo tenemos la siguiente situación: (ver figura 4.16b).

Si vemos las curvas fotométricas de las lámparas halógenas con reflector de aluminio (Apéndice E, pag. 147) nos daremos cuenta que con tres lámparas de 20w, 12V (dos de 32' y una de 18' de apertura) nos bañará perfectamente en las zonas que deseamos, por lo que para esta sección elegimos tres lámparas halógenas con reflector de aluminio de este tipo.

En la fig. 4.16b el estante de ropa se divide en dos secciones; una para toallas y otra para camisetas (ver Foto 23); para efectos de iluminación cada sección se divide en tres partes iguales. El centro de cada parte será el punto a donde se dirigirán los haces de luz.

Para el área de toallas. La primer lámpara de 32' se representa como \odot y se dirige hacia el punto (9) con una distancia de 1.07m, alcanzando a iluminar casi un área circular de 60cm.

La segunda lámpara de 32' se representa como \otimes y se dirige al punto (10) desde una distancia de 1.24m, alcanzando a iluminar un área circular de 64cm.

La tercer lámpara de 18' se representa como \oplus y se dirige hacia el punto (11) desde una distancia de 1.96m cubriendo con luz un área circular de mas de 60cm. Como podemos notar con estas tres lámparas cubrimos por completo el área de toallas.

- Sección de camisetas

Debido a que esta sección es igual a la anterior, se utilizarán tres lámparas halógenas con reflector de aluminio de 20w, dos de 32' de apertura y una de 18'.

Ver fig 4.16a para observar la colocación de cada luminaria desde dos rieles a 40cm y a 1m del estante.

- Manequí (Fig. 4.16c).

Para el manequí elegimos iluminación a contra luz para darle un efecto modelador.

Suponiendo que el punto de interés (cuello-cabeza) se encuentra a 1m de altura, según curvas fotométricas, debemos utilizar una lámpara halógena de 50 w, 12v con 10' de apertura y de esta forma cubrimos un diámetro de casi 30 cm.

En la figura anterior se representa como ● . En la Foto 22 se muestra el efecto de iluminación obtenido con los sistemas propuestos.

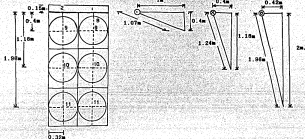


Fig. 4.184. Diagrama frontal que muestra la manera en que se dirigen los haces de luz de las lámparas propuestas sobre los puntos de interés.

- (8) Circunferencia aproximada que formará la luz incidente sobre los estantes.
- (9) Puntos sobre los cuales se dirigen dos lámparas 20w, 12v, 32 , desde un riel que está a la del estante.
- (10) Puntos sobre los cuales se dirigen dos lámparas 20w, 12v, 32 , que están sobre un riel a 40cm del estante.
- (11) Puntos sobre los que se dirigen dos lámparas de 20w, 12v, 18 , que están sobre un riel a 60cm del estante.
- (12) Sección de toallas.
- (13) Sección de camisetas.

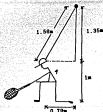


Fig. 4.185. Vista de planta y vista de lado de la forma en que se modela un estante mediante una lámpara heliostática.

IV.5.6 ESCAPARATE DE PEQUEÑAS DIMENSIONES

En un mostrador pequeño de 0.5x1.42m y 1m de alto se mostrará la forma de iluminar artículos finos como joyas, sombreros zapatos, guantes de piel, etc. (fig. 4.17).

En la parte superior del exhibidor se dispone de un riel donde se colocarán las lámparas halógenas de color ámbar y halógenas de aluminio que bañarán los objetos. La idea es crear una iluminación de calidad donde la luz exista solo donde se requiere o sea sobre los artículos mediante las siguientes lámparas;

- 1- lámpara halógena con filtro dicróico, 12v, 50w, 40° de abertura para bañar un sombrero a 30 cm de distancia.
- 2- lámpara halógena con filtro dicróico, 12v, 50w, 24° de abertura para iluminar unos guantes a 40 cm de distancia.
- 3- lámpara halógena con filtro dicróico, 12v, 20w, 36° de abertura para iluminar unos zapatos a una distancia de 0.5 m.
- 4- lámpara halógena con reflector de aluminio, 12v, 20w, 6° de abertura para bañar un brazalete de brillantes a 40cm de distancia.
- 5 y 6- Dos lámparas halógenas con reflector de aluminio, 6v, 15w, 4° de abertura para iluminar anillos de piedras a 0.5 y 0.4m de distancia respectivamente.
- 7- lámpara halógena con reflector de aluminio, 12v, 50w, 10° de abertura para iluminar una gargantilla de piedras a 60cm de distancia.

Las distancias nombradas se miden del centro del spot al punto de interés a iluminar.

Observando la curva fotométrica de cada lámpara (Apéndice E), podemos comprobar que con los grados de abertura elegidos podremos resaltar los artículos sin desperdiciar la luz hacia los lados.

Es importante coenzantar que dentro de las curvas fotométricas de las lámparas, los grados de abertura se han determinado al 50% de la intensidad luminosa promedio.

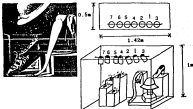


Fig. 4.17 Vista de planta y de frente de un pequeño escaparate en donde se muestra la disposición de las lámparas propuestas. También se muestra el efecto producido con el sistema anterior.

JUSTIFICACIONES

Las lámparas halógenas de bajo voltaje poseen una luz brillante y clara además de contar con excelente rendimiento de color por lo que da calidad a un aparador de artículos finos como piel, alimentos, etc.

Por otro lado cuentan con dimensiones pequeñas por lo que se pueden utilizar en aquellos exhibidores con espacios reducidos como joyerías y pequeños escaparates. Otra cualidad de su tamaño es que permite el control de los haces (se tiene luz solo donde se necesita).

Algunas lámparas con reflector de aluminio logran haces muy cerrados (4') que se antojan para realizar el resplandor y brillo de las joyas o para acentuar objetos pequeños.

En aquellos casos donde la radiación de calor (sobre todo cuando se tienen pequeñas distancias) es un inconveniente que puede dañar telas, oleos, piel, etc.) se tiene la alternativa de utilizar lámparas con filtro dicróico (capítulo III.1.1.d). También existen lámparas dicróicas con cubierta de vidrio integrada que además de proteger a la lámpara de ser tocada, filtra la radiación Ultravioleta que también daña a las telas y las pinturas.

IV.5.7 ILUMINACION DE SALAS DE ESTAR, HABITACIONES, COMEDORES Y RECIBIDORES

Se expondrán mediante paneles pequeños de 40cm X 30cm y 40cm de alto, los efectos ambientales creados con cinco lámparas incandescentes en tonos color pastel tipo softone pastel: rosa, verde, azul, naranja y amarillo en 60w. (Fotos 24a,b,c,d,e). La idea es demostrar como una habitación a escala en la que predomina un color en la decoración, se puede realzar de manera suave mediante el uso de una lámpara del mismo tono que le dará a la habitación un toque especial de confort y buen gusto. Por otro lado debajo de cada panel compararemos el mismo ambiente a escala, con la misma decoración y color, pero iluminado con el foco tradicional que utilizamos en nuestras casas tipo softone blanco, (de esta manera podremos apreciar la diferencia). Mediante este nuevo sistema, se desecha la idea tradicional de utilizar lámparas brillantes de color blanco y en cambio se abre camino a una nueva iluminación de color suave, y con la misma cantidad de luz emitida y que ayuda tanto a la decoración como a la creación de una atmósfera relajante propia para el hogar.

Notemos que en esta aplicación la importancia la tiene la decoración y realce de un ambiente sin tomar en cuenta el nivel de luz ya que este tipo de iluminación se aplica en lugares donde las personas no realizan tareas visuales fuertes sino que descansan y se reúnen como en salas, habitación y recibidores.

La Foto 24f muestra una habitación iluminada con luz blanca. Al comparar esta foto con las anteriores, podemos darnos cuenta del ligero toque de color que aportan las lámparas de tonos pastel.

V APLICACIONES

V.1 FORMA DE UTILIZAR EL CUARTO DE EXHIBICIONES

A continuación desglosaremos un plan sobre la forma de utilizar el cuarto de exhibiciones.

El visitante previamente habrá leído los paneles informativos que se encuentran en los pasillos de la entrada acerca del funcionamiento y tipos de lámparas incandescentes y de descarga, así como del ojo humano y la visión.

I QUE ES LA LUZ (Ubicación: sala de recepción)

Para esto nos ayudaremos de una de las lámparas que están en el techo conectada a un regulador de luz.

1. Comentar la importancia de la iluminación artificial. La sala deberá estar totalmente oscura por lo que no existe orientación visual posible.
2. Encender la lámpara ligeramente para disponer de una orientación visual muy tenue.
3. Encender mas la lámpara. Con esta iluminación se permite la percepción de los objetos así como la circulación por el área.
4. Encender al máximo la lámpara para lograr la apreciación de detalles y colores de los objetos.
- 5.- Enfatizar el hecho de que la percepción visual solo fue posible con la ayuda de la luz y dependiendo de la intensidad de esta existen distintos grados de percepción: primero de orientación, luego de los objetos y por último de detalles y colores.

II RAPIDES DE PERCEPCION VISUAL.

1. Mediante un cono giratorio que tiene letras a su alrededor de distintos tamaños. El cono en principio está estático (el cono se iluminará con una lámpara provista con regulador de luz). Hacer notar que aun con poca iluminación percibimos con dificultad las letras del cono.
2. El cono comienza a girar y se encuentra iluminado con la misma luz tenue. Notar que ahora no se perciben detalles.
3. Al incrementar el nivel de iluminación que alumbrá el cono permite percibir las letras.
4. Se incrementa mas la velocidad de rotación. Ya no es posible la percepción de las letras.
5. Se incrementa el nivel de iluminación. Notar que mejora la percepción.
6. Comentar que a mayor nivel de iluminación, se pueden distinguir objetos mas pequeños con menos esfuerzo; lo mismo sucede cuando la información visual ocurre mas rápido. P.e. se requiere mayor nivel de iluminación cuando se juega tenis que cuando se juega futbol, ya que en el primer caso existe mayor velocidad de la información visual y el objeto en cuestión es mas pequeño.

III CONTRASTE VISUAL

1. Se hace uso de dos rectángulos, uno blanco y uno negro (Foto 28); sobre cada rectángulo se coloca un semicírculo

gris. Los visitantes afirmarán que el semicírculo que está sobre el rectángulo negro se nota más claro. Al quitar los rectángulos y dejar los semicírculos únicamente, se hace notar que ambos son del mismo color.

La diferencia de color radica en que la pupila de nuestros ojos se ajusta al nivel de luz que recibe. Una superficie blanca refleja más luz que una oscura, por lo que al observar el rectángulo blanco, la pupila se reduce más lo mismo que la sensibilidad del ojo por lo que el semicírculo gris en esta superficie se ve más oscuro. Por el contrario al mirar la superficie negra, la pupila es más grande lo mismo que la sensibilidad del ojo y el semicírculo gris en esta superficie se nota más brillante.

IV ADAPTACION CROMATICA

1. Al iluminar el entorno de un rectángulo blanco con luz roja, este rectángulo se nota verdoso.
2. Al iluminar el entorno de un rectángulo blanco con luz azul se notará amarillento.
3. Ahora bien, si iluminamos un rectángulo rojo con luz blanca y luego con luz verde, se notará de un color rojo más intenso con el último caso.
4. Comentar que este fenómeno visual se llama: Adaptación Cromática, y se debe a que cuando un color domina en un espacio, la sensibilidad a este color decrece de la de los demás colores, por lo que un campo de color neutral (como el blanco), dará la impresión del color complementario al dominante. P.e. el mismo efecto que vimos con el rectángulo rojo iluminado con luz verde, es el que utilizan en las carnicerías colocando la carne sobre camas de lechuga, para que la carne se vea más roja.

V MEZCLA DE LUCES

1. Comentar que la luz blanca está compuesta por varios componentes de luces de colores como el rojo, naranja, amarillo, verde, azul y violeta. Pero no es necesario tener todos estos colores para formar la luz blanca, sino que será suficiente mezclar las luces de los colores primarios como rojo, verde y azul para obtenerla. A la vez que se realizan estos comentarios, hacer las mezclas sobre una pantalla blanca.
2. Solo bastará solo con mezclar luz azul y amarilla para obtener la blanca. Realizarlo sobre la pantalla.
3. Comentar que los colores secundarios se forman de la siguiente manera:
 - luz amarilla = roja + verde
 - luz cian = verde + azul
 - luz morada = roja + azul

VI RENDIMIENTO DE COLOR VS EFICACIA LUMINOSA

1. Comentar que las lámparas incandescentes tienen al igual que la luz del sol, un espectro visible continuo mientras que las de descarga tienen un espectro no continuo.
2. Comentar también que un objeto solo puede reflejar un color si este se encuentra presente en la luz que lo ilumina.

Explicar que el rendimiento de color es una medida que determina como se verán los colores bajo luz artificial y por tanto las lámparas incandescentes tendrán mayor índice de rendimiento de color que las de descarga.

3. Mostrar una curva de sensibilidad de ojo y señalar que la máxima sensibilidad se encuentra a la mitad de la curva con el color amarillo. Comentar que este principio se aplica para la lámpara de sodio baja presión, la cual tiene bajo índice de rendimiento de color.

4. Iluminar un florero con plantas de colores mediante una lámpara reflectora incandescente.

5. Atravesar un filtro para el color amarillo a esta luz y notar que aun si se interpone un filtro para el color amarillo, las flores amarillas lo seguirán siendo, ya que esta fuente contiene un espectro continuo con todos los colores, y el amarillo se formará con la mezcla de luz roja y verde.

6. Iluminar el florero ahora con la lámpara de sodio en baja presión. Comentar que no se percibe mas color que el amarillo ya que esta fuente solo emite radiación en la banda del amarillo. Explicar que esta lámpara es ideal donde se requiere alta eficacia luminosa, donde el factor económico es importante y donde no importa el color de los objetos iluminados. Por otro lado cuando se requiere de un alumbrado que permita la distinción de los colores, podemos utilizar la lámpara de sodio en alta presión.

VII TEMPERATURA DE COLOR

1. Comentar que la temperatura de color es una medida en grados Kelvin de la impresión de color que da una lámpara. P.e. si tomamos una pieza de metal y la ponemos al fuego, este metal se calienta, se empieza a poner rojo y conforme se incrementa la temperatura, el metal irá adquiriendo diferentes colores hasta llegar al blanco, entonces el color de la luz emitida por este metal, dependerá de su temperatura. Esta situación sucede con el foco incandescente.

2. Invitar a los visitantes a mirar los paneles de temperaturas de color que están sobre del techo y comentar que una lámpara cuya luz tenga baja temperatura de color, tendrá una apariencia cálida como la puesta del sol mientras que una luz con alta temperatura de color tendrá una apariencia fría.

VIII LÁMPARAS FLUORESCENTES

1. Comentar acerca de la superioridad energética de las lámparas fluorescentes sobre las incandescentes, ya que mientras estas producen 14 lúmenes por watt, las primeras dan 100 lúmenes por watt y con la misma potencia.

2. Explicar que la luz en las lámparas fluorescentes se obtiene a partir de la fluorescencia de la radiación ultravioleta al incidir sobre los polvos fosforescentes con que se cubre el tubo de estas fuentes. A la par debe mostrarse el tubo fluorescente cubierto con fósforo hasta la mitad para que la gente aprecie la diferencia luminosa entre ambas mitades (Foto 26).

IX CUBO DE LUCES

1. El cubo de luces es un área que se va a iluminar por varias combinaciones de lámparas y luminarios para lograr desde iluminación general hasta iluminación localizada.

2. Iluminación de tipo general

a. Encender cuatro lámparas incandescentes de 100 w cada una con luminarios tipo 622 (Foto 3). Notar que en la habitación, la luz se encuentra distribuida de manera uniforme. El ambiente creado es placentero ya que la luz tiene un color blanco cálido, además el rendimiento de color es excelente (esto se comprueba al observar la figura multicolor que está en el centro de la habitación). El utilizar este tipo de lámpara a la larga es mas costoso ya que no es eficaz, genera mas calor que luz y dura solo 1000 horas.

b. Conmutar a una lámpara halógena de 200 w con luminario tipo 691 (Foto 4). Se logra una iluminación general pronunciada, ya que la lámpara halógena emite una luz de gran calidad. Tanto el aspecto de la luz así como el rendimiento de color son semejantes a los del primer tipo de lámpara incandescente.

c. Conmutar a tres lámparas PLC de 18 w con luminario tipo 629 (Foto 5). La iluminación general del ambiente es confortable ya que la lámpara emite una luz cálida semejante a una incandescente consumiendo menos energía, desarrollando menos calor y con una vida mayor.

d. Conmutar a una lámpara de sodio alta presión de 50 w con luminario tipo 682 (Foto 6). El impacto visual se incrementa como resultado de la luz cálida y la alta intensidad luminosa. Estas lámparas además de durables, conservan casi la misma cantidad de luz durante toda su vida.

e. Ahora toca el turno a una lámpara de aditivos metálicos de 70w con luminario tipo MBS 101/70, (Foto 7), que en conjunto emiten una luz blanca cálida de buen rendimiento de color.

f. Conmutar a una lámpara de aditivos metálicos de 150 w con luminario tipo MBS 101/150 (Foto 8). Con la luz blanca de esta fuente y su buen rendimiento de color nuestro espacio se ve iluminado con gran calidad. El luminario además tiene la capacidad de ser orientado a donde se requiera bañar con una luz blanca e intensa alguna área determinada.

g. Conmutar a una lámpara de mercurio alta presión de 125 w con luminario tipo 685 (Foto 9). La apariencia de esta luz es blanca azulosa y el rendimiento de color de esta fuente no es muy bueno, por lo que el espacio aparecerá con una iluminación de tipo general de aspecto frío.

3.- Iluminación de ACENTUACION.

Para iluminación de acentuación, se disponen varias combinaciones de lámparas luminarios, y cada una de ellas se proyectará sobre el objeto multicolor que está sobre la pared, a fin de que se noten los efectos que imprimen sobre este objeto.

Es importante aclarar que para acentuación se han elegido lámparas de tipo incandescente normal, tipo bowl reflector o reflecto de globo, Far 36 y halógenas, debido a que su tamaño pequeño permite controlar el haz de luz y también debido a su

excelente rendimiento de color.

a) Par 36 de 50w de haz muy cerrado (de 6' de abertura).

b) Par 36 de 50w de haz cerrado (de 15'da abertura).

Resaltar que con estas lámparas se obtienen haces muy concentrados y definidos que acentúan muy bien el objeto.

c) Incandescente de 100w con luminario tipo 622 (Foto 3). A manera de comparación, con este sistema iluminamos uniformemente la pared.

d) Incandescente de 100w con luminario tipo 620 (Foto 10). Iluminando con este sistema la pared del fondo, el cuarto parecerá angosto y largo.

Comentar que con estas lámparas se mostró la iluminación de las paredes de una habitación.

e) Incandescente tipo bowl reflector de 100w, con luminario tipo 839 (Foto 11) (16'de abertura).

f) Incandescente tipo bowl reflector de 60w, con luminario tipo 50860 (Foto 12) (34' de abertura).

g) Incandescente tipo bowl reflector de 60w, con luminario tipo 60002 (Foto 13) (38' de abertura).

Comentar que con los sistemas anteriores se obtienen haces definidos por lo que son óptimos para acentuación y creación de efectos teatrales y dramáticos.

h) Halógena, 12v, 50w, 34' de abertura con luminario tipo 630 (Foto 14). La iluminación que proporciona esta fuente sobre la pared es con un acento pronunciado. El cuarto aparecerá más largo y sin altura.

i) Halógenas, 12v, 20w, de: 6', 8', 32' de aberturas con luminario tipo 660 (Foto 15). Con las distintas aberturas de los haces podemos acentuar objetos pequeños y mas grandes, además de que el sistema orientable del luminario, permite flexibilidad en tiendas donde constantemente existen cambios de muebles y objetos.

4.- Iluminación de REALCE.

Comentar que para realce de los colores de los objetos se proponen dos alternativas.

a) Lámpara de sodio alta presión blanca de 50 w, tipo SON-White con luminario 681 (Foto 16).

La característica de esta luz es que permite resaltar los colores de los objetos, sobre todos rojos, amarillos y verdes. Se notará que el objeto multicolor como toma vida.

b) Lámpara de aditivos metálicos de 150 w (MHN-F) con luminario tipo MBS 101/150 (Foto 18). Esta fuente es menos eficaz que la anterior, pero tiene muy buen índice de rendimiento de color, además de una luz muy intensa y blanca, por lo que los colores de los objetos se reproducen con mucha vida. 5.- Características de rayo.

Comentar que cada combinación de lámpara y luminario produce un rayo de luz con ciertas características como son: la intensidad de la luz, el tamaño de la mancha de luz (spot de luz) y la cantidad de luz derramada alrededor de este spot luminoso.

Es importante saber escoger el rayo de luz adecuado para una aplicación específica, ya que existen rayos de luz uniformes así como manchas de luz con una envolvente mas tenue (dentro de este caso puede suceder que la transición entre la mancha y el derrame extra de luz sea

suave, casi inapreciable, como también es posible que esta transición sea muy notoria).

Los científicos han analizado los rayos para iluminación de acentuación y los han clasificado de acuerdo a sus características en grupos "K".

Fijarse en la figura multicolor que está colocada sobre la pared del fondo al ir conmutando los distintos tipos de spots luminosos :

K1.- Mediante lámpara PLC de 13 w y luminario tipo 828 (ver fig), obtenemos un spot amplio y uniforme para iluminación de tipo general (Foto 17).

K2.- Mediante lámpara halógena, 12v, 50 w y luminario tipo 849 obtenemos un spot en el que la transición entre la mancha de luz y la luz derramada alrededor es suave y casi no se nota (Foto 18).

K3.- Con lámpara Par 38, 100 w y luminario tipo 819 (ver fig) obtenemos un spot donde la transición entre la mancha de luz y la luz derramada alrededor es mas notoria y este desperdicio de luz se nota como un anillo tenue alrededor de la mancha central que sirve para iluminar los alrededores del objeto (Foto 19).

K4.- Mediante lámpara Bowl reflector, 100w y luminario tipo 839, obtenemos un spot con un mínimo de desperdicio. El rayo que forma este spot es muy concentrado y definido. Mediante el uso de este haz, se pueden resaltar los artículos de escaparates y se pueden lograr efectos dramáticos sobre los maniquis de los escaparates (Foto 11).

K5.- Mediante lámpara halógena, 12v, 50w y luminario tipo 899, obtenemos una mancha de luz puntual sin desperdicio y totalmente definida gracias al sistema óptico con que cuenta el luminario. Este haz tiene mucha aplicación en teatro, museos y aplicaciones artísticas (Foto 20).

X. DEMOSTRACION DE ILUMINACION PARA OFICINAS.

1. Existe una influencia psicológica de la luz que depende de sus características, permitirá que las personas que laboran en un lugar se sientan mucho o poco motivados para desempeñar sus actividades de la manera eficiente posible. En estos sitios una buena iluminación evita el esfuerzo visual y el cansancio.

Explicar que la apatía hacia las lámparas fluorescentes se debe a que las que utilizamos tradicionalmente, tiene un bajo rendimiento de color y una apariencia fría azulosa. Al respecto podemos decir que actualmente existen lámparas fluorescentes con alto índice de rendimiento de color y buena apariencia que proporcionan buena cantidad y calidad de luz para las oficinas modernas.

Además de las lámparas, es importante el tipo de control de luz que se selecciona para que se logre una buena distribución de la luz sin deslucramiento.

En la reproducción de la oficina se harán las siguientes conmutaciones:

2.- Iluminación de tipo general:

a) Dos luminarios de espotrar con dos lámparas fluorescentes de color luz de día, 39 w, con difusor prismático.

La iluminación de esta oficina es como la mayoría que conocemos. La apariencia de color de la luz da una impresión psicológica de frialdad, además el rendimiento de color de estas fuentes es pobre. Por otro lado el difusor prismático concentra para sí una buena cantidad de luz. (Notar el reflejo que existe sobre el monitor de la computadora).

b) Dos luminarios de empotrar con lámparas fluorescentes de color blanco cálido, 34 w, con rejilla controladora de luz M2 (Apéndice D).

La luz de esta fuente tiene una apariencia cálida y buen rendimiento de color. Esta fuente es ideal para oficinas donde se requiere crear un ambiente cálido. La rejilla M2 tiene un sistema de espejos que provee una mejor distribución de la luz y evita deslumbramientos en la pantalla de la computadora. También se muestra este mismo sistema, pero con lámparas de tonalidad blanca.

c) Dos luminarios de empotrar con lámparas fluorescentes de color blanco, 34w, y rejilla controladora de luz M5. Esta fuente es ideal para oficinas modernas, ya que además del buen rendimiento de color de su luz, tiene una apariencia blanca agradable. Además la rejilla M5 contiene un sistema de espejos que controla con más cuidado la luz, por lo que esta se puede incluir no solo en oficinas, sino en salas de computo.

d) Iluminación de tipo indirecto mediante lámpara de aditivos metálicos de 150 w y luminario tipo MCG 101/150 (Foto 21).

Comentar que estamos acostumbrados a que las luminarias se encuentren arriba de nosotros, pero también existe la posibilidad de utilizar iluminación de tipo indirecto, obteniendo un buen nivel de luz y sin ver la luz directamente. Con este sistema, el techo se ilumina y se convierte en nuestra fuente de luz.

3.- Iluminación de acentuación. Mediante lámparas halógenas con filtro dicróico de 50w, 12v, 12' (color verde) y con reflector dicróico 18' de abertura para iluminación de acentuación de una planta y un cuadro respectivamente. Notar como tanto el cuadro como la planta se iluminan enfatizadamente. La planta adquiere gran vida bajo el rayo verde de la lámpara halógena.

- En oficinas que cuentan con luz del sol, deben estar provistas con persianas que controlan la entrada de la luz natural, permitiendo el paso de esta a un nivel que ayude a ahorrar energía eléctrica pero sin deslumbrar.

Así mismo si el trabajo requiere gran esfuerzo visual, se sugiere utilizar lámparas de apoyo para cada escritorio.

XI ILUMINACION DE ESCAPARATES.

1.- La iluminación adecuada en tiendas, estimula las ventas ya que:

- crea un ambiente propicio para la compra.
- marca la atención hacia los objetos que deben verse.
- en general contribuye al éxito de la tienda mediante la "compra visual".

La técnica a utilizar para iluminación de escaparates, consiste en iluminación general mas la iluminación de

acentuación en adición con el color de la luz empleada. Todo lo anterior debe elegirse teniendo en cuenta al grupo de consumidores a los que se quiere dirigir la venta.

2.- Iluminación general.

a) Lámpara fluorescente de 60w, color blanco cálido, con rejilla controladora de luz M2.

Este sistema provee, una buena iluminación de tipo general y la luz se dirige muy bien hacia abajo. La luz tiene buen rendimiento de color y tiene apariencia cálida que le da categoría y elegancia a una tienda de este tipo.

3.- Iluminación localizada.

Para iluminar artículos y manequis en un escaparate existen dos posibilidades:

La primera es una iluminación de realce que logrará encender los colores de las telas y materiales.

a) Con lámpara de sodio alta presión de luz blanca, 50 w, tipo White-Son. La luz de esta fuente cuenta con buen rendimiento de color y es de apariencia cálida. Los colores de los manequis bajo esta fuente aparecerán con gran vida (sobre todo los rojos).

b) Lámpara de aditivos metálicos de 150 w. La luz de esta fuente es muy blanca e intensa, además de que tiene muy buen rendimiento de color, por lo que esta lámpara es ideal para resaltar los colores de los vestidos, (sobre todo los blancos).

La segunda es la iluminación de acentuación que mediante luz y sombras permite crear efectos de modelado sobre los manequis resaltando sus formas y contornos y también creando cierta dramatización. La iluminación de acentuación y realce también se aplican en teatros y museos.

a) Par 36 de haz muy concentrado, dirigido desde la izquierda le da al primer manequi un efecto teatral-dramático. Mediante un segundo haz de apoyo producido por una lámpara Par 36 de 50 w de haz menos cerrado (es menos intenso), dirigido desde la derecha, suavizará el primer efecto. Nuestro manequi muestra todas sus formas y contornos de una manera suave ideal para un escaparate de modas (Foto 22).

b) Un efecto modelador dramático se obtiene mediante una lámpara incandescente tipo bowl reflector de 100w, con luminario tipo 839. Se crea un haz cerrado y se dirige desde la izquierda sobre el segundo manequi.

c) Ahora obtenemos un efecto modelador diferente iluminando el segundo manequi desde atrás con lámpara tipo bowl reflector de 100w y luminario 50860. Apreciamos que la iluminación desde atrás permite revelar el contorno de los objetos. Debe tenerse cuidado en la colocación de la lámpara pues puede provocar deslumbramiento. d) Podemos lograr efectos dramáticos sobre el rostro del segundo manequi (aplicable en museos y teatro) si se ilumina desde abajo mediante un haz cerrado proveniente de lámpara bowl reflector de 100 w y luminario tipo 839.

e) Mediante la combinación de los sistemas anteriores al segundo manequi obtenemos un efecto modelador completo del maniqui donde se realizan sus contornos, facciones y

volúmenes.

f) Por último solo se iluminarán los maniquis mediante el alumbrado de tipo general (como lo hacen muchas tiendas de nuestro país). Se puede percibir la falta de efecto modelador con respecto a los otros sistemas.

XII ILUMINACION PARA SUPERMERCADOS Y TIENDAS DE AUTOSERVICIO

1.- Se muestra el concepto tradicional de iluminar los mercados mediante lámparas fluorescentes de 39w color luz de día con luminarios desnudos.

Comentar que esta lámpara además de contar con una luz de aspecto frío tiene un rendimiento de color regular que no favorece a que los productos se vean llamativos y antojables. Mediante este tipo luminario, el techo se nota brillante y a veces mas iluminado que los productos.

2.- Ahora se iluminará la zona de paracederos con lámparas de 34 w de apariencia blanco-cálido (T=3000°K) y buen rendimiento de color con luminario de empotrar tipo TCS 312/236 y rejilla de control de luz M2.

Comentar que el color cálido de esta luz además de su buen rendimiento de color hace que los productos se vean frescos y antojables. La rejilla de control de luz permite que esta no se concentre tanto en el luminario y se esparsa mas hacia donde se requiere o sea sobre los artículos.

Para zonas generales y de abarotes, utilizaremos lámparas de 34w con luz de apariencia blanca (T=4000°K) y buen rendimiento de color con la misma rejilla controladora de luz que el caso anterior. Comentar que la única diferencia al sistema anterior es la tonalidad de la luz.

XIII TIENDA DE ROPA DEPORTIVA

1.- El primer sistema es muy comúnmente usado en México y consiste en lámparas fluorescentes de 39w luz de día con regular rendimiento de color con luminario tipo sobreponer TBS 300/136 con difusor prismático que aloja una sola lámpara. Con este sistema, se cuenta con una iluminación general difusa pero la luz de apariencia fría no permite enfatizar los colores de los artículos.

2.- El segundo sistema consiste en utilizar lámparas fluorescentes de 34w de apariencia blanco-cálido (T=3000°K) con rejilla controladora de luz tipo M2. Este sistema permite una mejor distribución general de la luz que el anterior pero aun falta iluminar mas directamente a los artículos, así que este sistema se complementa con el uso de lámparas fluorescentes de 20w escondidas en el fondo de los estantes de vidrio que muestran raquetas, tenis y maletines. La luz de estas pequeñas fuentes, es de aspecto blanco cálido y tiene buen rendimiento de color.

3.- Ya que en esta tienda de artículos deportivos existen toallas y camisetas de gran colorido resaltaremos estos colores mediante lámparas halógenas pequeñas de 20w, 12w, de 32° y 18° de abertura ya que la luz de estas fuentes es muy brillante y de excelente rendimiento de color (Foto 23).

XIV ESCAPARATE DE PEQUEÑAS DIMENSIONES PARA ARTICULOS FINOS

Comentar las ventajas del uso de lámparas halógenas de bajo voltaje para el realce y acentuación de productos en pequeños mostradores. También destacar la ventaja de las lámparas dicróicas para iluminación de objetos delicados y sensibles al calor.

XV REALCE DE INTERIORES MEDIANTE LAMPARAS DE TONOS PASTEL

El impacto visual y la decoración de un interior se incrementan con el uso de fuentes que proveen luz con un suave tono de color pastel ya sea rosa, verde, azul, naranja o amarillo. Se aprecia la diferencia de este efecto al compararlo con la iluminación provista por una lámpara de luz blanca (Foto 24).

XVI RENDIMIENTO DE COLOR

Explicar que el rendimiento de color es la medida de como percibimos el color de los objetos bajo la luz de una lámpara. Invitar a los visitantes a comparar como se aprecia un mismo objeto multicolor bajo los distintos tipos de lámparas. Comentar que algunas fuentes reproducen más fielmente los colores que otras.

XVII SALA DE RECEPCION Y PASILLOS

Para la iluminación de la sala de recepción y en los pasillos se utilizaron lámparas tipo PL de 13w con luminarios de empotrar como alternativa para iluminación de tipo general para salas de conferencia y reuniones, contando con una luz que no irradia mucho calor, pero que cuenta con una apariencia cálida (crea un ambiente placentero), y con buen rendimiento de color.

CONCLUSIONES

No puede restársele importancia a la iluminación artificial en nuestra sociedad; sin esta la vida comercial, cultural y social se detendría al caer la oscuridad.

Gracias a la iluminación artificial actualmente existen fábricas que no necesitan iluminarse a ninguna hora del día.

¡NO!, de ninguna manera se trata de una contradicción si pensamos en que los operarios de estas "fábricas oscuras" son robots y que la tecnología que se necesitó para llegar a esto ha sido desarrollada bajo luz de fuentes artificiales.

En general cuando se va iluminar un lugar, se piensa en poner unos "focos" mas o menos distribuidos en este sitio y nunca se considera la posibilidad de que un ingeniero especializado en iluminación diseñe la instalación de alumbrado. De hecho la iluminación se deja en la mayoría de los casos al final.

Debemos estar conscientes que siempre la ingeniería de cualquier proyecto es "costosa", pero a futuro nos evita muchas dificultades ya que en el caso de iluminación, un diseño ingenieril proveerá instalaciones adecuadas con la mínima probabilidad de fallo y en el caso de que surgiera algún problema, se dispone de diagramas, planos y datos técnicos para su pronta solución.

La iluminación es algo que pasa inadvertido por la mayoría de las personas y esto es porque se nos ha acostumbrado a adaptarnos al alumbrado que exista en lugar de que este se proyecte de acuerdo a las necesidades de los usuarios, su edad, finalidad de las áreas y efectos deseados.

Desgraciadamente en México existen pocas personas con conocimientos en iluminación y esto lo podemos palpar en primer lugar al darnos cuenta del alto consumo de energía eléctrica por cuestiones de iluminación ya que por la misma ignorancia se utilizan fuentes luminosas poco eficientes, por otro lado estas fuentes de luz no son de nuestro agrado ya sea por la cantidad de calor que irradian, por el color de la luz emitida, o por la iluminación deficiente o exagerada que proporcionan.

Muchas recomendaciones, criterios y diseños de iluminación extranjeros, se copian en México, de hecho, la bibliografía existente es foránea. Al respecto podemos comentar sobre todo en cuanto al calor y color de luz se refiere, que el gusto latino varía del de los anglosajones ya que estos se inclinan hacia una luz mas caliente y de aspecto mas cálido debido a las condiciones climáticas tan extremas por las que tienen que pasar, sin embargo nosotros además de contar con el sol todo el año, no tenemos esa clase de clima. Por otro lado en cuanto a los niveles de iluminación recomendados para

distintas áreas, notamos que a los norteamericanos les gusta estar inundados de luz mientras que los europeos quizá por la crisis energética tan grave que padecen, recomiendan niveles de iluminación que solo proporcionen el mínimo necesario para realizar las labores en un determinado lugar. Todas estas cuestiones deberían ser tomadas en cuenta por los encargados de los proyectos de iluminación mexicanos a fin de que su trabajo se convierta en un éxito.

La iluminación no debe entenderse solo como un nivel de luz adecuado para ver. Cítenos algunos otros aspectos de la luz:

- Aspecto publicitario de la luz. Los diseñadores de escaparates, comerciantes y dueños de tiendas y almacenes, tienen una arma muy poderosa en la luz para exhibir sus productos de la manera mas atractiva posible.

- Por otro lado el aspecto psicológico que tiene la iluminación nos demuestra que dependiendo del color e intensidad de esta se puede influir en el humor de las personas y ayudar a que en un lugar se realicen las actividades para las que fué diseñado este lugar; p.e. en una fábrica mediante una iluminación con buen nivel de iluminancia y una luz de tonalidad fría, permitirá crear una atmósfera también fría e impersonal que estimule al trabajo mientras que en una sala de estar, una luz tenue y de aspecto cálido dará una impresión acogedora y relajante que estimulará al descanso.

- Aspecto decorativo. Debemos estar conscientes que cualquier espacio bañado con luz adecuadamente se verá mas atractivo.

Con la extensa gama de lámparas existentes no existe ningún límite para la iluminación de cualquier aplicación.

- Aspecto comercial. Desde el punto de vista comercial pienso que a una empresa le conviene que sus trabajadores y empleados rindan lo mas posible y puedan desempeñar mejor sus tareas al sentirse bien iluminados, independientemente de la importancia del cuidado de la visión.

- Aspecto artístico. La iluminación es un arte ya que nos permite "modelar" y "esculpir" objetos para que muestren sus relieves, contornos y texturas en aplicaciones de iluminación de edificios, monumentos, maniqués y personas (como en cine y teatro).

- Aspecto científico. Actualmente ante la enorme dependencia de la luz artificial, su estudio ocupa un lugar prominente.

Diversas ramas de la ciencia se ven involucradas en este estudio. Por un lado la ingeniería, la física y la química que intervienen en el diseño de equipos de iluminación que disponemos. La medicina y los estudios de la conducta humana que analizan los efectos de la luz sobre nuestro organismo y actividades. De acuerdo a estos estudios se han logrado diseños que dan resultados sorprendentes. Salones de descanso, museos, laboratorios, talleres de diseño y salas de operaciones cuentan hoy con una luz expresamente diseñada para los fines que persiguen, sin la cual el rendimiento de las personas que hacen uso de ellas se vería seriamente disminuido o totalmente imposibilitado.

Quizá las recomendaciones y sugerencias en las aplicaciones de este trabajo, no se lleguen a concretizar en ningún proyecto pero de hecho el objeto de esta tesis es el crear una inquietud en las personas para que comprendan que la iluminación no es una situación que se deba tomar a la ligera y al igual que en cualquier proyecto, como en la construcción de una casa, se necesita planear, diseñar y calcular.

Por último, la siguiente idea es la base sobre la cual se apoya y resume todo mi trabajo:

La iluminación artificial no debe ser vista como un pobre sustituto de la luz del sol sino que ha sido desarrollada sobre bases científicas para permitir que nuestra vida sea lo más cómoda, agradable, y funcional posible.

BIBLIOGRAFIA

- IES LIGHTING HANDBOOK
1981 Application Volume
- J. B. DE BOER / D. FISCHER
INTERIOR LIGHTING
PHILIPS TECHNICAL LIBRARY
Eindhoven
- MANUAL DE ALUMBRADO DE PHILIPS
4a Edición
- FUNDAMENTOS DE LAMPARAS E ILUMINACION
FOCOS S. A.
Willard Alphin.
- MANUAL DE ALUMBRADO
WESTINGHOUSE
Ed. Dessat, S.A.
3ra. Edición.
- CURSOS SOBRE APLICACIONES DE ALUMBRADO
Lidec (Centro de diseño e ingeniería de alumbrado)-
PHILIPS.
Tomos : 1 LUZ Y PERCEPCION
2 HISTORIA DE LA LUZ Y EL ALUMBRADO
4 VISION
5 MAGNITUDES, UNIDADES Y MEDICIONES
6 ASPECTOS CUALITATIVOS DEL ALUMBRADO
8 LAMPARAS INCANDESCENTES
9 LAMPARAS FLUORESCENTES
10 LAMPARAS DE MERCURIO ALTA PRESION
11 LAMPARAS DE SODIO ALTA Y BAJA PRESION
15 SISTEMAS DE CONTROL DE LA LUZ
- REVISTA INTERNACIONAL DE LUMINOTECNIA Ilr , 1981/1
- LUMINOTECNIA Y SUS APLICACIONES
Emilio Carranza Castellanos.
Ed. Diana
- CATALOGO DE LUMINARIAS PARA INTERIORES (INDOOR).
Philips
- CATALOGO DE LUMINARIAS PARA EXTERIORES (OUTDOOR).
Philips
- CATALOGO DE LAMPARAS Y LUMINARIOS (COMPACT LIGHTING
CATALOGUE 1987/1988)
Philips Lighting
- CATALOGO DE LUMINARIOS LITA (ARQUITECTURAL LIGHTING).
Philips

ALIMENTACION ACTUAMENTE RECOMENDADA		ESCUELAS	
	LEONES		LEONES
INTERIORES DE ALMACENES			
Tareas de limpieza	300		
Edificios especiales			
Con servicio especial	1000		
Automático	10000		
Areas de venta			
Con servicio normal	1000		
Automático	2000		
Vitrinas y mostradores			
Con servicio normal	2000		
Auto-servicio	5000		
Local de almacenamiento	300		
ALMACENES (ver area de almacenamiento)			
ROLDADARIA			
Iluminacion general	100		
Sistemas especiales de area, gran potencia	20000		
TRABAJO CON MAQUINAS			
Equipos fijos de maquina y a maquina,			
Aplicar y trabajar fijos	6000		
Avanzada y trabajo fijos de maquina	300		
Laboratorio, tipo de proceso, fijo,			
Materiales especiales o especiales y de laboratorio, metalurgia, metalurgia, metalurgia	500		
Plastico, metalurgia			
Ingenieros de color y metalurgia	2500		
Salas de computacion	1000		
Estructuras de gran altura	1500		
Computacion avanzada	100		
Proceso	700		
Lectura de planchas	1000		
Fundiciones de alpa			
Fundición de compresion, clasificada	500		
Fundición a mano	500		
Fundición a maquina	300		
Fundiciones de maquina, pulido de tipo	9000		
REPLICACION Y EMBAQUE (ver area de maquinas)			
ALMACENES Y BODEGAS			
Almacenes	100		
Equipos fijos	200		
Equipos especiales	10		
Equipos nuevos	10		
Inventos	10		
FABRICAS DE TORTILLAS (apiladas)			
Maquinaria	20		
Aplicacion general	1000		
Cuerpo y control	300		
Materiales y maquina	3000		
Ingenieros			
Maquinaria (maquinaria especializada)	5000		
Aplicacion general (maquinaria o maquina)	5000		
Alta, maquina y parte	500		
ALIMENTACION ACTUAMENTE RECOMENDADA			
ESCUELAS			
ALIMENTACION ACTUAMENTE RECOMENDADA		LEONES	
ALUMBRADOS			
Alumbrado	150		
Luz de emergencia	200		
Alumbrado normal	10		
ALUMBRADO ESPECIAL			
Salas de aula	100		
Salas de dibujo	5000		
Areas de exposiciones, demostraciones			
Cine y proyección	100		
Cine y teatro en salas de aula	100		
Cine y teatro	1500		
Teatro en las Escuelas	100		
Laboratorios	1000		
Salas de lectura			
Area de actividades	700		
Area de demostraciones	1500		
Salas de museo			
Pantallas avanzadas	700		
Pantallas avanzadas	500		
Talleres	1000		
Salas para proyectos de aula	1000		
Materiales para cuadros y salas de demostración	700		
CORRIDORES Y ESCALERAS			
	200		
COMUNICACION			
Baños	20		
Luz de emergencia, emergencia	200		
Equipos y sistemas de general	200		
Alumbrado y ventilacion	200		
BIBLIOTECA			
Equipos y almacenamiento de libros	100		
Catalago de libros	500		
Estructuras de estanterias y estanterias	500		
Salas de lectura			
Inventos especiales	300		
Alumbrado y ventilacion	500		
Estructuras	300		
TOILETS Y LAVATUBOS			
	100		
RESIDENCIAS			
ALUMBRADO GENERAL			
Alumbrado, ventilacion, emergencia	1000		
Cableado, iluminación, trabajos de fondo	500		
Cableado de fibra, comunicaciones, demostraciones, sistemas de alarma, sala de maquinas, laboratorio, sala de exposiciones	100		

ACTIVIDAD	CANTIDAD (LX)
Metalúrgica:	
Áreas de trabajo en general	300
Desmontaje e inserción	500
Máquina de soldadura	500
Trabajos eléctricos:	
Interior de las plantas	200
Medida y montaje	300
Cables de control	500
Laboratorio	750
Selección de colores	1000
Máquina de chispeadas:	
Áreas generales	300
Desmontaje e inserción	500
Ensamble de lazo	300
Industria electrónica:	
Ensamblaje de cable	500
Trabajo de ensamblaje: Fino	2500
Med. fino	2000
Inspección y ajuste	1000
Trabajo con vidrio:	
Cortes de montaje	200
Doblado y forjado	300
Decorado	500
Grabado	750
Fundición:	
Medida pesada	300
Medida fina, fabricación de cable, inspección	500
Máquina de plást:	
Corte	750
Cebado y oxidado	1000
Trabajo industrial:	
Trabajo rubo con maquinaria	300
Trabajo medio con maquinaria	500
Trabajo fino con maquinaria:	
Trabajo muy fino	1000
Trabajo muy fino y preciso	2000
Medida de papel y cerdo:	
	300
Artesanía:	
Decorado	200
Medida	300
Decorado	750
Impresión:	
Máquina impresora	500
Trabajo a mano	750
Ensamble y grabado	1000

TABLA DE MUESTRAS DE LUMINACION SEGUN LA CIE (COMISION INTERNACIONAL DE LUMINOSIDAD).

ILUMINACION ACTUALMENTE ADECUADA	(LX)
TIEMPOS VISUALES CONCRETAS	
Actividades visuales:	
Cines y espectáculos teatrales	300
Programas	300
Lecturas - lecturas, zonas de lectura, planes	300
Escritura y dibujo, trabajo al volante	300
Librerías, escuelas, periódicos	300
Exposiciones, exposiciones	300
Escritura y lectura, reproducción y reproducción	300
Lecturas de programas especiales:	
Partidos deportivos	300
Partidos de fútbol	300
El teatro de la ópera y de la ópera	300
Teatro y la ópera y los espectáculos teatrales en general (300 parámetros 1100 lx en el teatro)	300
Conferencias:	
Teatro (conferencia de los, bajo iluminación)	300
Escritura por ordenador (conferencia)	300
Escritura por ordenador (conferencia)	300
De los, con los (conferencia)	300
Escritura por ordenador (conferencia)	300
Actividades, actividades, actividades (conferencia):	
Trabajo de oficina y reuniones	300
Trabajo de oficina	300
Trabajo - trabajo de oficina	300

<u>ACTIVIDADES</u>	<u>ESTIMACIÓN (COP)</u>
Teatros:	
Reparación y ósmosis	300
Elada	500
Telón de telas cortinas	750
Telón fijo	1000
Insonorización	1500
Salas:	
Salas de almuerzo	150
Resaca y despacho	300
BAÑOS:	
Orta y accesorios	300
Trabajo fudo con madera	300
Trabajo medio con madera	500
Finalización	750
Recepción y oficinas	
Oficinas:	
Salas de conferencias	300
Oficina en general:	
<u>Normal</u>	<u>300</u>
Trabajo visual con fudo	750
Salas de dibujo	1000
Recepción:	
Recepción y salas de lectura	300
Salas de biblioteca, salas de arte	500

<u>ACTIVIDADES</u>	<u>ESTIMACIÓN (COP)</u>
Tiendas y cuartos de exhibiciones	
Tiendas:	
Tiendas tradicionales	350
Tiendas de auto-servicio	500
Supermercados	750
Cuartos de exhibiciones	500
Muebles y Salones:	
Objetos muebles a la luz	350
Objetos iluminables a la luz	350
Edificios públicos	
Cines:	
General	50
Salas de cine	150
Teatro y salas de conciertos:	
General	150
Salas de teatro	300
Iglesias:	
General	100
Capilla	150
Exhibiciones y Salas	
Exhibiciones:	
Exhibiciones:	
General	50
Calderas	300
Salas:	
General	100
Reparación y ajuste	500
Salas:	
General	100
Lectura, lectura	500
Exhibiciones	100
Cocinas:	
General	300
Salas de trabajo	500
Exhibiciones	150
Salas:	
Salas y estada	300
Salas	300
Cocinas:	
General	500
Cuartos y baños:	
General	100
Local	300
Misceláneas	
Interiores:	
Áreas de circulación, corredores y escaleras en edificios	150
Exteriores:	
Exteriores y salidas	30
Salas de exhibición	50
Exhibiciones de empresas	300

APENDICE C - Flujo luminoso de las lámparas propuestas para las aplicaciones.

LAMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS



LAMPARAS PL*

Arranque por Pre calentamiento

CLAVE	POTENCIA (watts)	CABEZILLO (mm) (1)	LONGITUD (mm) (1)	DIAMETRO (mm) (2)	ACABADO	FLUJO LUMINOSO (LUMENS)	VIDA PROMEDIO (hrs.)	PEZAS POR CAJA
18808	7	G23	133	10	27-1/8 Compacto Luc	400	10000	10
18808	9	G23	185	10	27-1/8 Compacto Luc	600	10000	10
18810	12	G23	189	10	27-1/8 Compacto Luc	800	10000	10

Lámparas incandescentes estándar.

W	Lumens					Dia	Hts. length
	110V	120V	125-130V	220-230V	240V		
25	235	215	230	205	200	40	107.5
40	450	415	440	385	375	40	107.5
60	730	740	730	650	630	60	127.5
75	980	970	960	860	840	60	127.5
100	1420	1400	1400	1240	1220	80	150.5
150	2190	2000	2100	1840	1840	80	152.5
200	3120	3100	3050	2600	2500	80	156.5



Lámparas halógenas.



VIDA PROM. 2000 Hrs.

Posición de Servicio Horizontal

CLAVE	POTENCIA (WATTS)	TENSION (VOLTS)	CABEZILLO (BASE)	ACABADO	FLUJO LUMINOSO (LUMENS)	PEZAS POR CAJA	LONGITUD (MM)	FILAMENTO
*18281	25	120	E17	E17-1/8 CLEAR	2100	12	119	C-8
34213	200	120	E17-1/8	E17-1/8 CLEAR	8160	12	119	C-8
34215	500	120	E17-1/8	E17-1/8 CLEAR	16350	12	119	C-8
18283	100	230	E17-1/8	E17-1/8 CLEAR	8000	12	119	C-8
34255	1000	230	E17-1/8	E17-1/8 CLEAR	22710	12	119	C-8
24180	1500	230	E17-1/8	E17-1/8 CLEAR	32000	12	204	C-8
32891	2000	230	E17-1/8	E17-1/8 CLEAR	44000	12	204	C-8

Lámpara de sodio blanco alta presión EDW-T.

Type	Base	Luminous flux (lm)	Lamp voltage (V)	Max. length	Max. dia.	Colour temp. (K)	Ordering number
Sch. T 35 W PG12		1300	88	149	32	1500	6281 536-002
Sch. T 50 W PG12		2300	93	149	32	1500	6281 538-002



Lámparas de aditivo metálico MEN(W)-TD

Type	Base	Luminous flux (lm)	Max. length	Max. dia.	Weight	Ordering number
MENW TD 15 W	R7s	5000	114	30	23	8290 188 000
MENW TD 30 W	R7s	9000	138	33	30	8290 183 000
MENW TD 50 W	FC2	15000	163	35	30	8290 183 000



Lámpara de mercurio alta presión EPL-N

Type	Base	Luminous flux (lm)	Max. length	Max. dia.	Weight	Ordering number
EPL-N 50 W	E27	8000	128	56	48	8290 505 013
EPL-N 80 W	E27	11200	153	72	55	8290 518 013
EPL-N 125 W	E27	15000	174	77	80	8290 528 013
EPL-N 125 W	E27	15000	173	77	90	8290 521 013
EPL-N 125 W	E43	15000	186	77	110	8290 523 013
EPL-N 125 W	E27	15000	174	77	90	8290 526 014
EPL-N 125 W	E43	15000	186	77	110	8290 523 014
EPL-N 175 W	E48	24000	237	91	173	8290 533 014



Lámparas fluorescentes (luz de día) TL-D



ARRANQUE INSTANTANEO (SLIMLINE)

CLAVE	POTENCIA (WATTS)	CASQUILLO	LONGITUD (mm) (L)	DIAMETRO (mm) (D)	ACABADO	FLUJO LUMINOSO (LUMENS)(L)	VIDA PROMEDIO (hrs)	PIEZAS POR CAJA
37044	39	F4e	1239	158x12	25 Branco Frio	3000	8000	30
38951	39	F4e	1239	158x12	14 Grad. de Dia	2300	8000	30
04187	39	F4e	1239	158x12	25 Super Luz de Dia	2100	8000	30

Lámparas Fluorescentes ECON-O-MATE
34W Arranque Rápido
30W y 40W Arranque Instantáneo

DETALES ELÉCTRICOS Y TÉCNICOS

Código	Designación	Potencia (Watt)	Color	Temperatura de Color (Kelvin)	Ind. de Color (CRI)	Arreglo	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Resistencia (Ohm)	Peso (g)
M34	F40E095-01-01	34	S. Ligero	4000	91	Fluore	1200	24.5	3000	34
	F40E095-01-02	34	S. Verde	4000	91	Fluore	1200	24.5	3000	34
	F40E095-01-03	34	Color de Día	4000	91	Fluore	1200	24.5	3000	34
	F40E095-01-04	34	Super L80	3000	91	Fluore	1200	24.5	3000	34
	F40E095-01-05	34	U.V.A. (20)	3000	91	Fluore	1200	24.5	3000	34
	F40E095-01-06	34	U.V.A. (20)	3000	91	Fluore	1200	24.5	3000	34
M32	F40E095-01-07	34	U.V.A. (20)	3000	91	Fluore	1200	24.5	3000	34
	F40E095-01-08	34	U.V.A. (20)	3000	91	Fluore	1200	24.5	3000	34
	F40E095-01-09	34	U.V.A. (20)	3000	91	Fluore	1200	24.5	3000	34
M30	F40E095-01-10	34	S. Ligero	4000	91	Defalotone	1200	24.5	3000	34
	F40E095-01-11	34	S. Verde	4000	91	Defalotone	1200	24.5	3000	34
	F40E095-01-12	34	Super L80	3000	91	Defalotone	1200	24.5	3000	34
M28	F40E095-01-13	34	S. Ligero	4000	91	Defalotone	1200	24.5	3000	34
	F40E095-01-14	34	S. Verde	4000	91	Defalotone	1200	24.5	3000	34
	F40E095-01-15	34	Color de Día	4000	91	Defalotone	1200	24.5	3000	34
M26	F40E095-01-16	34	Super L80	3000	91	Defalotone	1200	24.5	3000	34
	F40E095-01-17	34	U.V.A. (20)	3000	91	Defalotone	1200	24.5	3000	34
	F40E095-01-18	34	U.V.A. (20)	3000	91	Defalotone	1200	24.5	3000	34
M24	F40E095-01-19	34	U.V.A. (20)	3000	91	Defalotone	1200	24.5	3000	34
	F40E095-01-20	34	U.V.A. (20)	3000	91	Defalotone	1200	24.5	3000	34
	F40E095-01-21	34	U.V.A. (20)	3000	91	Defalotone	1200	24.5	3000	34

Lámparas Fluorescentes LA-TINA-LAMP

DETALES ELÉCTRICOS Y TÉCNICOS

Código	Designación	Potencia (Watt)	Potencia Lámpara (Watt)	Arreglo	Longitud	Diámetro	Resistencia (Ohm)	Peso (g)
M29	F40E095-01-22	30W	30	Presalotone	812	12.0(12)	144	900
	F40E095-01-23	30W	30	Presalotone	812	12.0(12)	144	900
	F40E095-01-24	40W	34	Presalotone	812	12.0(12)	144	900
M25	F40E095-01-25	30W	30	Presalotone	812	12.0(12)	144	900
	F40E095-01-26	30W	30	Presalotone	812	12.0(12)	144	900
	F40E095-01-27	40W	34	Presalotone	812	12.0(12)	144	900
M27	F40E095-01-28	30W	30	Presalotone	812	12.0(12)	144	900
	F40E095-01-29	30W	30	Presalotone	812	12.0(12)	144	900
	F40E095-01-30	40W	34	Presalotone	812	12.0(12)	144	900
M23	F40E095-01-31	30W	30	Instalotone	748	12.0(12)	144	900
	F40E095-01-32	30W	30	Instalotone	748	12.0(12)	144	900
	F40E095-01-33	40W	34	Instalotone	748	12.0(12)	144	900
M21	F40E095-01-34	30W	30	Instalotone	748	12.0(12)	144	900
	F40E095-01-35	30W	30	Instalotone	748	12.0(12)	144	900
	F40E095-01-36	40W	34	Instalotone	748	12.0(12)	144	900



LÁMPARAS PLC*
(8 Tubos)

Arranque por Presalotoneo

MODELO	POTENCIA NOMINAL	POTENCIA REAL	LONGITUD (mm)	DIÁMETRO (mm)	ARREGLO	RESISTENCIA (Ohm)	PESO (g)
F40E095-01-22	30W	30	812	12.0	Fluore	144	900
F40E095-01-23	30W	30	812	12.0	Fluore	144	900
F40E095-01-24	40W	34	812	12.0	Fluore	144	900
F40E095-01-25	30W	30	812	12.0	Fluore	144	900
F40E095-01-26	30W	30	812	12.0	Fluore	144	900
F40E095-01-27	40W	34	812	12.0	Fluore	144	900

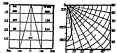
**Lámparas incandescentes tipo bowl reflector 100w-1000 lúmenes
Luminario tipo 50860.**

Lámparas incandescentes tipo bowl reflector 100w-1000 lúmenes
Luminario tipo 839.

Curva de intensidad luminosa
para el luminario (valores en
candelas por 1000 lúmenes).



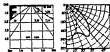
Curva de intensidad luminosa
para el luminario (valores en
candelas por 1000 lúmenes).



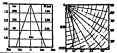
Lámparas incandescentes tipo bowl reflector 60w-440 lúmenes.
Luminario 60002.

Lámparas fluorescentes compactas
FIC de 18w-1850 lúmenes.
Luminario tipo 858.

Curva de intensidad luminosa
para el luminario (valores en
candelas por 1000 lúmenes).

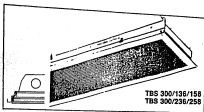


Curva de intensidad luminosa
para el luminario (valores en
candelas por 1000 lúmenes).



ANEXO D. Curvas fotométricas de los luminarios para lámparas fluorescentes.

1.- Luminario tipo TBS 300 tipo angotar, que aloja dos lámparas. Este luminario viene acompañado con difusor prismático tipo P3 que permit a limitar el brillo de las lámparas:



Curva de intensidad luminosa

TBS 300/136
with prismatic control-lens P3

Luminous Intensity diagram

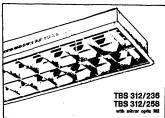


Para lámparas de 40, 30 o 34W (1.22m).

Tablas del factor de utilización para el cálculo de iluminación con el arreglo lámpara luminario

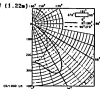
		Factor de utilización para el plano de trabajo																					
Índice del reflectancia		0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
100cm	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	0.30	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	0.40	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	0.50	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
200cm	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	0.30	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	0.40	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	0.50	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
300cm	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	0.30	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	0.40	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	0.50	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
400cm	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	0.30	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	0.40	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	0.50	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
500cm	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	0.30	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	0.40	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	0.50	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
600cm	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	0.30	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	0.40	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	0.50	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

2.- Luminario tipo TBS 312 de espectral con rejilla difusora M2, que aloja dos lámparas, y permite una distribución muy eficiente de la luz fuera del luminario.



Para lámparas de 40, 32 o 34W (1.22a) lm^2/m^2

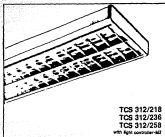
Curva de intensidad luminosa



Tablas del factor de utilización para el cálculo de iluminancias con el arreglo lámpara luminario

Índice del reflectancia		Factor de utilización para el plano de trabajo																			
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
0.1	0.2	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
0.5	0.6	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
0.7	0.8	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
0.9	1.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
1.1	1.2	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
1.3	1.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
1.5	1.6	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
1.7	1.8	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
1.9	2.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
2.1	2.2	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
2.3	2.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
2.5	2.6	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
2.7	2.8	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
2.9	3.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
3.1	3.2	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
3.3	3.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
3.5	3.6	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
3.7	3.8	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
3.9	4.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
4.1	4.2	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
4.3	4.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
4.5	4.6	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
4.7	4.8	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
4.9	5.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
5.1	5.2	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
5.3	5.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
5.5	5.6	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
5.7	5.8	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
5.9	6.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
6.1	6.2	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
6.3	6.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
6.5	6.6	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
6.7	6.8	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
6.9	7.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
7.1	7.2	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
7.3	7.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
7.5	7.6	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
7.7	7.8	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
7.9	8.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
8.1	8.2	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
8.3	8.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
8.5	8.6	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
8.7	8.8	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
8.9	9.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
9.1	9.2	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
9.3	9.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
9.5	9.6	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
9.7	9.8	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
9.9	10.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0

3.- Luminario tipo TCS 312 de sobrepasar, con rejilla difusora H2 que aloja dos lámparas, y que permite una distribución mas eficiente de la luz.



Para lámparas de 40, 39 o 34W (1.22m).

Curva de intensidad luminosa



Tablas del factor de utilización para el cálculo de iluminancias con el arreglo lámpara luminario

Factor de utilización para el plano de trabajo

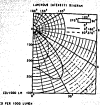
índice del local	reflectancias											
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
0.40	18	18	20	20	22	22	24	24	26	26	28	28
0.50	19	19	21	21	23	23	25	25	27	27	29	29
0.60	20	20	22	22	24	24	26	26	28	28	30	30
0.70	21	21	23	23	25	25	27	27	29	29	31	31
0.80	22	22	24	24	26	26	28	28	30	30	32	32
0.90	23	23	25	25	27	27	29	29	31	31	33	33
1.00	24	24	26	26	28	28	30	30	32	32	34	34
1.10	25	25	27	27	29	29	31	31	33	33	35	35
1.20	26	26	28	28	30	30	32	32	34	34	36	36

Factor de utilización para las paredes

índice del local	reflectancias											
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
0.40	17	17	19	19	21	21	23	23	25	25	27	27
0.50	18	18	20	20	22	22	24	24	26	26	28	28
0.60	19	19	21	21	23	23	25	25	27	27	29	29
0.70	20	20	22	22	24	24	26	26	28	28	30	30
0.80	21	21	23	23	25	25	27	27	29	29	31	31
0.90	22	22	24	24	26	26	28	28	30	30	32	32
1.00	23	23	25	25	27	27	29	29	31	31	33	33
1.10	24	24	26	26	28	28	30	30	32	32	34	34
1.20	25	25	27	27	29	29	31	31	33	33	35	35

Para lámparas de 75 o 60W (2.44w).

Curva de intensidad luminosa



Tablas del factor de utilización para el cálculo de iluminancias con el arreglo lámpara luminario

Factor de utilización para el plano de trabajo

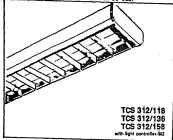
reflectancias

índice del local	Factor de utilización para el plano de trabajo															
	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145
0.20	.58	.57	.56	.55	.54	.53	.52	.51	.50	.49	.48	.47	.46	.45	.44	.43
0.30	.56	.55	.54	.53	.52	.51	.50	.49	.48	.47	.46	.45	.44	.43	.42	.41
0.40	.54	.53	.52	.51	.50	.49	.48	.47	.46	.45	.44	.43	.42	.41	.40	.39
0.50	.52	.51	.50	.49	.48	.47	.46	.45	.44	.43	.42	.41	.40	.39	.38	.37
0.60	.50	.49	.48	.47	.46	.45	.44	.43	.42	.41	.40	.39	.38	.37	.36	.35
0.70	.48	.47	.46	.45	.44	.43	.42	.41	.40	.39	.38	.37	.36	.35	.34	.33
0.80	.46	.45	.44	.43	.42	.41	.40	.39	.38	.37	.36	.35	.34	.33	.32	.31
0.90	.44	.43	.42	.41	.40	.39	.38	.37	.36	.35	.34	.33	.32	.31	.30	.29
1.00	.42	.41	.40	.39	.38	.37	.36	.35	.34	.33	.32	.31	.30	.29	.28	.27

Factor de utilización para las paredes

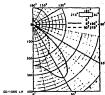
índice del local	Factor de utilización para las paredes															
	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145
0.20	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10
0.30	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10
0.40	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10
0.50	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10
0.60	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10
0.70	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10
0.80	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10
0.90	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10
1.00	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10

4.- Luminario tipo TCS 312 de sobrepasar, con rejilla controladora de la luz tipo M2 que alberga una sola lámpara, y permite una amplia distribución de la luz.



Para lámparas de 40, 30 o 34W (1.22w)

Curva de intensidad luminosa



Tablas del factor de utilización para el cálculo de iluminancias con el arreglo lámpara luminario

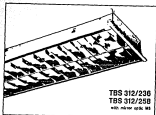
Factor de utilización para el plano de trabajo
Índice del reflector

Índice del reflector	Factor de utilización para el plano de trabajo															
	0°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°
0.50	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05
0.60	0.85	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
0.70	0.90	0.85	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
0.80	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
0.90	1.00	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
1.00	1.05	1.00	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30

Factor de utilización para las paredes

Índice del reflector	Factor de utilización para las paredes															
	0°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°
0.50	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.60	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.70	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
0.80	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05	0.00	0.00	0.00
0.90	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05	0.00	0.00
1.00	0.75	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05	0.00

5.- luminario tipo lba 312 de empotrar, con rejilla controladora de luz MS. El luminario alberga dos lámparas y con él se obtiene un control muy preciso de la luz.



Para lámparas 40, 30 o 36W (1.32w).

Curva de intensidad luminosa



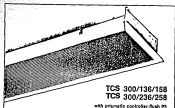
Tabla del factor de utilización para el cálculo de luminancias con el arreglo lámpara luminario

Factor de utilización para el plano de trabajo

Índice del reflector

local	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	
0.1	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20	0.21	0.22	0.23	0.24	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	0.31	0.32	0.33	0.34	0.35	0.36	0.37	0.38	0.39	0.40
0.2	0.20	0.21	0.22	0.23	0.24	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	0.31	0.32	0.33	0.34	0.35	0.36	0.37	0.38	0.39	0.40	0.41	0.42	0.43	0.44	0.45	0.46	0.47	0.48	0.49	0.50
0.3	0.30	0.31	0.32	0.33	0.34	0.35	0.36	0.37	0.38	0.39	0.40	0.41	0.42	0.43	0.44	0.45	0.46	0.47	0.48	0.49	0.50	0.51	0.52	0.53	0.54	0.55	0.56	0.57	0.58	0.59	0.60
0.4	0.40	0.41	0.42	0.43	0.44	0.45	0.46	0.47	0.48	0.49	0.50	0.51	0.52	0.53	0.54	0.55	0.56	0.57	0.58	0.59	0.60	0.61	0.62	0.63	0.64	0.65	0.66	0.67	0.68	0.69	0.70
0.5	0.50	0.51	0.52	0.53	0.54	0.55	0.56	0.57	0.58	0.59	0.60	0.61	0.62	0.63	0.64	0.65	0.66	0.67	0.68	0.69	0.70	0.71	0.72	0.73	0.74	0.75	0.76	0.77	0.78	0.79	0.80
0.6	0.60	0.61	0.62	0.63	0.64	0.65	0.66	0.67	0.68	0.69	0.70	0.71	0.72	0.73	0.74	0.75	0.76	0.77	0.78	0.79	0.80	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.90
0.7	0.70	0.71	0.72	0.73	0.74	0.75	0.76	0.77	0.78	0.79	0.80	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1.00
0.8	0.80	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1.00	1.01	1.02	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	1.08	1.09	1.10
0.9	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1.00	1.01	1.02	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	1.08	1.09	1.10	1.11	1.12	1.13	1.14	1.15	1.16	1.17	1.18	1.19	1.20
1.0	1.00	1.01	1.02	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	1.08	1.09	1.10	1.11	1.12	1.13	1.14	1.15	1.16	1.17	1.18	1.19	1.20	1.21	1.22	1.23	1.24	1.25	1.26	1.27	1.28	1.29	1.30
1.1	1.10	1.11	1.12	1.13	1.14	1.15	1.16	1.17	1.18	1.19	1.20	1.21	1.22	1.23	1.24	1.25	1.26	1.27	1.28	1.29	1.30	1.31	1.32	1.33	1.34	1.35	1.36	1.37	1.38	1.39	1.40
1.2	1.20	1.21	1.22	1.23	1.24	1.25	1.26	1.27	1.28	1.29	1.30	1.31	1.32	1.33	1.34	1.35	1.36	1.37	1.38	1.39	1.40	1.41	1.42	1.43	1.44	1.45	1.46	1.47	1.48	1.49	1.50
1.3	1.30	1.31	1.32	1.33	1.34	1.35	1.36	1.37	1.38	1.39	1.40	1.41	1.42	1.43	1.44	1.45	1.46	1.47	1.48	1.49	1.50	1.51	1.52	1.53	1.54	1.55	1.56	1.57	1.58	1.59	1.60
1.4	1.40	1.41	1.42	1.43	1.44	1.45	1.46	1.47	1.48	1.49	1.50	1.51	1.52	1.53	1.54	1.55	1.56	1.57	1.58	1.59	1.60	1.61	1.62	1.63	1.64	1.65	1.66	1.67	1.68	1.69	1.70
1.5	1.50	1.51	1.52	1.53	1.54	1.55	1.56	1.57	1.58	1.59	1.60	1.61	1.62	1.63	1.64	1.65	1.66	1.67	1.68	1.69	1.70	1.71	1.72	1.73	1.74	1.75	1.76	1.77	1.78	1.79	1.80
1.6	1.60	1.61	1.62	1.63	1.64	1.65	1.66	1.67	1.68	1.69	1.70	1.71	1.72	1.73	1.74	1.75	1.76	1.77	1.78	1.79	1.80	1.81	1.82	1.83	1.84	1.85	1.86	1.87	1.88	1.89	1.90
1.7	1.70	1.71	1.72	1.73	1.74	1.75	1.76	1.77	1.78	1.79	1.80	1.81	1.82	1.83	1.84	1.85	1.86	1.87	1.88	1.89	1.90	1.91	1.92	1.93	1.94	1.95	1.96	1.97	1.98	1.99	2.00
1.8	1.80	1.81	1.82	1.83	1.84	1.85	1.86	1.87	1.88	1.89	1.90	1.91	1.92	1.93	1.94	1.95	1.96	1.97	1.98	1.99	2.00	2.01	2.02	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10
1.9	1.90	1.91	1.92	1.93	1.94	1.95	1.96	1.97	1.98	1.99	2.00	2.01	2.02	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10	2.11	2.12	2.13	2.14	2.15	2.16	2.17	2.18	2.19	2.20
2.0	2.00	2.01	2.02	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10	2.11	2.12	2.13	2.14	2.15	2.16	2.17	2.18	2.19	2.20	2.21	2.22	2.23	2.24	2.25	2.26	2.27	2.28	2.29	2.30

8.- Luminario tipo TCS 300 de sobreponer acompañado con un difusor prismático P3 que permite limitar el brillo de las lámparas. (El luminario alberga una sola lámpara).



Para lámparas de 40, 39 o 34W (1.22w)

Curva de intensidad luminosa



Tablas del factor de utilización para el edículo de iluminación con el arreglo lámpara luminario

Factor de utilización para el plano de trabajo

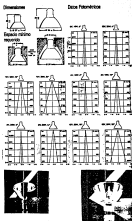
índice del reflectancia

índice del reflectancia	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

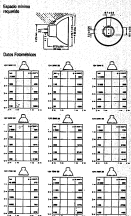
Factor de utilización para paredes

Factor de utilización para paredes	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

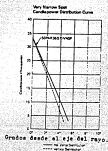
2.- Lámparas halógenas con reflector de aluminio.



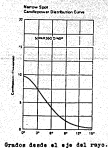
1.- Lámparas halógenas con filtro de cuarzo.



3.- Lámpara PAR-36 de 50w de haz muy cerrado(VNSP).



4.- Lámpara PAR-36 de 50w de haz cerrado(NSP).



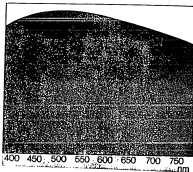


Foto 1. Espectro visible.

Foto 2. Efectos de aislamiento

Foto 2a. Iluminación desde la derecha para acentuación.



Foto 2b. Iluminación dirigida desde la parte superior izquierda para acentuación.



Foto 2c. Combinación de las principales de luz concentrada y otro de enfoca.



Foto 26. Iluminación dirigida desde arriba a contraluz.

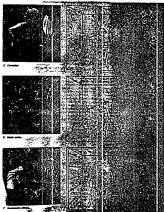
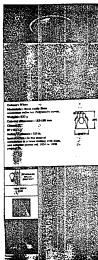


Foto 26. Iluminación dirigida desde abajo.

Foto 2f. Iluminación difusa.



Lámpara Halógena
 Modelo: HPH 200 W
 Capacidad: 200 W
 Tipo: Halógena
 Temperatura de color: 3000 K
 Vida útil: 1000 h
 Tipo de montaje: Pendiente
 Tipo de protección: IP20



Foto 3. Lámpara incandescente con luminaria tipo 422. Se muestra el efecto de iluminación general con un haz abierto de 74° de apertura.



Foto 4. Lámpara halógena de 200 W, 120V con luminario tipo 422. Se muestra el efecto de iluminación general con un haz de 76° de apertura.



Foto 5. Lámpara fluorescente tipo FLC de 18w con luminario tipo 629. Se muestra el efecto de la iluminación de tipo general con un haz de 59' de abertura.



Foto 6. Lámpara de sodio de alta presión (sodio blanco) en comparación con lámpara incandescente. Ambas se muestran para iluminación de tipo general con luminario 682.



Foto 7. Lámpara de aditivos metálicos de 70w con luminario tipo HPS 101/7D que provee un haz medio de 34'. Luz es muy blanca e intensa.



Foto 8. Lámpara de aditivos metálicos de 150w con luminario tipo HPS 101/150. Notar que la luz es mas fría que la lámpara anterior.



Foto 9. Lámpara de vapor de mercurio con luminario tipo 685. Se muestra el efecto de iluminación general mediante un haz amplio de 80



Foto 10. Lámpara incandescente de 100w con luminario tipo 620 que provee iluminación lateral (bajo de paredes).

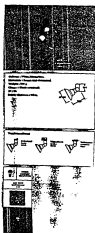


Foto 11. Lámpara tipo reflector de globo de 100w y luminario tipo 638 que provee un spot de luz estrecho de 18° de apertura para acentuación.



Foto 12. Lámpara reflector de globo con luminario tipo 50560 que provee un spot de luz más débil de 34° para acentuación.

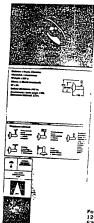


Foto 13. Lámpara reflector de girno de 61w con luminario tipo 6022 que provee un spot de luz de 30' (muy uniforme).



Foto 14. Lámpara halógena 80w, 12v, 34 con luminario tipo 630 que proporciona una luz cálida de gran calidad.



Foto 15. Lámpara halógena de 200w, 12v, mostrando los efectos de concentración sobre un objeto. Se muestran los grados de abertura de n. 18 y 32.



Foto 16. Lámpara de sodio alta presión con luminario asimétrico para hacer perfiles tipo 681. Se muestra el efecto de concentración con una lámpara incandescente de mayor potencia.



Foto 17. Lámpara fluorescente FLC 13w con luminario dirigible tipo B2B, que proporciona un luz de luz amplia uniforme como para iluminación de tipo general.

Foto 18. Lámpara halógena, 50w 12v, 25 de abertura con luminario dirigible tipo B4B, que proporciona un spot de luz con un anillo alrededor de luz menos intenso.

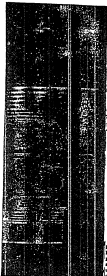


Foto 19. Lámpara incandescente tipo PAR 38 con luminario tipo B19 que proporciona un spot de luz con un anillo alrededor menos intenso. Se utiliza en efectos teatrales y acoperates.

Foto 20. Lámpara halógena, 12v. 10w
 luminario tipo 889 que proporciona
 control del haz perfecto



Foto 21. Luminario para iluminación
 de tipo indirecto con lámpara de a-
 ltitos metálicos.

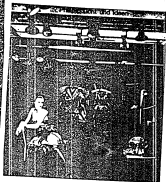


Foto 22. Escenarieta iluminado mediante
 luz general y luz de acentuación (sobre
 maniquí y objetos).

Foto 23. Comparación entre la iluminación de una tienda de ropa deportiva mediante iluminación general en el primer caso e iluminación localizada en el segundo.

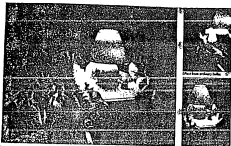


Foto 24a. Efecto de la lámpara rosa sobre una habitación decorada del mismo tono.

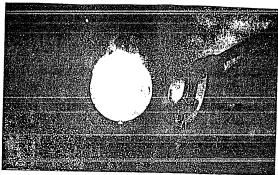


Foto 24b. Efecto de la lámpara tono
pastel verde sobre un ambiente del
1-^{er} tono.

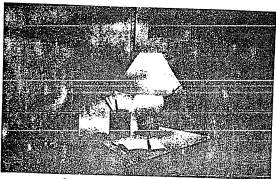


Foto 24c. Efecto de una lámpara de
tono azul sobre una habitación del
mismo tono.



Foto 24d. Efecto de una lámpara de tono naranja, sobre una habitación del mismo tono.

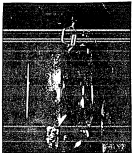


Foto 24e. Efecto de una lámpara de tonalidad amarilla, sobre el mismo sujeto en una habitación del mismo tono.



Foto 24f. Efecto en una habitación de una lámpara blanca de bajo trillio.

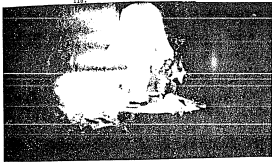


Foto 25. Comparación de rendimiento de color de 100 de una lámpara incandescente sobre un florero, y una de sodio baja presión con rendimiento negativo sobre el mismo



Foto 26. Muetra de una lámpara fluorescente sin cubierta fosforescente. Se nota que la radiación emitida es casi imperceptible (radiación ultravioleta). Se necesita la cubierta para transformar la radiación U.V. a luz

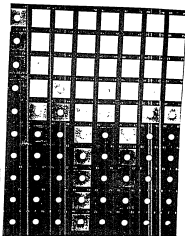
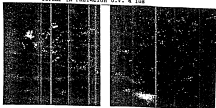


Foto 27. Tabla de colores propuesta por la CIE para obtener los valores de reflectancia mediante el método de los láseres.



Foto 28.

Fig. 19 Elemento de conexión
tuberías simétricas. La parte
de goma que sella entre el
tubo y el conector debe estar
autoclavada con la parte rígida
contra el fondo del conector. Esto
evita el resque de la goma
en caso de un golpe de la línea
vertical de acción del fondo
dentro del conector.

Foto 29. Figura que muestra la repro-
ducción de la zona de abarrotado de un
supermercado.

PHILIPS ILLUMINATION		Computer Aided Lighting Design	
Lighting Design and Engineering Centre		11 W D D R 1-65 October 88	
Servicio de Servicios Profesionales		Philips Lighting S.v.	
Nombre proyecto : Oficina del cuarto de exhibiciones			
Proyecto No. : 1			
Proveedista : Oficina Isabel Boudela Pimental			
Calculos de alumbrado			
Dimens. del local	Longit.	140	3.00
	Ancho	140	3.00
	Altura	140	2.50
	Altura plano trabajo	140	0.75
Coefic. reflectanc.	Techo		0.70
	Pared		0.50
	Suelo		0.10
Datos de lumin.	No. de referenc. luminar.		1104
	Code de medida		LVD 8027
	Luminaria tipo		TR8 300/234 M2
	Typo lamp.		TLD 348
	No. de lamps.		2
	Flujo lamp. (lumen)		3.48
Potencia luminaria (W)		92.00	
Orientacion		Transversal	
Datos de instalacion	Iluminancia requerida (lux)		300
	Factor de mantencia		0.70
Valores de iluminancia	Inicial (lux)		795
	Mantencia (lux)		300
Calculado	Factor de utilizacion (CU)		0.47
	Potencia req. (W/m2)		20.44
	Total instalado (W)		0.18
Numero de luminarias	Longitudinal		2
	Transversal		1
	Total		2

PHILIPS ILLUMINATION		Computer Aided Lighting Design	
Lighting Design and Engineering Centre		11 W D D R 1-65 October 88	
Servicio de Servicios Profesionales		Philips Lighting S.v.	
Nombre proyecto : Oficina del cuarto de exhibiciones			
Proyecto No. : 2			
Proveedista : Oficina Isabel Boudela Pimental			
Calculos de alumbrado			
Dimens. del local	Longit.	140	3.00
	Ancho	140	3.00
	Altura	140	2.50
	Altura plano trabajo	140	0.75
Coefic. reflectanc.	Techo		0.70
	Pared		0.50
	Suelo		0.10
Datos de lumin.	No. de referenc. luminar.		1107
	Code de medida		LP 850
	Luminaria tipo		TR8 300/234 M2
	Typo lamp.		TLD 348
	No. de lamps.		2
	Flujo lamp. (lumen)		3.48
Potencia luminaria (W)		92.00	
Orientacion		Transversal	
Datos de instalacion	Iluminancia requerida (lux)		300
	Factor de mantencia		0.70
Valores de iluminancia	Inicial (lux)		713
	Mantencia (lux)		300
Calculado	Factor de utilizacion (CU)		0.47
	Potencia req. (W/m2)		20.44
	Total instalado (W)		0.18
Numero de luminarias	Longitudinal		1
	Transversal		1
	Total		2

