

10



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

CAMPUS ARAGON

**"DESARROLLO DEL DISEÑO DE ALUMBRADO
PARA UNA PLATAFORMA HABITACIONAL DE
PEMEX UBICADA EN EL LITORAL DE TABASCO,
SONDA MARINA DE CAMPECHE"**

T E S I S

PARA OBTENER EL TITULO DE :
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

PRESENTA

ROSANGELA BURGOS MARTINEZ

DIRECTOR

ING. ABEL VERDE CRUZ

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



MÉXICO, D.F. JUNIO DE 2002



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGÓN

SECRETARÍA ACADÉMICA

Ing. RAÚL BARRÓN VERA
Jefe de la Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica,
Presente.

En atención a la solicitud de fecha 28 de mayo del año en curso, por la que se comunica que la alumna ROSANGELA BURGOS MARTINEZ, de la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista, ha concluido su trabajo de investigación intitulado "DESARROLLO DEL DISEÑO DE ALUMBRADO PARA UNA PLATAFORMA HABITACIONAL DE PEMEX UBICADA EN EL LITORAL DE TABASCO, SONDA MARINA DE CAMPECHE", y como el mismo ha sido revisado y aprobado por usted, se autoriza su impresión; así como la iniciación de los trámites correspondientes para la celebración del Examen Profesional.

Sin otro particular, reitero a usted las seguridades de mi atenta consideración.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
San Juan de Aragón, México, 28 de mayo del 2002
EL SECRETARIO


Lic. ALBERTO IBARRA ROSAS

C p Asesor de Tesis.
C p Interesado.

AIR/RCC/vr

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

AGRADECIMIENTOS

GRACIAS A DIOS

POR PERMITIRME LLEGAR AQUÍ Y PODER COMPARTIR ESTE LOGRO
CON MIS SERES QUERIDOS.

GRACIAS A MIS PADRES:

LILIA GUADALUPE MARTÍNEZ IBÁÑEZ
JOSE DE JESÚS BURGOS ALVAREZ

ESTE TRABAJO ES UN RECONOCIMIENTO POR TODO SU ESFUERZO Y
LOS SACRIFICIOS QUE HAN HECHO PARA QUE HOY YO ESTE AQUÍ.
GRACIAS POR SU APOYO Y COMPRENSIÓN.

MADRE ADMIRO TU ESFUERZO.

PADRE ADMIRO TU INGENIO Y EL HACER LAS COSAS A TIEMPO.

GRACIAS A MIS HERMANOS:

FABIOLA YETLANEZI BURGOS MARTÍNEZ
JOSE RODRIGO BURGOS MARTÍNEZ

POR APOYARME Y MOTIVARME A SEGUIR ADELANTE.

GRACIAS A MIS ABUELOS:

FRANCISCO IBÁÑEZ (†)
CATALINA IBÁÑEZ CARRILLO
GUADALUPE ALVAREZ MORENO (†)
PONCIANO BURGOS AGUILAR (†)
EDUARDO MARTÍNEZ ROGRIGUEZ

POR SU EJEMPLO DE DEDICACIÓN Y CONSTANCIA. PARA ELLOS MI
ADMIRACIÓN Y RESPETO.

GRACIAS A TODOS Y CADA UNO DE MIS FAMILIARES:

POR SU APOYO Y EJEMPLO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

GRACIAS A TODOS Y CADA UNO DE MIS AMIGOS:

POR BRINDARME SU AMISTAD, SU APOYO, SU COMPAÑÍA Y EL ANIMO PARA CONCLUIR ESTE TRABAJO.

GRACIAS A MI ASESOR DE LA ENEP:

ING. ABEL VERDE CRUZ

POR SU ASESORAMIENTO Y COMENTARIOS.

GRACIAS AL INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO:

POR OTORGARME UNA BECA PARA REALIZAR DENTRO DE SUS INSTALACIONES, ESTE TRABAJO DE TESIS.

GRACIAS A MI ASESOR DENTRO DEL IMP:

ING. LINO ÁVILA OSORIO

POR SU ASESORIA, PACIENCIA Y APOYO EN EL DESARROLLO DE ESTE TRABAJO.

GRACIAS A MIS COMPAÑEROS Y MAESTROS DEL AREA ELECTRICA DEL INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO:

ING. JAVIER RIVERA SÁNCHEZ
ING. ALEJANDRO GARCÍA RUÍZ
ING. ANDRES NÚÑEZ MARTÍNEZ
ING. ANTELMO SALOMÓN CASTAÑEDA
ING. SALVADOR GARCÍA LÓPEZ

POR SU APOYO DURANTE MI ESTANCIA Y POR COMPARTIR SUS CONOCIMIENTOS.

GRACIAS A MIS DEMÁS AMIGOS DE OTRAS ÁREAS Y ESPECIALIDADES DEL IMP.

**“ GRACIAS POR SUS VALIOSOS COMENTARIOS,
SU AYUDA Y SU AMISTAD”**

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

OBJETIVO

El principal objetivo que persigue este trabajo es el de mostrar la importancia que tiene un buen diseño del sistema de iluminación en las áreas laborales así como mostrar las variables que intervienen para poder tener un mayor aprovechamiento de nuestros recursos , ocupando aquellos elementos que hoy día nos ayuden a lograrlo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

INTRODUCCION

Desde el principio de la existencia, el hombre se ha esforzado por encontrar sistemas que sustituyan la luz solar en las horas de oscuridad o en lugares donde escaseaba.

Fruto de esta inquietud ha sido la aparición de una serie de elementos que, desde el descubrimiento del fuego hasta las distintas modalidades de lámparas eléctricas conocidas hoy día, han ido marcando etapas en el desarrollo de fuentes de luz artificial.

Al efecto de proveernos de luz, tanto natural como artificial, se le denomina iluminar, es por tanto que hoy nos referimos al sistema que contienen fuentes de luz artificial, como sistema de iluminación o de alumbrado. En el caso de una instalación eléctrica se le denomina instalación de alumbrado.

La característica de diseño de un sistema de iluminación es la de proporcionar el nivel de iluminación requerido (luz), dependiendo del uso del espacio ,que satisfaga las necesidades humanas de mínimo esfuerzo visual, dentro de un criterio de máximo aprovechamiento energético a un bajo costo.

Es importante recalcar que el sistema de iluminación juega uno de los papeles más importantes en cuanto al desempeño en un área de trabajo. Contar con una instalación de alumbrado que nos proporcione la cantidad y la calidad de iluminación necesaria para determinada actividad es contribuir con la eficiencia en el desempeño de las personas que hacen uso de la instalación de alumbrado, evitando principalmente la fatiga visual y el deslumbramiento, además de proporcionar la seguridad, la eficiencia y la optimización de los recursos materiales. Si por el contrario la instalación es deficiente en cuanto a su diseño y mantenimiento, además de exponer la seguridad de las personas, se estará desaprovechando los recursos materiales con los que se cuentan.

La iluminación en las áreas de trabajo es primordial, porque además de la obvia relación guardada con la seguridad en la realización de labores específicas, es uno de los factores que contribuyen a la creación de un ambiente psicológico propicio para la ejecución de cualquier clase de trabajo, sea éste de tipo físico o intelectual.

Por lo tanto, es importante no solo cuidar un ahorro de energía y los cálculos del diseño, sino también crear ambientes agradables para las personas que van a hacer o hacen uso de la instalación.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La única manera de determinar si un sistema de iluminación reúne las características de diseño apropiadas para el tipo de labores desarrolladas en el área en que ha sido instalado, y si el mantenimiento que se le ha proporcionado ha sido conveniente, es mediante la realización de evaluaciones periódicas, para cuya ejecución se requiere necesariamente del conocimiento de las variables que intervienen en el proceso de la visión, así como de las unidades, métodos e instrumentos de medición y control existentes.

Por lo que el siguiente trabajo se ha enfocado en el :

Capítulo 1. A dar a conocer aquellas variables que intervienen en el proceso de la iluminación, en el cuál se considera tanto la calidad de la iluminación, el aspecto cromático e incluso el rendimiento energético. En este capítulo podremos conocer que factores intervienen en la creación de un ambiente agradable tanto física como psicológicamente y nos ayudara a conocer los principios para poder obtener un mejor aprovechamiento de ellos.

Capítulo 2. Encontraremos las diferentes fuentes de luz artificial (lámparas) que existen hoy día, así como sus principios de funcionamiento, sus características cromáticas, sus partes principales y su rendimiento , el primer capítulo nos ayudara a comprender a que se refiere cada una de las características que aquí se explican .También haremos mención de los tipos y características de los elementos auxiliares, balastras, que requieren las lámpara denominadas de descarga. La información de este capítulo nos ayudara a seleccionar una fuente de luz e incluso una balastra de acuerdo a sus características , que cubra la mayoría de nuestras requerimientos.

Capítulo 3. Se mencionaran principalmente los métodos de iluminación, y algunas normas y especificaciones para realizar el diseño.

Capítulo 4. Se expondrán los datos necesarios para realizar un diseño, también se mostrara el diseño de algunas áreas, auxiliándonos del programa "Visual Professional- Edition" proporcionado por la empresa LITHONIA LIGHTING y se hará mención de los criterios que se utilizaron para el diseño de las mismas.

Todo esto con el fin de mostrar los puntos que hay que tener presentes al desarrollar un buen sistema de iluminación que nos permita un ahorro de energía eléctrica así como volver acogedoras y agradables las áreas de trabajo, buscando un mejor desempeño en nuestras actividades y un mejor aprovechamiento de los recursos con que contamos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

INDICE

OBJETIVO

INTRODUCCION

CAPITULO I. CONCEPTOS BASICOS Y DEFINICIONES

1.1 ILUMINACIÓN.....	2
1.2 FLUJO LUMINOSO.....	2
1.2.1 Intensidad luminosa.....	3
1.3 NIVELES DE ILUMINACIÓN.....	3
1.3.1 Niveles de iluminación recomendados.....	4
1.4 CANTIDAD DE LA LUZ.....	4
1.5 LA DISTRIBUCIÓN DE ILUMINACIÓN.....	4
1.6 CALIDAD DE LUZ.....	5
1.6.1 Deslumbramiento.....	5
1.6.2 Luminancia (Brillo)	7
1.6.3 Difusión.....	7
1.7 ASPECTO CROMATICO.....	
1.7.1 Temperatura de color.....	7
1.7.2 Temperatura de color correlacionada.....	8
1.7.3 Indice de rendimiento de color.....	9
1.8 RENDIMIENTO ENERGETICO.....	9
1.8.1 Coeficiente de utilización.....	10
1.8.1.2 Indice del local.....	10
1.8.2 Eficiencia luminosa (El)	11
1.8.3 Factor de mantenimiento (Fm)	12
1.9 REFLEXION.....	13
1.9.1 Factor de reflexión.....	13
1.9.2 Reflexión en las paredes y techo de las habitaciones.....	13

CAPITULO II. TIPOS DE LAMPARAS Y CARACTERISTICAS . BALASTRAS

2.1 INTRODUCCIÓN.....	16
2.2 CARACTERÍSTICAS CROMÁTICAS.....	16
2.3 CARACTERÍSTICAS DE DURACIÓN.....	17
2.4 LAMPARA INCANDESCENTE.....	18
2.4.1 Eficacia.....	18
2.4.2 Factores externos que influyen en el funcionamiento de las lámparas.....	19
2.4.3 Partes principales de una lámpara.....	20
2.4.4 Tipos de lámparas incandescentes.....	22
2.4.4.1 Lámparas no halógenas.....	22
2.4.4.2 Lámparas halógenas de alta y baja tensión.....	22

TESIS CON
FALTA DE ORIGEN

2.5 LAMPARAS DE DESCARGA.....	24
2.5.1 Funcionamiento.....	24
2.5.2 Elementos auxiliares.....	25
2.5.3 Eficacia.....	25
2.5.4 Características cromáticas.....	25
2.5.5 Características de duración.....	26
2.5.6 Factores externos que influyen en el funcionamiento.....	26
2.5.7 Principales partes de una lámpara de descarga.....	27
2.6 CLASES DE LAMPARAS DE DESCARGA.....	28
2.6.1 Lámparas de vapor de mercurio – Baja Presión	
2.6.1.1 Lámparas fluorescentes.....	29
2.6.1.2 Eficacia.....	29
2.6.1.3 Características de duración.....	30
2.6.1.4 Características cromáticas.....	30
2.6.1.5 Elementos auxiliares.....	31
2.6.2 Lámparas de vapor de mercurio- Alta Presión	
2.6.2.1 Lámpara de vapor de mercurio.....	31
2.6.2.2 Lámpara de luz de mezcla.....	32
2.6.2.3 Lámpara con halógenos metálicos.....	33
2.6.3 Lámparas de vapor de sodio a Baja Presión.....	34
2.6.4 Lámparas de vapor de sodio a Alta Presión.....	36
2.7 BALASTRAS.....	38
2.7.1 Características eléctricas.....	39
2.7.1.1 Corriente de arranque.....	39
2.7.1.2 Voltaje de arranque.....	39
2.7.1.3 Voltaje de operación.....	40
2.7.1.4 Flujo de corriente.....	40
2.7.1.5 Factor de potencia.....	41
2.7.2 Características de operación de las balastras.....	42
2.7.2.1 Volts de línea.....	42
2.7.2.2 Límites de voltajes de entrada.....	42
2.7.2.3 Factor de potencia.....	42
2.7.2.4 Corriente de arranque.....	43
2.7.2.5 Calda del voltaje de entrada (4 seg.).....	43
2.7.2.6 Perdidas de balastro.....	44
2.7.2.7 Factor cresta de la corriente de la lámpara.....	44
2.7.2.8 Ruido.....	44
2.7.3 Balastras para lámparas de mercurio.....	45
2.7.3.1 Balastro resistora.....	45
2.7.3.2 Balastro de reactor.....	45
2.7.3.3 Balastro de histéresis.....	46
2.7.3.4 Balastro reguladora.....	47
2.7.3.5 Balastro autoreguladora.....	48
2.7.3.6 Balastro para lámparas dobles.....	48
2.7.4 Balastro para lámparas de halógeno metálico.....	49
2.7.5 Balastro para lámparas de sodio de alta presión.....	50
2.7.5.1 Balastro de reactor.....	50
2.7.5.2 Balastro reguladora magnética.....	51
2.7.5.3 Balastro reguladora electrónica.....	52

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

CAPITULO III. NORMAS Y METODOS DE ILUMINACION

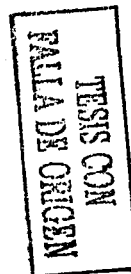
3.1 Normas.....	55
3.2 Métodos de iluminación.....	57
3.2.1 Método del lumen.....	57
3.2.2 Método de flujo luminoso por cavidad de zonas.....	58
3.2.2.1 Reflectancias.....	60
3.2.2.2 Reflectancias efectivas.....	60
3.2.2.3 Selección de luminarias.....	61
3.2.3 Método de punto por punto.....	64

CAPITULO IV. DISEÑO DE LAS AREAS DE LA PLATAFORMA

4.1 DATOS NECESARIOS PARA LA ELABORACIÓN DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACION.....	67
4.2 DISEÑO CON EL PROGRAMA * VISUAL PROFESIONAL - EDITION.....	70

ANEXOS

Anexo 1. Angulo Sólido.....	84
Anexo 2. Algunos niveles de iluminación recomendados por la I.E.S. y la S.M.I.I.	85
Anexo 3. Temperatura de color. Areas.....	86
Anexo 4. Temperatura de color correlacionada (TCC).....	86
Anexo 5. Apariencia del color de la luz.....	87
Anexo 6. Indice de rendimiento de color (IRC).....	87
Anexo 7. Valor de relaciones del local.....	88
Anexo 8. Zona visible.....	88
Anexo 9. Grados de reflexión.....	89
Anexo 10. Reflectancias recomendadas.....	89
Anexo 11. Algunas formas típicas de ampollas.....	90
Anexo 12. Eficacias de lámparas de descarga.....	90
Anexo 13. Vida promedio de lámparas de descarga.....	90
Anexo 14. Clasificación de balastos de acuerdo ala intensidad sonora del Ambiente.....	91
Anexo 15. Características de operación de las balastras para lámparas de Mercurio.....	92
Anexo 16. Características de operación de las balastras para lámparas de Sodio de alta presión.....	93
Anexo 17. Especificaciones eléctricas de balastos electrónicos SOLA BASIC.....	94
Anexo 18. Clasificación de áreas.....	95
Anexo 19. Tipos de montajes de luminarias.....	97
Anexo 20. Clasificación de luminarias de acuerdo a su curva de distribución.....	97
DATOS DE LUMINARIAS SELECCIONADAS.....	98
CONCLUSIONES.....	106
BIBLIOGRAFIA.....	108



1



CONCEPTOS BASICOS CONCEPTOS BASICOS Y DEFINICIONES

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO I. CONCEPTOS BASICOS Y DEFINICIONES

Un sistema de alumbrado bien proyectado, proporciona iluminación suficiente de acuerdo a la tarea visual (material impreso, dibujos, notas, etc.), para una visión sostenida adecuada y una iluminación propiamente balanceada de los alrededores para dar un sentido de comodidad, bienestar y hasta aun de seguridad. Para lo que es importante conocer y definir aquellos factores que nos ayudan a satisfacer el diseño de alumbrado.

1.1 ILUMINACION (E)

También conocida como iluminancia, es la densidad de flujo luminoso sobre una superficie.

$$E = \frac{\Phi}{S}$$

donde:

E = iluminancia (lux)

Φ = flujo luminoso (lumen)

S = superficie (área iluminada en m²)

Su unidad es el lux.

Un lumen distribuido uniformemente sobre un metro cuadrado de superficie produce una iluminación de un lux.

1.2 FLUJO LUMINOSO

Es la energía radiante en forma de luz emitida por una fuente luminosa en la unidad de tiempo (segundo), su símbolo es Φ y su unidad es el lumen (lm).

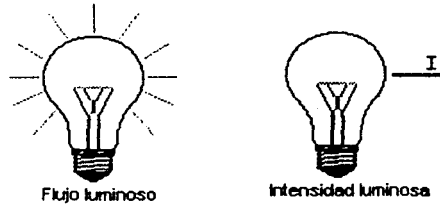
Un lumen es la cantidad de flujo luminoso incidente sobre una superficie de 1 metro cuadrado dispuesta de tal manera que cada uno de sus puntos, diste un metro de una fuente de luz teórica que emite uniformemente una candela en todas direcciones.

Actualmente, el flujo luminoso está considerado como una cantidad definida es por ello que el elemento tiempo puede ser despreciado y por lo tanto considerar el flujo luminoso como simplemente luz visible.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.2.1 Intensidad Luminosa

El flujo luminoso nos da una idea de la cantidad de luz que emite una fuente de luz, por ejemplo una bombilla, en todas las direcciones del espacio. Por contra, si pensamos en un proyector es fácil ver que sólo ilumina en una dirección. Parece claro que necesitamos conocer cómo se distribuye el flujo en cada dirección del espacio y para eso definimos la intensidad luminosa.



Diferencia entre flujo e intensidad luminosa.

Se conoce como **intensidad luminosa** al flujo luminoso emitido por unidad de ángulo sólido en una dirección concreta. Su símbolo es I y se mide en lúmenes. (En el sistema ingles se mide en candelas (cd)).

Intensidad luminosa

$$I = \frac{\Phi}{\omega}$$



Ver ANEXO 1

1.3 NIVELES DE ILUMINACION

Es el número de lux requeridos sobre el plano de trabajo para que una tarea visual pueda llevarse a buen término de manera correcta, rápida, segura y fácil.

Los factores a considerar de la actividad son la dificultad de la tarea visual según el tamaño del detalle, brillo, contraste de color y velocidad pedida. Otros factores importantes son el tiempo en el cuál la tarea va a realizarse, las condiciones de los alrededores y el estado fisiológico de los ojos que han de hacer el trabajo.

La instalación debe ser proyectada de tal manera, que ni la suciedad sobre las luminarias, lámparas, paredes y techos ni la disminución normal en la emisión luminosa de las lámparas en sí, hagan disminuir la iluminación en ningún momento por debajo del nivel recomendado.

En la práctica el nivel de iluminación se mide con la ayuda de un luxómetro. Para obtener un confort visual y dependiendo del trabajo que se realiza son necesarios ciertos niveles mínimos de iluminación.

1.3.1 Niveles de iluminación recomendados

Los niveles de iluminación recomendados para un local dependen de las actividades que se vayan a realizar en él. En general podemos distinguir entre tareas con requerimientos luminosos mínimos, normales o exigentes.

En el primer caso estarían las zonas de paso (pasillos, vestíbulos, etc.) o los locales poco utilizados (almacenes, cuartos de maquinaria...) con iluminancias entre 50 y 200 lux. En el segundo caso tenemos las zonas de trabajo y otros locales de uso frecuente con iluminancias entre 200 y 1000 lux. Por último están los lugares donde son necesarios niveles de iluminación muy elevados (más de 1000 lux) porque se realizan tareas visuales con un grado elevado de detalle que se puede conseguir con iluminación local .

Ver ANEXO 2.

1.4 CANTIDAD DE LA LUZ

Uno de los datos fundamentales para calcular una instalación de alumbrado es la cantidad de luz que hay que proporcionarle. En las tablas de Niveles de iluminación (ANEXO 2) se incluyen las listas de las tareas visuales más frecuentes, junto con los niveles luminosos, considerados como buenos, pero que no representan el máximo confort para ver. Sin embargo, sirven como una guía para los valores que hoy en día son asequibles y prácticos en el estado actual del arte de la iluminación.

1.5 LA DISTRIBUCIÓN DE ILUMINACION.

En todos los tipos de iluminación ,tanto general como localizada, es recomendable que se coloquen las luminarias de tal manera que proporcionen una iluminación razonablemente uniforme sobre el área total: La relación de la iluminación máxima bajo las luminarias a la mínima en lugares situados entre dos de ellas no debe nunca ser mayor que dos a uno y para conseguir buenos resultados debe acercarse todo lo que sea posible a la unidad.

Los fabricantes proporcionan las distancias máximas entre aparatos para los diversos tipos que fabrican, en función de la altura de montaje o de techo. Las cifras que se manejan son valores máximos desde el punto de vista de conseguir una uniformidad de iluminación razonable pero una colocación más próxima de las (linternas) luminarias será necesaria frecuentemente para conseguir los niveles de iluminación deseados.

Algo importante a considerar para la distribución de luminarias , es el efecto que se desea crear (la atmósfera). Ej.: En restaurantes o en salas de fiesta el contraste producido por la variación en la iluminación, ayuda a crear una atmósfera atractiva.

1.6 CALIDAD DE LUZ

La cantidad adecuada de luz no asegura por sí sola una buena iluminación. La buena calidad es tan importante como la cantidad, y generalmente es más difícil de conseguir. Los factores a tener en cuenta en la calidad del alumbrado son muchos y complejos, pero el deslumbramiento, las relaciones de brillo, la difusión y el color pueden considerarse como los más importantes.

1.6.1 Deslumbramiento

Es una condición luminica (exceso de luminosidad) que ofende o incomoda a la vista ofuscando o cegando temporalmente la vista. Es cualquier brillo que produce molestias, interferencias en la visión o fatiga visual.

Es la principal causa del alumbrado incómodo pero además reduce la visibilidad, por lo que de hecho disminuye la eficacia de un sistema de alumbrado.

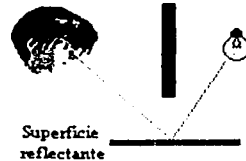
Tanto el deslumbramiento indirecto como el directo provocan disminuciones en el rendimiento. Como es difícil valorar matemáticamente los distintos elementos del deslumbramiento, se han establecido ciertos factores determinantes.

- a) *El brillo de la fuente de luz.* Cuanto mayor sea éste mayor será la molestia y la interferencia con la visión.
- b) *El tamaño de la fuente,* expresado en función del ángulo subtendido por el ojo. Un área grande de bajo brillo como un panel luminoso o un cierto número de luminarias reunidas, aunque cada una en sí sea de bajo brillo, pueden ser tan molestas como una sola fuente pequeña de brillo mayor.
- c) *Posición de la fuente.* El deslumbramiento disminuye rápidamente a medida que la fuente se aleja de la línea de visión. Una luminaria suspendida en el campo de la visión produce mayor deslumbramiento que la misma, mostrada por encima del ángulo visual normal.
- d) *Contraste de brillo.* Cuanto mayor sea el contraste de brillo entre una fuente que deslumbre y sus alrededores, mayor será el efecto de deslumbramiento.
- e) *Tiempo.* Una disposición del alumbrado que puede no ser molesta por un corto espacio de tiempo, puede convertirse en altamente molesta y fatigosa para una persona que tuviera que trabajar en tales condiciones durante ocho horas al día.

Así, un estudio del posible efecto de deslumbramiento en una instalación de alumbrado no implica sólo el brillo intrínseco del aparato individual o del elemento, sino también muchas características de la habitación y las condiciones de uso. Cuando algunos tipos de luminarias fluorescentes son colocados a lo largo de la línea de visión en áreas demasiado grandes con techos relativamente bajos pueden producir una sensación desagradable.



Deslumbramiento directo



Deslumbramiento indirecto

El deslumbramiento directo es causado por una luz que llega directamente de la fuente al ojo, o de una superficie brillante en el campo de visión.

El deslumbramiento indirecto es causado por la imagen de una fuente de luz (o cualquier objeto de alto brillo) reflejado por una superficie especular en la dirección del ojo este tipo de deslumbramiento puede ser tan molesto como el directo. Las superficies brillantes son frecuentemente fuentes de deslumbramiento o brillo reflejado. Como la reflexión especular es direccional, es fácilmente posible impedir el deslumbramiento reflejado mediante la colocación de la fuente de luz, la superficie de trabajo o el trabajador, de tal manera que la luz reflejada no incida sobre los ojos. También se puede controlar el deslumbramiento reflejado mediante fuentes de bajo brillo y gran área y mediante la utilización de colores claros, con acabados opacos de reflexión no brillante en muebles y superficies de trabajo.

Para obtener los mejores resultados es necesario crear un equilibrio adecuado entre el brillo del área de trabajo y la de otras superficies en el campo visual evitando tanto los alrededores demasiado oscuros como las áreas de tan alto brillo que perturben la visión.

Conseguir relaciones de brillo cómodas para cualquier situación dada, requiere un estudio concienzudo detenido de todos los factores implicados, incluyendo no sólo las fuentes de luz y luminarias, sino también las características de reflexión de techos, paredes, suelos, muebles y la iluminación sobre ellos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.6.2 Luminancia (Brillo).

El término técnico es brillo fotométrico o luminancia pero normalmente se utiliza la palabra "Brillo". Es la luz que llega al ojo que a fin de cuentas es la que vemos, el ojo no ve iluminación, sino brillo.

Se llama **luminancia** a la relación entre la intensidad luminosa y una superficie vista por el ojo en una dirección determinada. Su símbolo es L y su unidad es

Una superficie difusora de brillo uniforme que emite o refleja un lumen por m^2 al ser examinada en una dirección determinada tiene el brillo de un Lambert. También se utiliza su submúltiplo el mililambert (lumen por m^2). También es posible encontrar otras unidades como el stilb ($1 \text{ sb} = 1 \text{ cd}/m^2$) o el nit ($1 \text{ nt} = 1 \text{ cd}/cm^2$).

Existen tablas de valores aproximados de brillos (Fuente luminosa / lambert)

Los niveles de iluminación bajos requieren también luminarias de brillo bajo, mientras que brillos mayores pueden ser aceptables con intensidades por encima de los 500 lux.

1.6.3 Difusión.

La iluminación que resulta de la luz procedente de varias direcciones se llama difusa. La difusión es una función del número o tamaño físico de las fuentes de luz que contribuyen a la iluminación de un punto determinado, y generalmente es la medida de las sombras acentuadas que se han evitado. El grado de difusión deseable depende del tipo de trabajo que se va a llevar a cabo. La luz perfectamente difusa es el ideal para muchos trabajos que requieren buena visión y en aplicaciones como el alumbrado de escuelas y oficinas.

Las luminarias fluorescentes directas proporcionan generalmente más iluminación difusa que las directas incandescentes, y las grandes zonas luminosas o paneles difusores aún proporcionan una mayor difusión.

1.7 ASPECTO CROMÁTICO.

1.7.1 Temperatura de color

No es en realidad una medida de temperatura. Es un concepto abstracto que expresa el color de la luz y relaciona la temperatura con el color de la luz, mediante la comparación de este con el color del cuerpo negro o sea del "radiante perfecto teórico". Su valor coincide con la temperatura a la que el cuerpo negro tiene una apariencia de color similar a la de la fuente considerada (luz). El color de la llama de una vela es similar al de un cuerpo negro calentado a unos $1800^\circ \text{ Kelvin}^{(1)}$ y la llama se dice entonces que tiene una *temperatura de color* de 1800° K

(1) La escala de temperatura Kelvin tiene su punto cero a -273° centígrados

Se mide en grados Kelvin. Cuanta mayor temperatura en grados Kelvin, más azul será la luz con la que estamos trabajando, y cuanto menos temperatura, será más roja.

El color de las lámparas de mercurio de sodio y la mayor parte de las fuertemente coloreadas no coincide con el del cuerpo negro a ninguna temperatura, por lo que ni pueden ser comparadas con él, ni se les puede asignar ninguna temperatura de color.

Los índices de temperatura del color otorgados a veces a diversos tipos de lámparas fluorescentes blancas, como medida de comodidad, sólo pueden ser considerados como aproximaciones.

Cuando hablamos de luz cálida o fría, no estamos refiriéndonos al calor físico de la lámpara y sí al tono de color que ella da al ambiente.

Tonos cálidos - tonos rojizos
Tonos fríos - tonos azulados

La luz más cálida da mayor bienestar y relajación, luz más fría mayor actividad.

En las lámparas esta temperatura de color es medida en grados Kelvin, cuanto mayor sea el número más frío (azul) es el color de la lámpara y cuanto menor sea el número más cálido (rojo) es el color de la lámpara.

Ver ANEXO 3

1.7.2 Temperatura de color correlacionada (TCC).

La TCC es un parámetro que se expresa en Kelvin usado para clasificar a las lámparas de acuerdo a su aspecto cromático; es decir para evaluar su "calidez" o "frescura". La selección de una lámpara por su TCC depende de la aplicación. Este parámetro define además la apariencia de color de las superficies, especialmente las blancas, en interiores, creando un aspecto cálido, intermedio o frío.

Ver ANEXO 4

A pesar de esto, la apariencia en color no basta para determinar qué sensaciones producirá una instalación a los usuarios. Por ejemplo, es posible hacer que una instalación con fluorescentes llegue a resultar agradable y una con lámparas cálidas desagradable aumentando el nivel de iluminación de la sala.

El valor de la iluminación determinará conjuntamente con la apariencia en color de las lámparas el aspecto final.

Ver ANEXO 5

1.7.3 Índice de rendimiento de color (IRC)

Es la capacidad que tienen las lámparas de reproducir los colores de los objetos que iluminan. Para fines prácticos sólo puede tomar valores entre 0 y 100, siendo 100 el valor que corresponde a una lámpara que reproduce fielmente todos los colores. Las lámparas con IRC menor a 100 sólo pueden compararse cuando tienen la misma TCC.

Ver ANEXO 6

1.8 RENDIMIENTO ENERGETICO

Es el coeficiente entre la energía luminosa necesaria para la realización de una actividad determinada y el consumo de energía eléctrica correspondiente.

$$R = \frac{N_i \times S}{P}$$

donde :

- R = Rendimiento energético global de la instalación (lumen / W)
- N_i = Nivel de iluminación requerido en el plano de trabajo lux (lumen / m²)
- S = Superficie del local (m²)
- P = Potencia total de las lámparas instaladas en el local (W)

El **Rendimiento energético global de una instalación de alumbrado** puede definirse también como el producto del factor de utilización por la eficiencia luminosa de las lámparas utilizadas
Por el factor de mantenimiento.

$$R = CU \times EI \times Fm$$

donde :

- CU = Coeficiente de utilización
- EI = Eficiencia luminosa de las lámparas utilizadas (lumen / W)
- Fm = Factor de mantenimiento

1.8.1 Coeficiente de utilización (CU)

Es el cociente entre el flujo luminoso que llega al plano de trabajo y el total del flujo luminoso generado por las lámparas.

$$CU = \frac{\Phi_{UTIL}}{\Phi_{LAMPARA}}$$

Es un factor que tiene en cuenta la eficacia y distribución de las luminarias, su altura de montaje, las dimensiones del local y la reflexión de las paredes, techos y suelos. Ya que con estos parámetros se obtiene el coeficiente de utilización en tablas proporcionadas por los fabricantes de las luminarias o bien utilizando las tablas mostradas en el Manual de Alumbrado Westinghouse, o del I.E.S. A continuación se muestra una tabla de donde se puede obtener el CU.

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización (%)								
		Factor de reflexión del techo								
		0.7			(0.5)			0.3		
		Factor de reflexión de las paredes								
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	(0.1)	0.5	0.3	0.1
	1	.28	.22	.16	.25	.22	.15	.26	.22	.16
	1.2	.31	.27	.20	.30	.27	.20	.30	.27	.20
	1.5	.39	.33	.26	.36	.33	.25	.36	.33	.26
	2	.45	.40	.35	.44	.40	.35	.44	.40	.35
	2.5	.52	.46	.41	.49	.46	.41	.49	.46	.41
	3	.54	.50	.45	.53	.50	.45	.53	.50	.45
	4	.61	.56	.52	.60	.56	.52	.60	.56	.52
	5	.63	.60	.56	.63	.60	.56	.62	.60	.56
	6	.68	.63	.60	.66	.63	.60	.65	.63	.60
	8	.71	.67	.64	.69	.67	.64	.68	.67	.64
	10	.72	.70	.67	.71	.70	.67	.71	.70	.67

En general en cuanto más alta y estrecha sea la habitación, mayor será el porcentaje de luz absorbida por las paredes, y más bajo será el coeficiente de utilización.

1.8.1.2 Índice del local

Las habitaciones se clasifican con relación a la forma, en diez grupos, cada uno de los cuales es identificado por una letra conocida bajo el nombre de índice de local. Los índices del local para una amplia gama de dimensiones, se dan en tablas y nos ayuda junto con los parámetros mencionados con anterioridad a determinar el coeficiente de utilización.

La clasificación de los "Índices del Local" están basados en las relaciones entre las dimensiones de las habitaciones, que se calculan mediante dos fórmulas:

TESIS CON
FALTA DE ORIGEN

Para luminarias directas, semidirectas, directa-indirecta y general difusa :

$$\text{Relación del local} = \frac{\text{Ancho} \times \text{Largo}}{\text{Altura de montaje sobre el plano de trabajo} \times (\text{ancho} + \text{largo})}$$

Para luminarias semiindirectas e indirecta:

$$\text{Relación de local} = \frac{3 \times \text{ancho} \times \text{largo}}{2 \times \text{altura de techo sobre el plano de trabajo} \times (\text{ancho} + \text{largo})}$$

Cada índice de local representa un valor de la relación del local, y las tablas de coeficientes de utilización se basan en el valor en el punto central de cada una de las relaciones.

Ver ANEXO 7

1.8.2 Eficiencia luminosa (EI)

Es el total del flujo de luz (energía útil) emitido por una lámpara en relación con la cantidad total de electricidad que se le suministra. Tratándose de una lámpara eléctrica, la eficiencia se expresa por el cociente de dividir la emisión luminosa de la lámpara (lúmenes) por la potencia consumida (watts), siendo su unidad los lúmenes por watt (lm / W).

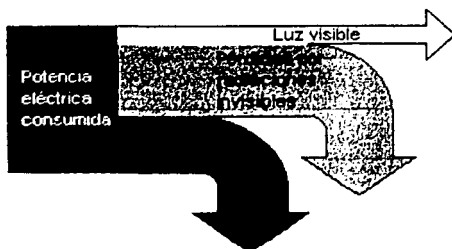
$$\eta = \frac{\Phi}{W}$$

donde:

η = Rendimiento luminoso (lm / W)

Φ = Flujo luminoso (lm)

W = Potencia consumida (W)



No toda la energía eléctrica consumida por una lámpara (bombilla, fluorescente, etc.) se transforma en luz visible (energía útil) parte se pierde por calor , parte en forma de radiación no visible (infrarrojo o ultravioleta).

Ver ANEXO 8

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En las lámparas incandescentes y halógenas, aproximadamente el 95% de la energía utilizada es transformada en calor y apenas 5% genera luz. Toda esta energía transformada en calor es lanzada al ambiente, causando aumento de temperatura e incomodidad.

1.8.3 Factor de mantenimiento (Fm)

Es la relación entre la iluminancia media en el plano de trabajo después de un período determinado de utilización de la instalación de alumbrado, y la obtenida en las mismas condiciones por la instalación nueva.

Este factor es una función de la depreciación de la emisión luminosa del luminario, debido a la acumulación de suciedad en el mismo, así como a la depreciación de las superficies reflectoras o transmisoras de la luz ocasionadas por el envejecimiento y las horas de uso.

El factor de mantenimiento se obtiene multiplicando el valor de la depreciación de la lámpara por suciedad del luminario. Este factor puede considerarse de los siguientes porcentajes:

Para locales limpios: 10%
Para locales de limpieza regular: 15 a 20 %
Para locales sucios: 25 a 35 %

También puede considerarse un factor de mantenimiento de acuerdo a los siguientes valores:

	FM
Para locales limpios	0.8
Para locales de limpieza regular:	0.7
Para locales sucios:	0.6

Por lo tanto se puede considerar que existen tres elementos que afectan de manera variable a la cantidad de luz obtenida del sistema:

1.- Pérdida de la emisión luminosa de la lámpara. La emisión luminosa media a lo largo de la vida de la lámpara es de 10 por 100 a 25 por 100 más baja que la inicial. El valor de esta disminución depende del tamaño.

2.- Pérdida debido a la acumulación de suciedad sobre la superficie reflectora o transmisora de la luminaria y sobre las propias lámparas.

3.- Pérdida de luz reflejada debida a la acumulación de suciedad sobre las paredes y techos; para los casos en que se reduce la reflectancia de manera excesiva.

Los factores de conservación que se dan para lámparas y luminarias, han sido dictados para tres condiciones definidas, que son las siguientes:

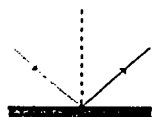
Factor de mantenimiento bueno. Cuando las condiciones atmosféricas son buenas, las luminarias se limpian frecuentemente y las lámparas se reponen por el sistema de sustitución en grupos.

Factor de mantenimiento medio. Cuando existen condiciones atmosféricas menos limpias, la limpieza de la luminaria no es frecuente y sólo se sustituyen las lámparas cuando se funden.

Factor de mantenimiento malo. Cuando la atmósfera es bastante sucia y la instalación tiene una conservación deficiente. El proyectista debe forzosamente ejercer un examen cuidadoso respecto a las condiciones existentes y futuras, para llegar a la obtención de un factor de conservación práctico.

1.9 REFLEXION.

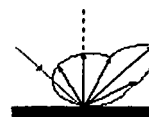
Cuando una superficie devuelve un rayo de luz incidente, se dice que el rayo ha sido reflejado. La reflexión puede ser especular (regular), difusa, difusa dirigida y mixta.



Reflexión
regular



Reflexión
difusa



Reflexión
mixta

1.9.1 Factor de reflexión.

Es la relación de la luz reflejada por una superficie a la luz incidente sobre ella.

El factor de reflexión de una superficie dada puede variar considerablemente con relación a la dirección y naturaleza de la luz incidente. La reflexión especular aumenta con el ángulo de incidencia, y se obtiene casi la reflexión total en los ángulos rasantes.

Ver ANEXO 9

1.9.2 Reflexión en las paredes y techo de las habitaciones.

La reflexión en las paredes y techo es altamente importante para mantener relaciones de brillo cómodas dentro del campo de visión.

Ver ANEXO 10

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Los valores de los coeficientes de reflexión de techo , paredes y suelo se encuentran normalmente tabulados para los diferentes tipos de materiales , superficies y acabado. Si no disponemos de ellos, podemos considerar los valores de la siguiente tabla:

	COLOR	FACTOR DE REFLEXION
Techo	Blanco o muy claro	0.7
	Claro	0.5
	Medio	0.3
Paredes	Claro	0.5
	Medio	0.3
	Oscuro	0.1
Suelo	Claro	0.3
	Oscuro	0.1

Las superficies de alta reflectancia ayudan a reducir las diferencias de brillo entre la tarea visual y sus alrededores inmediatos, así como las que hay entre el equipo de alumbrado y el fondo contra el que está. Las limitaciones de brillo luminoso recomendadas están basadas en los valores de reflectancia dados en el anexo anterior; las reflectancias fuera de estos límites reducirán probablemente el confort visual mediante la creación de deslumbramiento o de más altos contrastes de brillo. Los acabados no sólo deberán estar dentro del promedio recomendados para la reflectancia, sino que deberán ser mates para reducir las reflexiones especulares.

2



**TIPOS DE LAMPARAS
TIPOS DE LAMPARAS
Y CARACTERISTICAS.
CARACTERISTICAS.
BALASTRAS
BALASTRAS**

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO II

TIPOS DE LAMPARAS Y CARACTERISTICAS . BALASTRAS

2.1 INTRODUCCION

Desde el principio de la existencia, el hombre se ha esforzado por encontrar sistemas que sustituyan la luz solar en las horas de oscuridad o en lugares donde escaseaba.

Fruto de esta inquietud ha sido la aparición de una serie de elementos que, desde el descubrimiento del fuego hasta las distintas modalidades de lámparas eléctricas conocidas hoy día, han ido marcando etapas en el desarrollo de fuentes de luz artificial.

Actualmente, la investigación continúa avanzando hacia la consecución de lámparas que faciliten una calidad de luz lo más cercana posible a la solar.

En el mercado se pueden encontrar diversos tipos de lámparas adecuadas al uso doméstico en las que varía, entre otros factores, su duración, el consumo y la calidad de la luz que emiten.

Entre los parámetros que sirven para definir una lámpara tenemos las características fotométricas: la intensidad luminosa, el flujo luminoso y el rendimiento o eficiencia. Además de estas, existen otros que nos informan sobre la calidad de la reproducción de los colores y los parámetros de duración de las lámparas.

2.2 CARACTERISTICAS CROMATICAS

Los colores que vemos con nuestros ojos dependen en gran medida de las características cromáticas de las fuentes de luz. Por poner un ejemplo, no se ve igual una calle de noche a la luz de las farolas iluminadas por lámparas de luz blanca que con lámparas de luz amarilla.

Dentro de estas características cromáticas se encuentran dos aspectos a considerar en la fuente de luz. El primero trata sobre el color que presenta la fuente. Y el segundo describe cómo son reproducidos los colores de los objetos iluminados por esta. Para evaluarlos se utilizan dos parámetros: la temperatura de color y el rendimiento de color que se mide con el IRC.

La temperatura de color trata sobre el color que presenta la fuente. Su valor coincide con la temperatura a la que un cuerpo negro tiene una apariencia de color similar a la de la fuente considerada, el cual puede ir de los tonos azules a los tonos rojos

- La **vida media** es el tiempo medio que resulta tras el análisis y ensayo de un lote de lámparas trabajando en unas condiciones determinadas.

La duración de las lámparas incandescentes está normalizada; siendo de unas 1000 horas para las normales, para las halógenas es de 2000 horas para aplicaciones generales y de 4000 horas para las especiales.

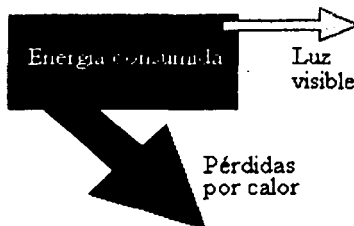
2.4 LAMPARA INCANDESCENTE

Las lámparas incandescentes fueron la primera forma de generar luz a partir de la energía eléctrica. Estas lámparas son el tipo más familiar de luz con incontables aplicaciones en el hogar, tiendas y otros establecimientos comerciales. Su principio de funcionamiento es simple, se pasa una corriente eléctrica por un filamento de alambre delgado, generalmente de tungsteno, hasta que este alcanza una temperatura tan alta (superior a los 525°C) que emite radiaciones visibles por el ojo humano, actuando como fuente luminosa.

La lámpara incandescente está formada por un filamento de material de elevada temperatura de fusión dentro de una ampolla de vidrio para evitar que este se queme en contacto con el aire, por lo que en su interior se ha hecho el vacío, o se ha rellenado con un gas inerte. Deben utilizarse filamentos con elevadas temperaturas de fusión porque la proporción entre la energía luminosa y la energía térmica generada por el filamento aumenta a medida que se incrementa la temperatura, obteniéndose la fuente luminosa más eficaz a la temperatura máxima del filamento. En las primeras lámparas incandescentes se utilizaban filamentos de carbono, aunque las modernas se fabrican con filamentos de delgado hilo de wolframio o tungsteno, cuya temperatura de fusión es de 3.410 °C. El uso de gas inerte en lugar de vacío en las lámparas incandescentes tiene como ventaja una evaporación más lenta del filamento, lo que prolonga la vida útil de la lámpara.

2.4.1 Eficacia

En general los rendimientos de este tipo de lámparas son bajos debido a que la mayor parte de la energía consumida se convierte en calor.



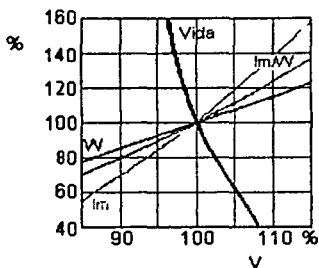
Rendimiento de una lámpara incandescente

2.4.2 Factores externos que influyen en el funcionamiento

Los factores externos que afectan al funcionamiento de las lámparas son la temperatura del entorno dónde esté situada la lámpara y las desviaciones en la tensión nominal en los bornes.

La **temperatura ambiente** no es un factor que influya demasiado en el funcionamiento de las lámparas incandescentes, pero sí se ha de tener en cuenta para evitar deterioros en los materiales empleados en su fabricación. En las lámparas normales hay que tener cuidado de que la temperatura de funcionamiento no exceda de los 200°C para el casquillo y los 370°C para el bulbo en el alumbrado general. Esto será de especial atención si la lámpara está alojada en luminarias con mala ventilación. En el caso de las lámparas halógenas es necesario una temperatura de funcionamiento mínima en el bulbo de 260°C para garantizar el ciclo regenerador del wolframio. En este caso la máxima temperatura admisible en la ampolla es de 520°C para ampollas de vidrio duro y 900°C para el cuarzo.

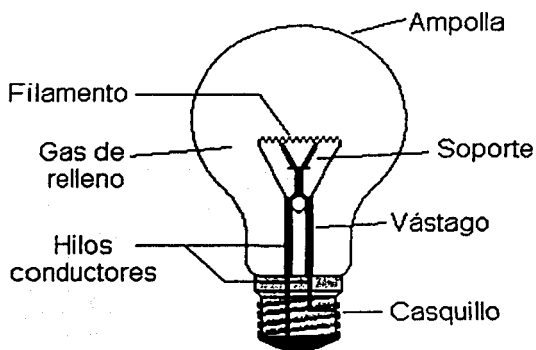
Las **variaciones de la tensión** se producen cuando aplicamos a la lámpara una tensión diferente a la tensión nominal para la que ha sido diseñada. Cuando aumentamos la tensión aplicada se produce un incremento de la potencia consumida y del flujo emitido por la lámpara pero se reduce la duración de la lámpara. Análogamente, al reducir la tensión se produce el efecto contrario.



Efecto de las variaciones de tensión (%) sobre las características de funcionamiento de las lámparas incandescentes

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.4.3 Principales partes de una lámpara incandescente



Partes de una bombilla

Ampolla o bulbo

La ampolla es una cubierta de vidrio que da forma a la lámpara y protege el filamento del aire exterior evitando que se queme con este. Si no fuera así, el oxígeno del aire oxidaría el material del filamento destruyéndolo de forma inmediata.

Las ampollas pueden ser de vidrio transparente, de vidrio blanco translúcido o de colores proporcionando en este último caso una luz de color monocromática en lugar de la típica luz blanca.

Ver ANEXO 11

Filamento

Es el elemento productor de la luz de la lámpara, y las consideraciones principales al proyectarlo se refieren a sus características eléctricas. Debe tolerar temperaturas muy elevadas, como la temperatura depende de la resistencia eléctrica es necesario que esta última sea muy elevada.

También es muy importante que el filamento tenga un punto de fusión alto y una velocidad de evaporación lenta que evite un rápido desgaste por desintegración del hilo. De esta manera se pueden alcanzar temperaturas de funcionamiento más altas y, por tanto, mayores eficacias.

En la actualidad el material más empleado para los filamentos es el tungsteno o wolframio (W) por sus elevadas prestaciones que se ajustan a los requisitos exigidos además de ser una materia prima asequible.

Soporte del filamento: vástago, varillas de soporte e hilos conductores

El filamento está fijado a la lámpara por un conjunto de elementos que tienen misiones de sujeción y conducción de la electricidad. Los hilos conductores transportan la electricidad desde el casquillo a los hilos de soporte a través del vástago. Para evitar el deterioro de las varillas de soporte es necesario un material, normalmente se usa el molibdeno, que aguante las altas temperaturas y no reaccione químicamente con el tungsteno del filamento. El vástago es de vidrio con plomo, un material con excelentes propiedades de aislante eléctrico, que mantiene separada la corriente de los dos conductores que lo atraviesan. Además, y gracias a su interior hueco sirve para hacer el vacío en la ampolla y rellenarla de gas (cuando se requiera).

Gas de relleno

La presencia del gas supone un notable incremento de la eficacia luminosa de la lámpara dificultando la evaporación del material del filamento y permitiendo el incremento de la temperatura de trabajo del filamento y el flujo luminoso emitido. Los gases más utilizados son el nitrógeno en pequeñas proporciones que evita la formación de arcos y el argón que reduce la velocidad de evaporación del material que forma el filamento.

Casquillo

El casquillo cumple dos importantes funciones en la lámpara. Por un lado, sirve para conectar el filamento a la corriente eléctrica proveniente del portalámparas. Y por el otro, permite la sujeción de la lámpara a la luminaria evitando su deterioro. En su fabricación se usan habitualmente el latón, el aluminio o el níquel.



Casquillo de rosca



Casquillo de bayoneta

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

2.4.4 Tipos de lámparas incandescentes

Existen dos tipos de lámparas incandescentes: las que contienen un gas halógeno en su interior y las que no lo contienen:

2.4.4.1 Lámparas no halógenas

Entre las lámparas incandescentes no halógenas podemos distinguir las que se han rellenado con un gas inerte de aquellas en que se ha hecho el vacío en su interior ya que con el gas se consigue aumentar la eficacia luminosa y vida de la lámpara. Las lámparas incandescentes tienen una duración normalizada de 1000 horas, una potencia entre 25 y 2000 W y unas eficacias entre 7.5 y 11 lm/W para las lámparas de vacío y entre 10 y 20 para las rellenas de gas inerte.

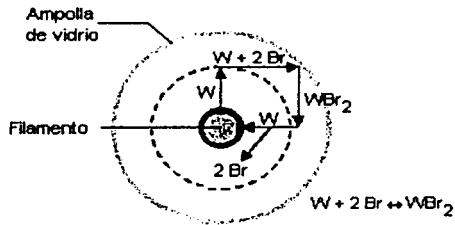
	Lámparas con gas	Lámparas de vacío
Temperatura del filamento	2500 °C	2100 °C
Eficacia luminosa de la lámpara	10-20 lm/W	7.5-11 lm/W
Duración	1000 horas	1000 horas
Pérdidas de calor	Convección y radiación	Radiación

Tabla . Características de lámparas no halógenas

2.4.4.2 Lámparas halógenas de alta y baja tensión

Las lámparas halógenas producen luz pasando corriente a través de un filamento de alambre delgado pero, estos filamentos operan a temperaturas muy altas para que pueda realizarse el ciclo del halógeno. Agregando una pequeña cantidad de un compuesto gaseoso con halógenos (cloro, bromo o yodo) normalmente se usa el CH_2B_2 al gas de relleno con lo que se consigue establecer un ciclo de regeneración del halógeno que evita el ennegrecimiento de la ampolla, el cual disminuye significativamente el flujo luminoso en las lámparas incandescentes normales por culpa de la condensación de las partículas de wolframio (W) del filamento en la ampolla. Cuando el tungsteno (W) se evapora se une al bromo formando el bromuro de wolframio (WBr_2). Como las paredes de la ampolla están muy calientes (más de 260 °C) no se deposita sobre estas y permanece en estado gaseoso. Cuando el bromuro de wolframio entra en contacto con el filamento, que está muy caliente, se descompone en W que se deposita sobre el filamento y Br que pasa al gas de relleno. Y así, el ciclo vuelve a empezar.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Ciclo del halógeno

El aumento de temperatura de operación aumenta la eficacia en más de un 20% con respecto a las lámparas incandescentes normales con una amplia gama de potencias de trabajo (150 a 2000W) según el uso al que están destinadas. La temperatura del calor es también mayor, produciendo luz "más blanca" que los focos incandescentes estándar. Las lámparas halógenas se encuentran disponibles en una variedad de formas y tamaños y pueden ser usadas de manera efectiva en una variedad de aplicaciones de iluminación, incluyendo iluminación de acentuación y de mostrador, faros delanteros de coches e iluminación proyectada exterior.

Son más pequeñas y compactas que las lámparas normales y la ampolla se fabrica con un cristal especial de cuarzo que impide manipularla con los dedos para evitar su deterioro.

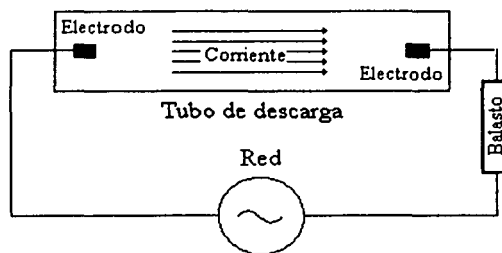
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.5 LAMPARAS DE DESCARGA

Las lámparas de descarga constituyen una forma alternativa de producir luz de una manera más eficiente y económica que las lámparas incandescentes. La luz emitida se consigue por excitación de un gas o un vapor sometido a descargas eléctricas entre dos electrodos. Según el gas contenido en la lámpara y la presión a la que esté sometido tendremos diferentes tipos de lámparas, cada una de ellas con sus propias características luminosas.

2.5.1 Funcionamiento

En las lámparas de descarga, la luz se consigue estableciendo una corriente eléctrica entre dos electrodos situados en un tubo lleno con un gas o vapor ionizado.



En el interior del tubo, se producen descargas eléctricas como consecuencia de la diferencia de potencial entre los electrodos. Estas descargas provocan un flujo de electrones que atraviesa el gas. Cuando uno de ellos choca con los electrones de las capas externas de los átomos les transmite energía lo cual puede ocasionar:

Que la energía transmitida en el choque sea lo suficientemente elevada para poder arrancar al electrón de su orbital. Este, puede a su vez, chocar con los electrones de otros átomos repitiendo el proceso. Si este proceso no se limita, se puede provocar la destrucción de la lámpara por un exceso de corriente.

Pero si el electrón no recibe la suficiente energía como para ser arrancado de su orbital este ocupa otro orbital de mayor energía. Este nuevo estado acostumbra a ser inestable y rápidamente se vuelve a la situación inicial. Al hacerlo, el electrón libera la energía extra en forma de radiación electromagnética, principalmente ultravioleta (UV) o visible.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.5.2 Elementos auxiliares

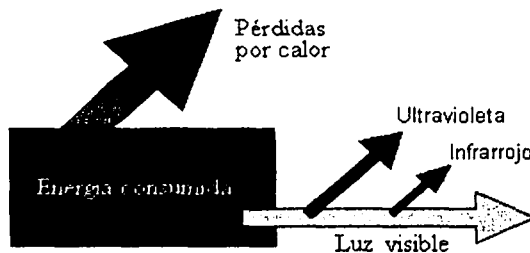
Para que las lámparas de descarga funcionen correctamente es necesario, en la mayoría de los casos, la presencia de unos elementos auxiliares: cebadores y balastos. Los cebadores o ignitores son dispositivos que suministran un breve pico de tensión entre los electrodos del tubo, necesario para iniciar la descarga y vencer así la resistencia inicial del gas a la corriente eléctrica.

Los balastos, por contra, son dispositivos que sirven para limitar la corriente que atraviesa la lámpara y evitar así que aumente el valor de la corriente hasta producir la destrucción de la lámpara.

2.5.3 Eficacia

La eficacia de este tipo de lámparas depende de dos aspectos: las pérdidas por calor y las pérdidas por radiaciones no visibles (ultravioleta e infrarrojo). El porcentaje de cada tipo dependerá de la clase de lámpara con que trabajemos.

Ver Anexo 12



Balance energético de una lámpara de descarga

2.5.4 Características cromáticas

El espectro de estas lámparas es discontinuo y la consecuencia de esto es que la luz emitida por la lámpara no es blanca (por ejemplo en las lámparas de sodio a baja presión es amarillenta). Por lo tanto, la capacidad de reproducir los colores de estas fuentes de luz es, en general, peor que en el caso de las lámparas incandescentes que tienen un espectro continuo. Es posible, recubriendo el tubo con sustancias fluorescentes, mejorar la reproducción de los colores y aumentar la eficacia de las lámparas convirtiendo las nocivas emisiones ultravioletas en luz visible.

2.5.5 Características de duración

Hay dos aspectos básicos que afectan a la duración de las lámparas:

- La depreciación del flujo. Este se produce por ennegrecimiento de la superficie de la superficie del tubo donde se va depositando el material emisor de electrones que recubre los electrodos. En aquellas lámparas que usan sustancias fluorescentes otro factor es la pérdida gradual de la eficacia de estas sustancias.
- El deterioro de los componentes de la lámpara que se debe a la degradación de los electrodos por agotamiento del material emisor que los recubre.

Otras causas son un cambio gradual de la composición del gas de relleno y las fugas de gas en lámparas a alta presión.

Ver ANEXO 13.

2.5.6 Factores externos que influyen en el funcionamiento

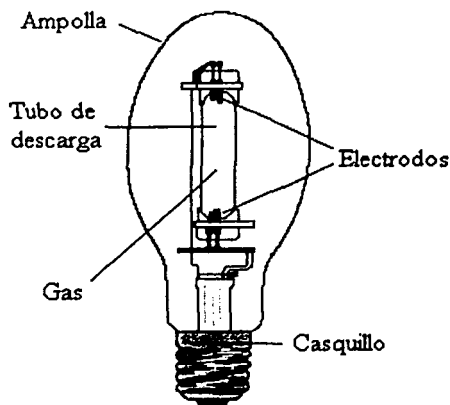
Los factores externos que más influyen en el funcionamiento de la lámpara son la temperatura ambiente y la influencia del número de encendidos.

Las lámparas de descarga son, en general, sensibles a las temperaturas exteriores. Dependiendo de sus características de construcción (tubo desnudo, ampolla exterior...) se verán más o menos afectadas en diferente medida. Las lámparas a alta presión, por ejemplo, son sensibles a las bajas temperaturas en que tienen problemas de arranque. Por contra, la temperatura de trabajo estará limitada por las características térmicas de los componentes (200° C para el casquillo y entre 350° y 520° C para la ampolla según el material y tipo de lámpara).

La influencia del número de encendidos es muy importante para establecer la duración de una lámpara de descarga ya que el deterioro de la sustancia emisora de los electrodos depende en gran medida de este factor. La duración de los tubos fluorescentes se especifica para una conexión por cada tres horas de funcionamiento. Si se realizan conexiones cada poco tiempo, la duración de la lámpara se acorta. Así, una conexión cada hora de funcionamiento supone una reducción del 30% respecto a la duración nominal, y una conexión cada 10 minutos una reducción del 65%. Por lo tanto, la duración mínima de funcionamiento para la que no interesa desconectar la lámpara fluorescente, depende del coste de reposición de la misma y del coste del consumo de energía en dicho período, aunque en general puede afirmarse que si el tiempo que van a estar apagadas es inferior a unos 20 ó 30 minutos, interesa mantenerlas conectadas, por ser superior el ahorro que se consigue por la mayor duración de las lámparas que el costo de la energía consumida en dicho período.

2.5.7 Principales partes de una lámpara de descarga

Las formas de las lámparas de descarga varían según la clase de lámpara con que tratemos. A pesar de esto, todas tienen una serie de elementos en común como el tubo de descarga, los electrodos, la ampolla exterior o el casquillo.



Ampolla exterior

La ampolla es un elemento que sirve para proteger al tubo de descarga de los agentes atmosféricos. Es un elemento presente en todas las lámparas excepto en las lámparas fluorescentes. En su interior se hace el vacío o se rellena con un gas inerte. Sus formas son muy variadas y puede estar recubierta internamente con sustancias fluorescentes que filtran y convierten las radiaciones ultravioletas en visibles mejorando el rendimiento en color de estas lámparas y su eficiencia.

Tubo de descarga

Es un tubo, normalmente de forma cilíndrica, donde se producen las descargas eléctricas entre los electrodos. Está relleno con un gas (vapor de mercurio o sodio habitualmente) a alta o baja presión que determina las propiedades de la lámpara. Los materiales que se emplean en su fabricación dependen del tipo de lámpara y de las condiciones de uso.

Electrodos

Los electrodos son los elementos responsables de la descarga eléctrica en el tubo. Están hechos de wolframio y se conectan a la corriente a través del casquillo. Se recubren con una sustancia emisora para facilitar la emisión de los electrones en el tubo.

Casquillo

El casquillo tiene la función de conectar los electrodos a la red a través del portalámparas. Puede ser de rosca o bayoneta aunque hay algunas lámparas como las fluorescentes que disponen de casquillos de espigas con dos contactos en los extremos del tubo. Los materiales de que se elaboran dependerán de los requisitos térmicos y mecánicos de cada tipo de lámpara.

Gas

En el interior del tubo de descarga encontramos una mezcla entre un vapor de sodio o mercurio y un gas inerte de relleno. El primero determina las propiedades de la luz de la lámpara y es el responsable de la emisión de la luz como consecuencia de la descarga. El segundo, el gas inerte, cumple varias funciones. La principal es disminuir la tensión de ruptura necesaria para ionizar el gas que rellena el tubo e iniciar así la descarga más fácilmente. Otras funciones que realiza son limitar la corriente de electrones y servir de aislante térmico para ayudar a mantener la temperatura de trabajo de la lámpara.

2.6 CLASES DE LAMPARAS DE DESCARGA

Las lámparas de descarga se pueden clasificar de acuerdo al gas utilizado (vapor de mercurio o sodio) y a la presión a la que estas se encuentran (alta o baja presión). Las propiedades varían de unas a otras y esto las hace adecuadas para diversos usos.

- ◆ Lámparas de vapor de mercurio:

- Baja presión:

Lámparas fluorescentes

- Alta presión:

Lámparas de vapor de mercurio a alta presión

Lámparas de luz de mezcla

Lámparas con halogenuros metálicos

- ◆ Lámparas de vapor de sodio:

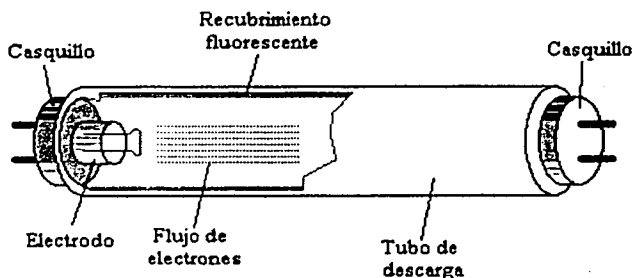
Lámparas de vapor de sodio a baja presión

Lámparas de vapor de sodio a alta presión

2.6.1 Lámparas de vapor de mercurio - Baja presión

2.6.1.1 Lámparas fluorescentes

Se trata de una lámpara de vapor de mercurio de baja presión con una pequeña cantidad de un gas inerte contenidos en un tubo de vidrio de diámetro normalizado, normalmente cilíndrico, cerrado en cada extremo con un casquillo de dos contactos donde se alojan los electrodos, esta revestido en su interior con un material fluorescente conocido como fósforo. La mayor parte de la radiación del arco es luz ultravioleta invisible, pero esta radiación se convierte en luz visible al excitar al fósforo ya que este se torna fluorescente. Si se elige el tipo de fósforo adecuado, la calidad de luz que generan estos dispositivos puede llegar a semejarse a la luz solar.



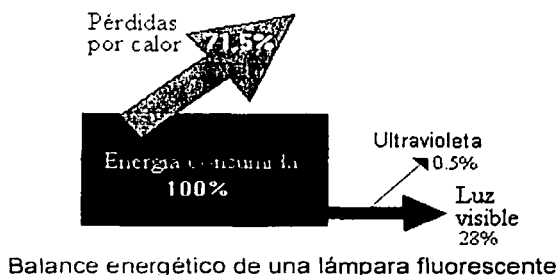
Lámpara fluorescente

2.6.1.2 Eficacia

Tienen una alta eficacia. Un tubo fluorescente que consume 40 watts de energía genera tanta luz como una lámpara incandescente de 150 watts. Debido a su potencia luminosa, las lámparas fluorescentes producen menos calor que las incandescentes para generar una luminosidad semejante.

La eficacia de estas lámparas depende de muchos factores: potencia de la lámpara, tipo y presión del gas de relleno, propiedades de la sustancia fluorescente que recubre el tubo, temperatura ambiente... Esta última es muy importante porque determina la presión del gas y en último término el flujo de la lámpara. La eficacia oscila entre los 38 y 91 lm/W dependiendo de las características de cada lámpara.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



2.6.1.3 Características de duración

La duración de estas lámparas se sitúa entre 5000 y 7000 horas. Su vida termina cuando el desgaste sufrido por la sustancia emisora que recubre los electrodos, hecho que se incrementa con el número de encendidos, impide el encendido al necesitarse una tensión de ruptura superior a la suministrada por la red. Además de esto, hemos de considerar la depreciación del flujo provocada por la pérdida de eficacia de los polvos fluorescentes y el ennegrecimiento de las paredes del tubo donde se deposita la sustancia emisora.

2.6.1.4 Características cromáticas

El rendimiento en color de estas lámparas varía de moderado a excelente según las sustancias fluorescentes empleadas. Para las lámparas destinadas a usos habituales que no requieran de gran precisión su valor está entre 80 y 90. De igual forma la apariencia y la temperatura de color varía según las características concretas de cada lámpara.

Apariencia de color	T _{color} (K)
Blanco cálido	3000
Blanco	3500
Natural	4000
Blanco frío	4200
Luz día	6500

TESIS CON
PALA DE ORIGEN

2.6.1.5 Elementos auxiliares

Las lámparas fluorescentes necesitan para su funcionamiento la presencia de elementos auxiliares. Para limitar la corriente que atraviesa el tubo de descarga utilizan el balastro y para el encendido existen varias posibilidades que se pueden resumir en arranque con cebador o sin él.

En el primer caso, el cebador se utiliza para calentar los electrodos antes de someterlos a la tensión de arranque. En el segundo caso tenemos las lámparas de arranque rápido en las que se calientan continuamente los electrodos y las de arranque instantáneo en que la ignición se consigue aplicando una tensión elevada.

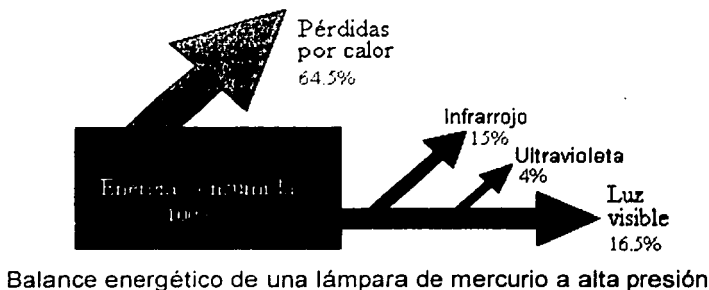
Actualmente han aparecido las lámparas fluorescentes compactas que llevan incorporado el balastro y el cebador. Son lámparas pequeñas con casquillo de rosca o bayoneta pensadas para sustituir a las lámparas incandescentes con ahorros de hasta el 70% de energía y unas buenas prestaciones.

2.6.2 Lámpara de vapor de mercurio - Alta Presión

2.6.2.1 Lámparas de vapor de mercurio

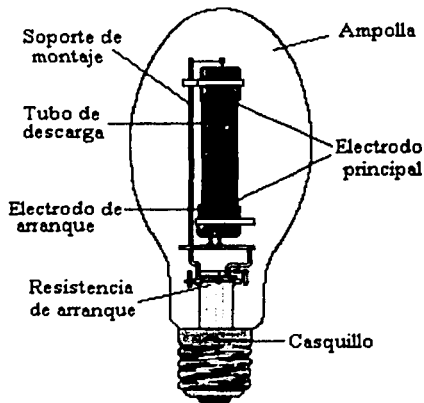
A medida que aumentamos la presión del vapor de mercurio en el interior del tubo de descarga, la radiación ultravioleta característica de la lámpara a baja presión pierde importancia respecto a las emisiones en la zona visible, en estas condiciones la luz emitida, es de color azul verdoso y no contiene radiaciones rojas. Para resolver este problema se acostumbra a añadir sustancias fluorescentes que emitan en esta zona del espectro. De esta manera se mejoran las características cromáticas de la lámpara. La temperatura de color se mueve entre 3500 y 4500 K con índices de rendimiento en color de 40 a 45 normalmente.

La vida útil, teniendo en cuenta la depreciación se establece en unas 8000 horas. La eficacia oscila entre 40 y 60 lm/W y aumenta con la potencia, aunque para una misma potencia es posible incrementar la eficacia añadiendo un recubrimiento de polvos fosforescentes que convierten la luz ultravioleta en visible.



TESIS CON
FALTA DE ORIGEN

Los modelos más habituales de estas lámparas tienen una tensión de encendido entre 150 y 180 V que permite conectarlas a la red de 220 V sin necesidad de elementos auxiliares. Para encenderlas se recurre a un electrodo auxiliar próximo a uno de los electrodos principales que ioniza el gas inerte contenido en el tubo y facilita el inicio de la descarga entre los electrodos principales. A continuación se inicia un período transitorio de unos cuatro minutos, caracterizado porque la luz pasa de un tono violeta a blanco azulado, en el que se produce la vaporización del mercurio y un incremento progresivo de la presión del vapor y el flujo luminoso hasta alcanzar los valores normales. Si en estos momentos se apagara la lámpara no sería posible su reencendido hasta que se enfriara, puesto que la alta presión del mercurio haría necesaria una tensión de ruptura muy alta.



Lámpara de mercurio a alta presión

2.6.2.2. Lámpara de luz de mezcla

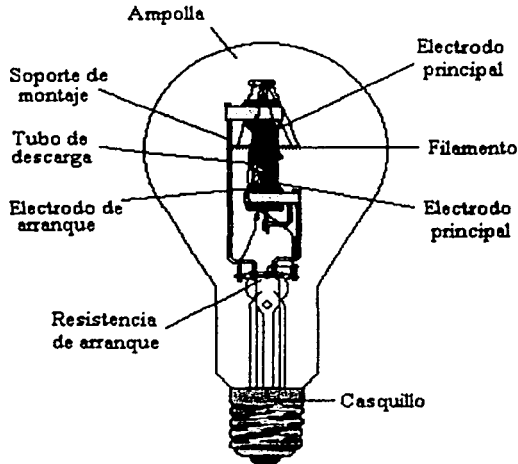
Las lámparas de luz de mezcla son una combinación de una lámpara de mercurio a alta presión con una lámpara incandescente y, habitualmente, un recubrimiento fosforescente. El resultado de esta mezcla es la superposición, al espectro del mercurio, del espectro continuo característico de la lámpara incandescente y las radiaciones rojas provenientes de la fosforescencia.

Su eficacia se sitúa entre 20 y 60 lm/W y es el resultado de la combinación de la eficacia de una lámpara incandescente con la de una lámpara de descarga. Estas lámparas ofrecen una buena reproducción del color con un rendimiento en color de 60 y una temperatura de color de 3600K.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La duración viene limitada por el tiempo de vida del filamento que es la principal causa de fallo. Respecto a la depreciación del flujo hay que considerar dos causas. Por un lado tenemos el ennegrecimiento de la ampolla por culpa del wolframio evaporado y por otro la pérdida de eficacia de los polvos fosforescentes. En general, la vida media se sitúa en torno a las 6000 horas.

Una particularidad de estas lámparas es que no necesitan balasto ya que el propio filamento actúa como estabilizador de la corriente. Esto las hace adecuadas para sustituir las lámparas incandescentes sin necesidad de modificar las instalaciones.

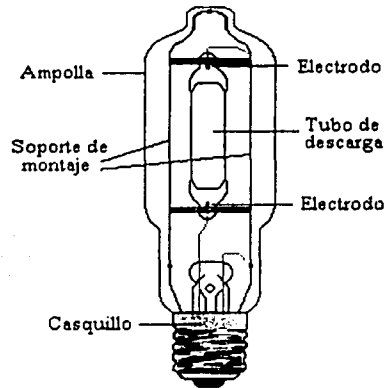


Lámpara de luz de mezcla

2.6.2.3 Lámparas con halogenuros metálicos

Si añadimos en el tubo de descarga yoduros metálicos (sodio, talio, indio...) se consigue mejorar considerablemente la capacidad de reproducir el color de la lámpara de vapor de mercurio. Cada una de estas sustancias aporta nuevas líneas al espectro (por ejemplo amarillo el sodio, verde el talio y rojo y azul el indio).

Los resultados de estas aportaciones son una temperatura de color de 3000 a 6000 K dependiendo de los yoduros añadidos y un rendimiento del color de entre 65 y 85. La eficiencia de estas lámparas ronda entre los 60 y 96 lm/W y su vida media es de unas 10000 horas. Tienen un período de encendido de unos diez minutos, que es el tiempo necesario hasta que se estabiliza la descarga. Para su funcionamiento es necesario un dispositivo especial de encendido, puesto que las tensiones de arranque son muy elevadas (1500-5000 V).

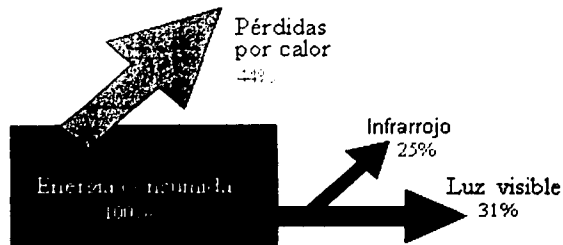


Lámpara con halogenuros metálicos

Las excelentes prestaciones cromáticas la hacen adecuada entre otras para la iluminación de instalaciones deportivas, para retransmisiones de TV, estudios de cine, proyectores, etc.

2.6.3 Lámparas de vapor de sodio a baja presión

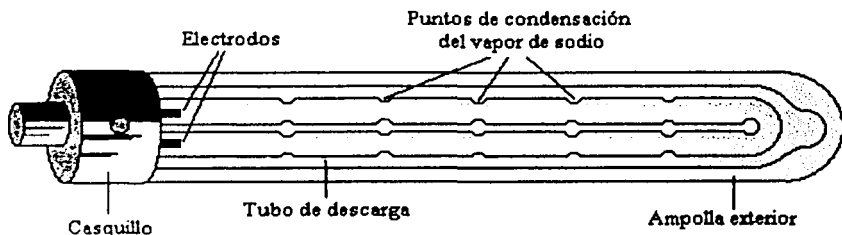
La descarga eléctrica en un tubo con vapor de sodio a baja presión produce una radiación monocromática de color amarillo, que está muy próxima al máximo de sensibilidad del ojo humano. Por ello, la eficacia de estas lámparas es muy elevada (entre 160 y 180 lm/W). Otras ventajas que ofrece son que permite una gran comodidad y agudeza visual, además de una buena percepción de contrastes. Por contra, su monocromatismo hace que la reproducción de colores y el rendimiento en color sean muy malos haciendo imposible distinguir los colores de los objetos.



Balance energético de una lámpara de vapor de sodio a baja presión

La vida media de estas lámparas es muy elevada, de unas 15000 horas y la depreciación de flujo luminoso que sufren a lo largo de su vida es muy baja por lo que su vida útil es de entre 6000 y 8000 horas. Esto junto a su alta eficiencia y las ventajas visuales que ofrece la hacen muy adecuada para usos de alumbrado público, aunque también se utiliza con finalidades decorativas. En cuanto al final de su vida útil, este se produce por agotamiento de la sustancia emisora de electrones como ocurre en otras lámparas de descarga. Aunque también se puede producir por deterioro del tubo de descarga o de la ampolla exterior.

En estas lámparas el tubo de descarga tiene forma de U para disminuir las pérdidas por calor y reducir el tamaño de la lámpara. Está elaborado de materiales muy resistentes pues el sodio es muy corrosivo y se le practican unas pequeñas hendiduras para facilitar la concentración del sodio y que se vaporice a la temperatura menor posible. El tubo está encerrado en una ampolla en la que se ha practicado el vacío con objeto de aumentar el aislamiento térmico. De esta manera se ayuda a mantener la elevada temperatura de funcionamiento necesaria en la pared del tubo (270 °C).



Lámpara de vapor de sodio a baja presión

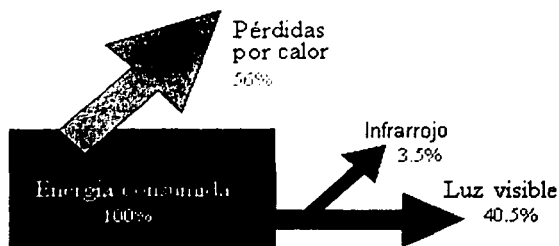
El tiempo de arranque de una lámpara de este tipo es de unos diez minutos. Es el tiempo necesario desde que se inicia la descarga en el tubo en una mezcla de gases inertes (neón y argón) hasta que se vaporiza todo el sodio y comienza a emitir luz. Físicamente esto se corresponde a pasar de una luz roja (propia del neón) a la amarilla característica del sodio. Se procede así para reducir la tensión de encendido.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.6.4 Lámparas de vapor de sodio a alta presión

Las lámparas de vapor de sodio a alta presión tienen una distribución espectral que abarca casi todo el espectro visible proporcionando una luz blanca dorada mucho más agradable que la proporcionada por las lámparas de baja presión.

Las consecuencias de esto son que tienen un rendimiento en color ($T_{color} = 2100\text{ K}$) y capacidad para reproducir los colores mucho mejores que la de las lámparas a baja presión ($IRC = 25$, aunque hay modelos de 65 y 80). No obstante, esto se consigue a base de sacrificar eficacia; aunque su valor que ronda los 130 lm/W sigue siendo un valor alto comparado con los de otros tipos de lámparas.

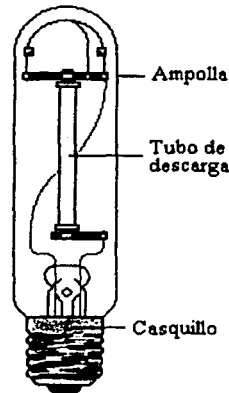


Balance energético de una lámpara de vapor de sodio a alta presión

La vida media de este tipo de lámparas ronda las 20000 horas y su vida útil entre 8000 y 12000 horas. Entre las causas que limitan la duración de la lámpara, además de mencionar la depreciación del flujo tenemos que hablar del fallo por fugas en el tubo de descarga y del incremento progresivo de la tensión de encendido necesaria hasta niveles que impiden su correcto funcionamiento.

Las condiciones de funcionamiento son muy exigentes debido a las altas temperaturas ($1000\text{ }^{\circ}\text{C}$), la presión y las agresiones químicas producidas por el sodio que debe soportar el tubo de descarga. En su interior hay una mezcla de sodio, vapor de mercurio que actúa como amortiguador de la descarga y xenón que sirve para facilitar el arranque y reducir las pérdidas térmicas. El tubo está rodeado por una ampolla en la que se ha hecho el vacío. La tensión de encendido de estas lámparas es muy elevada y su tiempo de arranque es muy breve.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Lámpara de vapor de sodio a alta presión.

Las lámparas de sodio de alta presión son altamente eficientes, (hasta 140 lúmenes por watt), y producen un tibio color dorado. Este tipo de lámparas tiene muchos usos posibles tanto en iluminación de interiores como de exteriores, es excelente para iluminar grandes áreas, como por ejemplo en la iluminación de caminos, iluminación proyectada, oficinas, centros comerciales, áreas de recepción, parques, usos de iluminación industrial y algunas otras comerciales. Una versión de lujo a mejorado la presentación del color para las de interiores u exteriores

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.7 BALASTRAS

Una balastro es un dispositivo usado para arrancar y operar una lámpara de descarga y es una parte vital de los aditamentos de iluminación.

Proporciona los tres pasos de acción necesitados por una lámpara de descarga:

- Controla la energía para calentar a los electrodos
- Controla el correcto voltaje para arrancar el arco; y
- Controla la resistencia para limitar la corriente a un valor apropiado.

Para dar el máximo rendimiento de iluminación la balastro debe proveer a la lámpara de los valores eléctricos específicos establecidos por el fabricante.

El propósito de la balastro es proporcionar una correcta operación de la lámpara.

Una lámpara fluorescente es un dispositivo de descarga eléctrica. La lámpara es llenada con gas inerte y una muy pequeña cantidad de vapor de mercurio. La superficie interior es cubierta con polvos fluorescentes o fósforo. Cuando el voltaje correcto es proporcionado a la lámpara, se ioniza el gas y pone a los iones y a los electrones en movimiento a altas velocidades entre los electrodos (filamentos) localizados en cada extremo del tubo, formando un arco.

La balastro proporciona la energía máxima y el voltaje a los filamentos para establecer el arco.

La colisión entre los electrones y los átomos de mercurio causa la emisión de rayos ultravioletas. El polvo fluorescente transforma esta radiación ultravioleta en luz visible.

Sin embargo, la balastro tiene otra función: previene la destrucción de la lámpara. A diferencia de un bulbo incandescente, si una lámpara fluorescente fuera conectada directamente a una salida eléctrica, probablemente no encendería. Si encendió el incremento de la corriente pronto destruiría la lámpara, una vez que el arco empieza, la resistencia de la lámpara cae a un valor bajo.

De este modo la balastro debe proporcionar una resistencia adicional para limitar la corriente a un valor adecuado. De este modo la balastro controla el flujo de electricidad. Cuando se provee a la balastro de valores eléctricos incorrectos, la iluminación y la vida de la lámpara pueden ser muy breves.

2.7.1 Características eléctricas

Las lámparas de descarga operan en su mayoría con el auxilio de una balastra, la cual tiene como funciones:

1. Proporcionar la corriente de arranque adecuada
2. Proporcionar el voltaje necesario para activar el arco
3. Proporcionar el voltaje correcto que estabilice el arco y opere la lámpara
4. Controlar el flujo de la corriente eléctrica a través de la descarga del arco
5. Compensar las características de bajo factor de potencia de la descarga del arco

Esto previene la destrucción de la lámpara

2.7.1.1 Corriente de arranque

La corriente de arranque es la corriente que se aplica a la lámpara durante los primeros 30 segundos más o menos del ciclo de calentamiento. Esta corriente debe tener las características especificadas por los fabricantes de las lámparas. Si es demasiado alta, al vida de la lámpara se acortará; si es demasiado baja, la lámpara no se calentará hasta su nivel óptimo. Una balastra que proporcione una corriente de arranque cercana al valor máximo, calienta mucho más rápido a la lámpara, pero en cambio abrevia la vida de ésta. Una corriente de arranque cercana al mínimo produce un calentamiento más lento, pero contribuye a alargar la vida útil de la lámpara.

Las lámparas de mercurio requieren de una cantidad de corriente de arranque cuando menos igual a su corriente de operación; la corriente máxima es de aproximadamente el doble. La cantidad mínima de corriente que requieren las lámparas de halógeno metálico y las de sodio de alta presión también debe ser cuando menos igual a la de operación; la cantidad máxima que requieren, sin embargo, es casi 50 por ciento mayor.

2.7.1.2 Voltaje de arranque

El voltaje de arranque es el voltaje que proveniente de la balastra, el cual proporciona suficiente ionización en el tubo del arco para establecer un flujo continuo entre los electrodos principales. Esto excita el arco y hace que la lámpara se caliente. Las lámparas de sodio de alta presión no tienen electrodo auxiliar, por ello requieren de un impulso de alto voltaje para arrancar. El impulso de arranque necesario para una lámpara de sodio de alta presión de 400 watts o menos, es de 2500 volts; para una lámpara de 1000 watts se requieren 3000 volts. Esto es suficiente para ionizar los gases del tubo del arco y activarlo.

El auxiliar de arranque⁽²⁾ proporciona un impulso de alto voltaje y alta frecuencia cuando la onda de 60 hertzios se encuentra a la mitad de su ciclo. Tan pronto como

(2) Sirve para estabilizar el voltaje

se activa el arco, desaparece este impulso añadido a la frecuencia normal de la línea, pero debe ser capaz de operar por periodos prolongados, como sucede cuando una lámpara comienza a fallar o a parpadear al final de su vida útil.

Las lámparas de mercurio y de halógeno metálico requieren de un voltaje más elevado cuando arrancan a bajas temperaturas. Esto se debe a que en tales casos existe menos mercurio vaporizado en el tubo para provocar la ionización. Por ejemplo una lámpara de mercurio de 400 watts requiere 190 volts para arrancar a +10°C y 225 volts para arrancar a -29°C. Las balastras deben proporcionar el voltaje necesario para el arranque a estas bajas temperaturas a través de todos sus límites de voltaje de línea.

2.7.1.3 Voltaje de operación

Cada lámpara esta diseñada para operar a cierto voltaje nominal. Sin embargo, una lámpara nueva puede tener una amplia variación en su voltaje real de operación. Por lo tanto, la balastra debe acoplarse a esta variación para minimizar la variación de los watts de lámpara.

En las lámparas de mercurio y en las de halógeno metálico, el voltaje de la lámpara original permanece más o menos constante a través de toda su vida. Esto significa que en estas fuentes de luz los watts de lámpara varían casi en la misma proporción que los volts de la lámpara, los cuales, a su vez, permanecen relativamente constantes.

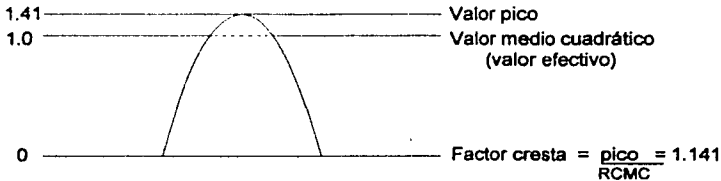
Las lámparas de sodio de alta presión, por el contrario, tienen una dotación adicional de mercurio y de amalgama de sodio. De este modo, cuando disminuye el brillo del tubo del arco, lentamente se incrementa el balance térmico y la presión, por lo que el voltaje de la lámpara se eleva a razón de 1 a 2 volts por cada mil horas, aproximadamente, hasta llegar a 140 volts al final de una lámpara de 400 watts. La balastra por lo tanto, debe elevar también su voltaje, desde 84 ó 90 volts cuando la lámpara esta nueva, hasta 140 volts al final de la vida de ésta. Las nuevas balastras de estado sólido pueden satisfacer esta creciente demanda de voltaje, permitiendo mantener casi constante el wataje de la lámpara, así como su nivel de luminosidad.

Algunas lámparas, especialmente las de mercurio, operan a cierto voltaje cuando se encuentran en posición vertical y a otro cuando se instalan en posición horizontal. Esto puede originar cambios en los watts de la lámpara. Por esto se aconseja consultar los datos del fabricante.

2.7.1.4 Flujo de corriente

Las balastras están diseñadas para regular el flujo de la corriente a través del arco de la lámpara. El factor cresta proporciona la imagen de la forma que tiene la onda eléctrica. El *factor cresta* es la razón del valor del pico (máximo) al valor RCMC (raíz cuadrada de la media cuadrática o corriente eficaz) de la corriente. El factor

cresta es una función de la balastra, no de la lámpara. El factor cresta de una sinusoidal es de 1.41 como se observa en la siguiente figura:



FORMA DE LA ONDA DE CORRIENTE SINUSOIDAL

El factor de cresta es importante en el diseño de balastras debido a su efecto sobre el mantenimiento de la cantidad de luz que produce una lámpara durante toda su vida útil (lúmenes). Las curvas de conservación de los lúmenes se calculan suponiendo que se operará con una corriente sinusoidal que tiene un factor de cresta de 1.41. Un factor de cresta mayor o menor que éste ocasiona que las partículas de los electrodos de la lámpara salgan disparadas a una velocidad mayor. Esto satura más rápidamente el tubo del arco e impide mantener los lúmenes al nivel indicado en la especificaciones del fabricante.

Los fabricantes de lámparas tienen establecidos factores de cresta máximos para los diversos tipos de fuentes de luz. Las lámparas de mercurio toleran una balastra con un factor de cresta de 2.0 o menor; las lámparas de halógeno metálico y las de sodio a alta presión deben tener balastras con un factor de cresta no mayor que 1.8. Estos criterios se establecieron con el fin de minimizar las variaciones del rendimiento nominal que podrían originar los factores cresta de corriente más elevados.

Los factores de cresta del voltaje pueden ser mayores que 1.41, sin que esto afecte el mantenimiento de los lúmenes. En ocasiones, incluso se requieren factores cresta de voltaje más elevados para arrancar las lámparas, así como para lograr el voltaje eficaz necesario para mantener el arco al nivel más bajo posible.

2.7.1.5 Factor de potencia

El factor de potencia nos indica que tanto se aprovecha la potencia (Watts) suministrada al balastro.

En la combinación lámpara-balastro es conveniente tener un factor potencia lo más elevado posible. El factor potencia para las lámparas de mercurio es bastante alto: 91 %. Para las lámparas de sodio de alta presión, el factor potencia es un poco menor: 86 % aproximadamente.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Cuando se trata de una lámpara con un sistema de alimentación interrumpida (SAI), el uso de una balastro adecuada compensa el factor de potencia de la descarga del arco. La mayoría de las combinaciones lámpara- balastro SAI tienen factores potencia de 90 a 95 %.

2.7.2 Características de operación de las balastros

Existe cierta información standard que los fabricantes proporcionan acerca de sus balastros. El diseñador debe tener conocimiento general de los factores que intervienen en el funcionamiento, antes de elegir un tipo de balastro. Las características de las balastros diseñadas para utilizarse con lámparas de mercurio o de halógeno metálico, son:

VOLTS DE LINEA

Siempre es necesario saber si existen restricciones en el voltaje de línea de la instalación en la que se va a operar una balastro. Las balastros sólo deben conectarse a circuitos con el voltaje y la frecuencia para la que fueron fabricadas; de lo contrario, la lámpara operará con valores diferentes de los nominales debido al cambio de los watts de lámpara , además esto podría dañar a la balastro.

LIMITES DE VOLTAJE DE ENTRADA

En la mayoría de los sistemas de distribución de electricidad se regula el voltaje nominal de la línea, de manera que no varíe $\pm 5\%$, sin embargo, pueden tener variaciones hasta de $\pm 10\%$. Algunas balastros no toleran cambios de $\pm 5\%$; en cambio, otras no se ven afectadas por variaciones de $\pm 13\%$. La elección de balastros se debe hacer de acuerdo con las variaciones de voltaje de línea esperados en el sistema en donde se van a instalar. Si este voltaje cae por debajo de los límites tolerados por la balastro, las lámparas no podrán arrancar, o si lo hacen, no se estabilizarán. También puede ocurrir que las lámparas lleguen a calentarse, pero a un wataje reducido.

FACTOR POTENCIA

Las balastros con un factor de potencia elevado hacen uso eficiente más eficiente de los sistemas de distribución de electricidad que las balastros con un factor potencia más bajo. El factor potencia (FP) es la razón de los watts de línea a los voltamperios de la línea, como se indica en la siguiente ecuación:

$$\%FP = \frac{\text{Watts de línea}}{\text{Volts de línea} \times \text{corriente de línea}} \times 100$$

Las balastras pueden clasificarse como:

CLASIFICACION	FP
Alto factor de eficiencia	90% o más
Factor de potencia corregido	80 a 89%
Factor de potencia normal(bajo)	79% o menos

Un factor de potencia menor significa más corriente de línea por balastro, esto es, alambres conductores más gruesos, interruptores más grandes y un transformador de distribución mayor que el que se requeriría para un consumo equivalente. Una balastro con factor de potencia normal requiere casi el doble de corriente de línea que una balastro con factor potencia elevado. El bajo costo inicial de las balastras con un factor potencia bajo puede redundar en un costo mayor de los sistemas de distribución.

CORRIENTE DE ARRANQUE

Es necesario conocer la relación que existe entre la corriente de arranque y la corriente de operación, para determinar si los fusibles y los interruptores de control pueden soportar un incremento en el flujo de la corriente.

Dependiendo de la variación del voltaje de línea y de las características del circuito de la balastro, la corriente de arranque puede ser menor o mayor a la corriente de operación.

Ver ANEXO 15 y ANEXO 16

CAIDA DEL VOLTAJE DE ENTRADA (4 SEGUNDOS)

La caída de voltaje de entrada es la caída del voltaje de línea que tiene que tolerar la balastro hasta que se extingue la lámpara, este punto se conoce como voltaje de extinción, y el ANSI lo define como “el valor más alto del voltaje de suministro que causa la extinción de la lámpara ya que dicho voltaje se reduce continuamente a una razón de 2 a 3 % por segundo del valor nominal hasta el punto en que la lámpara se extingue”.

Todos los sistemas de distribución están sujetos a caídas de voltaje debido a sobrecarga y a otros factores.

La balastro debe ser capaz de eliminar las caídas de voltaje esperadas en la línea de suministro, y evitar la extinción de la lámpara. Como la mayoría de las balastras operan a 60 ciclos por segundo, una caída de 4 segundos equivale a una caída de 240 ciclos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PERDIDAS DE BALASTRA

Las Pérdidas o la eficiencia de una balastro se determina por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{watts de lámpara}}{\text{watts de lámpara} + \text{perdidas de balastro}} = \frac{\text{watts de salida}}{\text{watts de entrada}}$$

Una balastro que tiene una eficacia del 90 %, proporciona el 90% de la potencia a la lámpara, y pierde solo el 10 % por calentamiento. Cuando las balastros se encuentran en alojamientos herméticos, las pérdidas por dispersión se incrementan en un 2 o 3%, aproximadamente. Los watts que se pierden en la balastro incrementan el número total de watts consumidos, por ello , el diseñador debe considerar estas pérdidas cuando elija las balastros.

FACTOR CRESTA DE LA CORRIENTE DE LAMPARA

Como ya se dijo anteriormente el factor cresta de una onda sinusoidal es de 1.41. Las lámparas de mercurio deben tener una balastro con un factor cresta de 2.0 o menor. Las balastros para las lámparas de halógeno metálico y las que se utilizan con lámparas SAI deben tener un factor de cresta no mayor de 1.8.

RUIDO

Todas las balastros generan cierta cantidad de ruido (zumbido) el cual puede ser causado por la vibración del núcleo de acero , en la caja del balastro bajo la influencia de las fuerzas ejercidas sobre ellos por el campo magnético. Otra causa es por las armónicas elevadas de la corriente de la lámpara. Este ruido puede causar molestias dependiendo del área en la que este instalado, ya que causara más molestias en un área silenciosa como una estación de radio , mientras que puede ser imperceptible en un área industrial o tienda, ya que el zumbido se pierde con el ruido del ambiente. Es por tanto, importante elegir una balastro de acuerdo al área donde la vamos instalar.

Las balastros están clasificadas por grupos, dependiendo del nivel de intensidad sonora ambiente. Para conocer esta la clasificación:

Ver ANEXO 14 y ANEXO 17

2.7.3 Balastras para lámparas de mercurio

Existen varios tipos de balastras para lámparas de mercurio:

Ver ANEXO 15

2.7.3.1 Balastra Resistora

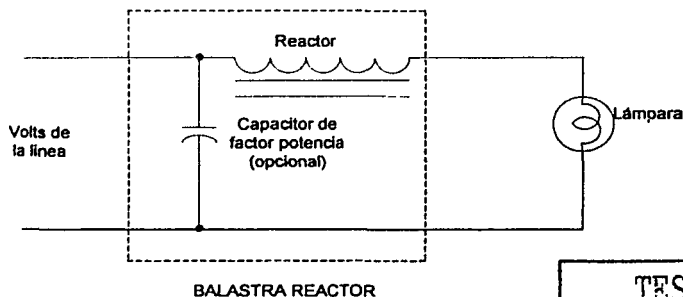
Es la más sencilla y únicamente debe utilizarse con lámparas de mercurio que trabajen con corriente continua, debido a que es muy sensible a las caídas de voltaje. La balastra resistora limita la corriente de línea, pero su eficacia es de aproximadamente 50 % dado que los niveles de potencia más elevados se pierden en el resistor. En condiciones normales, sólo las lámparas de mercurio pueden operar de manera constante con corriente continua, ya que los componentes del plasma de las lámparas de halógeno metálico tienden a separarse y a emigrar cuando operan con esta clase de corriente.

2.7.3.2 Balastra de Reactor

Es la balastra magnética más sencilla que se utiliza en los circuitos de corriente alterna. Esta consiste en un devanado alrededor de un núcleo de hierro dulce, que está colocado en serie con la lámpara y es operado directamente desde una línea de voltaje adecuado.

Las lámparas de reactor se pueden utilizar con o sin capacitor a través de la línea. El propósito del capacitor es incrementar el factor potencia. El factor potencia que en la balastra sencilla es de sólo el 50%, llega al 90% si se incluye un capacitor de corrección del FP.

Ventajas . La balastra de reactor es pequeña, ligera, barata y eficiente. Proporciona una buena regulación de los watts de lámpara, con variaciones en los volts de lámpara; un cambio del 3% en los watts de lámpara origina un cambio de 11 % en los volts de lámpara. La balastra proporciona una corriente de arranque elevada para un calentamiento rápido de la lámpara.

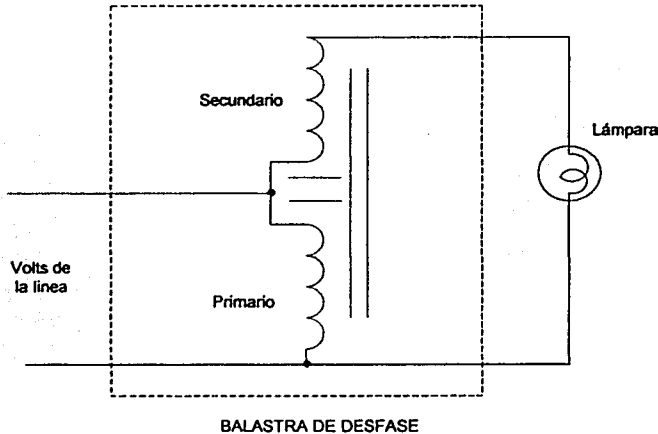


TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Desventajas. Un cambio de $\pm 5\%$ en los volts de línea origina una variación de $\pm 10\%$ en los watts de lámpara. Esta balastra puede utilizarse en ciertos voltajes de línea, generalmente se requieren de 240 a 277 volts para lámparas de 100 a 400 watts; para lámparas de 700 a 1000 watts se requieren 480 volts. El uso de la balastra de reactor está restringido a líneas en donde la variación del voltaje no es mayor de $\pm 5\%$ para una regulación aceptable y arranque en clima frío. Su factor potencia es bajo, a menos que incluya un capacitor.

2.7.3.3 Balastra de histéresis

La balastra de histéresis combina un reactor con un autotransformador. El circuito eléctrico de esta balastra se muestra en la siguiente figura:



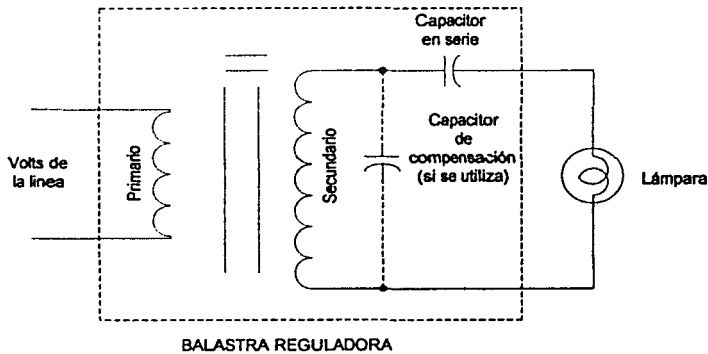
Esta balastra está hecha principalmente para operar en circuitos de 120 volts, sin capacitor incluido que incremente su factor potencia de 50%. Rara vez se utiliza ésta con un factor potencia más elevado, ya que la adición de un capacitor la hace tan costosa como una balastra de mejores características.

Ventajas. La balastra de histéresis tiene las mismas características que la balastra reactor: buena regulación de los watts de lámpara, con variaciones en los voltios de lámpara, bajo factor cresta de corriente y elevada corriente de arranque para la lámpara. Además, puede utilizarse cuando el voltaje de línea es mayor o menor que el voltaje de arranque que requiere la lámpara.

Desventajas. La balastra de histéresis es más grande que la de reactor y más costosa. También es menos eficiente.

2.7.3.4 Balastra reguladora

La balastra reguladora para lámparas de mercurio y de halógeno metálico consiste en un capacitor en serie con la lámpara y dos bobinas en serie o en paralelo, aisladas la una de la otra (ver la siguiente figura). En algunos diseños se puede agregar un capacitor de cresta a los reguladores para lámparas de mercurio, con lo que se incrementará el voltaje de circuito abierto para un mejor arranque a bajas temperaturas. El embobinado secundario opera de modo que la corriente secundaria permanece relativamente constante a través de amplias variaciones del voltaje primario. Esto permite la regulación y estabilización del wataje de la lámpara.



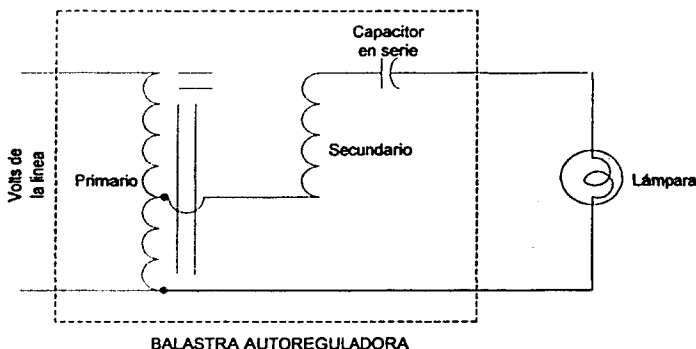
Ventajas. La regulación que proporciona esta balastra es tal, que un cambio en el voltaje de línea de $\pm 13\%$ se manifiesta como cambio de ± 2 o $\pm 3\%$ en los watts de la lámpara. Cuenta con un factor potencia elevado: 95 %. La balastra puede instalarse en cualquier tipo de circuito, independientemente de las variaciones en el voltaje de línea y de las caídas de voltaje. Esta balastra puede utilizarse en cualquier voltaje de línea.

Desventajas. Es más costosa que la de reactor, su factor cresta también es ligeramente más elevado.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.7.3.5 Balastra autoreguladora

La balastra autoreguladora combina un circuito regulador con un autotransformador.



Parte del embobinado primario está junto con el embobinado secundario, lo cual reduce el tamaño de ésta. Únicamente el embobinado secundario contribuye a la regulación de los watts de la lámpara con variaciones en los volts de línea, de esta manera su grado de regulación depende de la cantidad de embobinado primario que esté en común con el embobinado secundario.

Ventajas . Tiene las mismas ventajas que la balastra reguladora: elevado factor potencia, tolerancia a las caídas de voltaje línea y baja corriente de arranque. Pero además, es más pequeña, más ligera y menos costosa que la reguladora. Las pérdidas de ésta son ligeramente menores. Su capacidad de regulación es alta, aunque un tanto menor que la de la balastra reguladora. Un cambio en el voltaje de línea del 10% puede originar un cambio de aproximadamente el 5% en los watts de lámpara.

Desventajas . La balastra autoreguladora no proporciona aislamiento entre el embobinado y el secundario, así que su capacidad de regulación es un poco menor que la de la balastra reguladora.

2.7.3.6 Balastras para lámparas dobles

Las balastras para lámparas dobles se pueden utilizar tanto en serie como en paralelo con uno o más circuitos básicos, solas o en combinaciones. Los diseños en serie constituyen los sistemas menos costosos así como los de menor peso y tamaño. Sin embargo cuando una de las lámparas serie falla, también se apaga la otra. Los diseños en paralelo para lámparas dobles tienen circuitos de balastra independientes. Si una falla, esto no afecta el funcionamiento de la otra.

La vida de la balastra no se ve afectada si se retiran ambas lámparas; no obstante, si se retira de la balastra, además, esto anula la garantía de fabricación.

En los diseños en paralelo se pueden utilizar balastras reguladoras o de histéresis. Las balastras de histéresis para lámparas dobles tienen un factor potencia elevado. Además, el efecto estroboscópico no es perceptible cuando se utilizan estas balastras con lámparas de mercurio. Una de las desventajas de estas balastras es que no toleran variaciones de línea superiores a $\pm 5\%$.

2.7.4 Balastras para lámparas de halógeno metálico

Se ha desarrollado una balastra especial para ser utilizada con lámpara de halógeno metálico. Aun cuando las lámparas de halógeno metálico son básicamente iguales a las de mercurio, existen dos diferencias significativas:

1. La lámpara de halógeno metálico requiere un voltaje de circuito abierto más elevado para iniciar su arco.
2. La lámpara de halógeno requiere un voltaje de reencendido más elevado.

Estas dos diferencias se deben a la naturaleza de los fenómenos de ionización de los aditivos metálicos que están presentes en las lámparas de halógeno. Durante el período de calentamiento, el arco de esta clase de lámpara tiene una conductividad baja. Esto significa que el voltaje de reencendido que se necesita para establecer o restablecer el arco después de cada medio ciclo, es mayor que el voltaje que proporciona una balastra estándar para lámpara de mercurio.

A la balastra que se utiliza con lámparas de halógeno metálico se le denomina conductor de cresta, en inglés peak-lead o lead-peaked. El circuito eléctrico de ésta es igual al de una balastra autoreguladora para lámpara de mercurio. La diferencia entre las dos consiste en que la balastra peak-lead contiene una o más ranuras de núcleo en el embobinado secundario. Estas ranuras producen una onda de cresta suficientemente elevada para arrancar la lámpara y al mismo tiempo permitir que el voltaje eficaz del voltaje de circuito abierto sea menor del que sería necesario si la onda no fuera de cresta elevada y tuviera que extenderse para permitir el voltaje suficiente para arrancar la lámpara.

El factor cresta de las balastras para lámparas de halógeno metálico fluctúa de 1.6 a 1.8. Su capacidad de regulación es superior a la de una balastra reguladora, pero inferior a la de una balastra de reactor. Las balastras para lámpara de halógeno metálico también proporcionan una corriente de arranque baja, tolerancia a caídas de voltaje hasta del 50% y un factor potencia elevado.

2.7.5 Balastras para lámparas de sodio de alta presión

Una lámpara de sodio de alta presión requiere de un tipo de balastra muy diferente a las utilizadas en otras fuentes de luz de descarga de alta intensidad. Las diferencias se deben a dos razones:

1. El voltaje de arranque que requieren estas lámparas es mucho más elevado.
2. El voltaje de la lámpara se incrementa durante toda la vida de la lámpara.

El voltaje de arranque de una balastra para lámpara de sodio de alta presión lo proporciona un circuito auxiliar de arranque. Este suministra un impulso de 2,500 volts para fuentes de bajo wataje, y de 3 000 volts para lámparas de 1000 watts.

El voltaje de la lámpara se incrementa durante toda la vida de la lámpara, debido a un aumento continuo en la temperatura del tubo del arco. A medida que la lámpara se desgasta y se vuelve más caliente, más y más amalgama se vaporiza, lo que da lugar a un incremento en el voltaje de lámpara. Las balastras para lámparas SAP deben diseñarse para mantener el wataje de la lámpara dentro de ciertos límites, de acuerdo con las normas del fabricante para evitar una amplia variación en la producción de luz.

Cualquier balastra que se utilice con este tipo de lámpara debe tener capacidad para operarla entre 84 y 140 volts, ya que hacia el final de su vida útil, el consumo de ésta podría ser de 140 volts. El consumo de la lámpara puede variar de 280 a 475 watts, por lo que la balastra también debe tener capacidad para controlar esta variación.

A continuación se muestran tres tipos de balastras para fuentes SAP. En cada caso la tolerancia para la caída del voltaje de la lámpara se calcula a partir de los volts nominales de la lámpara. A medida que la lámpara se desgasta, la caída que tolera la balastra constituye un porcentaje menor de los volts de lámpara iniciales.

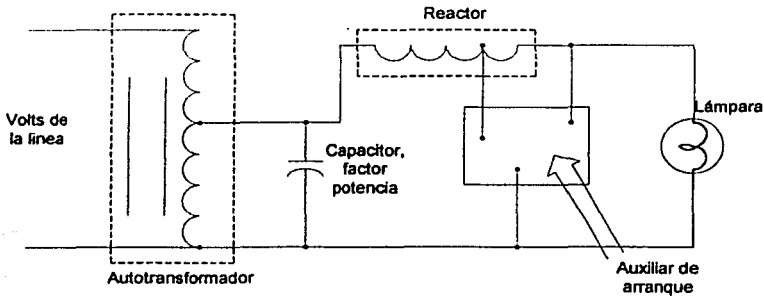
Ver ANEXO 16

2.7.5.1 Balastras de reactor

Esta balastra estándar puede utilizarse con lámparas SAP si se agrega un auxiliar de arranque y si el voltaje de circuito abierto es el correcto para la lámpara.

Las balastras de reactor para lámparas de 70, 100 y 150 watts (55volts de lámpara) se pueden utilizar en un sistema de 120 volts. Con un autotransformador, esta balastra puede utilizarse en líneas de 208, 240, 277 y 480 volts. La balastra de reactor para lámparas de 250 y 400 watts se pueden utilizar sin autotransformador en un sistema de 208 volts; con autotransformador, pueden instalarse en líneas de 120, 240, 277 y 480 volts. La balastra de reactor para lámparas de 1000 watts sólo puede utilizarse en líneas de 480 volts.

Al voltaje nominal, la lámpara opera a su wataje nominal; con un voltaje de más de 5 %, opera por encima de su wataje nominal; con un voltaje de menos de 5 %, opera por debajo de su wataje nominal.

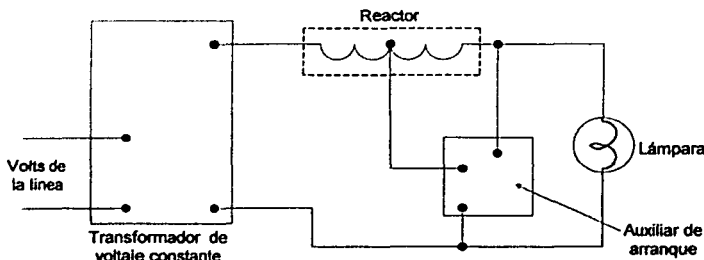


BALASTRA REACTOR

2.7.5.2 Balastra reguladora magnética.

No se puede utilizar una balastra reguladora estándar de lámpara de mercurio para alimentar lámparas SAP debido a que, con tal balastra, los watts de lámpara se incrementan en proporción directa al cambio en los volts de lámpara. Esto acortaría sustancialmente la vida de la lámpara SAP.

En lugar de esa se utiliza una balastra reguladora magnética, la cual compensa los cambios en el voltaje de lámpara y corrige las variaciones en el voltaje de línea. El diseño es equivalente al de un transformador-regulador de voltaje que alimenta a las lámparas a través de un reactor, con todos sus elementos en un solo núcleo y embobinado.

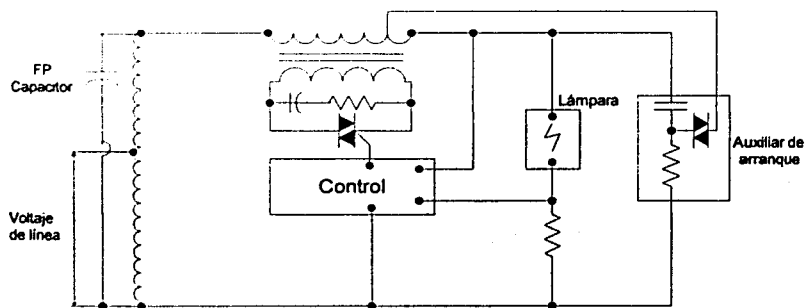


BALASTRA REGULADORA MAGNETICA

Los watts de lámpara se controlan con más precisión con esta balastra que con la balastra de reactor. Una variación de $\pm 10\%$ en el voltaje nominal de línea no produce tanta variación en el wataje como el que produce una variación de $\pm 5\%$ cuando se utiliza una balastra de reactor.

2.7.5.3 Balastra reguladora electrónica

Esta clase de balastras combina los métodos estándar de regulación con componentes de estado sólido. Incorpora un sistema de retroalimentación que mide los volts de la corriente de la lámpara. El circuito del control monitorea estos datos y mantiene la corriente de salida de la balastra a niveles predeterminados, dependiendo de los datos suministrados. Como resultado de lo anterior, esta balastra impide que la variación de los watts de la lámpara pase de $\pm 1\%$. En la siguiente figura se muestra el circuito de la balastra .



La variación permisible del voltaje de línea para las balastras reguladoras electrónicas es de $\pm 10\%$. El factor potencia de ésta es de 85 a 90%. Esta balastra tolera caídas de voltaje del 20 al 40 %.

Ventajas. La balastra reguladora electrónica permite un rendimiento de lámpara mejor que las demás balastras que se utilizan en lámparas SAP, además, tiene otras ventajas:

- **Control.** La balastra reguladora electrónica no permite una variación de lámpara superior a $\pm 1\%$, dentro de los siguientes límites: $\pm 10\%$ en el voltaje de línea; 85 a 115 volts en el voltaje inicial de la lámpara; $\pm 3\%$ en el capacitor ; y $\pm 5\%$ en todas las tolerancias de fabricación.

- **Compensación de la depreciación de los lúmenes de lámpara.** Esta balastra permite tener en las lámparas SAP una depreciación de los lúmenes de lámparas (DLL) igual a 1.0; esto es, el nivel de iluminación de la lámpara al final de su vida debe ser casi igual al que tenía cuando fue instalada. Esto asegura la precisión del sistema de iluminación.
- **Disminución del número de luminarias.** Cuando se utiliza una balastra reguladora electrónica, pueden instalarse hasta 10% menos luminarias, sin que por ello se deje de obtener el nivel de iluminación requerido.
- **Disminución de los costos de operación.** Ya que esta balastra controla mejor los watts de salida, las lámparas consumen menos electricidad. Esto significa menores gastos de energía y de operación.

Desventajas. El costo.

3



**NORMAS Y
NORMAS Y
METODOS DE
METODOS DE
ILUMINACION
ILUMINACION**

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO III . NORMAS Y MÉTODOS DE ILUMINACION

3.1 NORMAS

Una norma puede definirse como :

- 1.- Norma que se debe seguir o a que se debe ajustar la conducta.
- 2.- Procedimiento a que se ajusta un trabajo, industria, etc., y patrón o modelo a que se aspira.
- 3.- Norma que determina las dimensiones, composición y demás características que ha de tener un objeto o producto industrial.

Para el caso de alumbrado podemos definir que una norma es una regla que debe de seguirse, la cual puede incluir un procedimiento para realizar una o varias labores. Una norma contiene reglas y consideraciones que tienen como fin obtener resultados más óptimos y seguros.

En la cuestión de alumbrado la norma más importante a considerar es la de los "Niveles de iluminación recomendados por la Sociedad Mexicana de Ingeniería e Iluminación (S.M.I.I) y la Illuminating Engineering Society (I.E.S.)" , en la cuál se encuentran los niveles de iluminación mínimos para tener un alto rendimiento visual (entre el 99 y 95% de rendimiento visual) que requieren diferentes áreas, que van desde edificios industriales, oficinas, escuelas, edificios públicos, hospitales, hoteles, restaurantes, tiendas, residencias, áreas comunes, exteriores , áreas deportivas e incluso transportes.

Esta norma la podemos encontrar en el catalogo " PRINCIPIOS DE ILUMINACIÓN Y NIVELES DE ILUMINACIÓN EN MÉXICO" de HOLOPHANE. Las recomendaciones solo de la I.E.S ,en unidades del sistema ingles, pueden encontrarse en el " IES LIGHTING HANDBOOK.THE STANDARD LIGHTING GUIDE" que edita la I.E.S..

En el Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo de PEMEX , Capítulo VIII, de su Título Octavo se establece que los centros de trabajo deberán tener iluminación suficiente y adecuada que no produzca deslumbramientos o incomodidades para los trabajadores, se deberá contar con iluminación de emergencia para seguridad de los trabajadores y también se establecen los niveles de iluminación para diversas áreas tanto de trabajo como de tránsito.

Para este caso en el que el diseño esta planeado para a una plataforma de PEMEX, PEMEX cuenta con sus propias "ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA PROYECTOS DE OBRAS", expedidas por el "AREA DE NORMATIVIDAD TECNICA", las cuáles cumplen e incluyen otros aspectos que la Norma Oficial Mexicana no contempla.

Para el caso de alumbrado aplicamos las siguientes especificaciones técnicas:

- ◆ PROYECTO Y DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS EN PLANTAS INDUSTRIALES (ELECTRICAL FACILITIES PROJECT AND DESIGN FOR INDUSTRIAL PLANTS) . P.2.227.01.
- ◆ DISEÑO E INSTALACION DE SISTEMAS ELECTRICOS EN PLATAFORMAS MARINAS (ELECTRICAL SYSTEMS DESING AND INSTALLATION IN OFFSHORE PLATFORMS). P.2.0227.04.
- ◆ ALUMBRADO PARA INSTALACIONES INDUSTRIALES (LIGH SYSTEM FOR INDUSTRIAL INSTALLATIONS). P.2.231.01.

En las cuales podemos encontrar para el caso de alumbrado niveles mínimos de iluminación para diferentes áreas de operación o proceso, los tipos de lámparas que hay que utilizar en las diferentes áreas, los objetivos de la iluminación, los diversos tipos de luminarias que se deben utilizar de acuerdo a las diversas áreas ,las características que deben tener estas así como el tipo de protección con que deben contar de acuerdo a el área en donde se vaya a localizar.

En el caso de no contener estas el nivel de iluminación para un área determinada podemos recurrir a los "Niveles de iluminación recomendados por la Sociedad Mexicana de Ingeniería e Iluminación (S.M.I.I) y la Illuminating Engineering Society (I.E.S.)"

También contamos con la " Recommended Practice for Design and Installation of Electrical Systems for Fixed and Floating Offshore Petroleum Facilities for Unclassified and Class I, Division 1 and Division 2 Locations . API RECOMMENDED PRACTICE 14F FOURTH EDITION " publicada por el American Petroleum Institute (API). Esta recomendación , así como las especificaciones que mencionamos anteriormente, contienen un mínimo de requerimientos que tienen un campo de aplicación universal a una actividad en especial , también indica una recomendación practica para que cada practica alternativa sea igualmente segura y/o efectiva; o que cada practica no este por debajo de alguna circunstancia o aplicación.

En su capítulo sobre alumbrado (Capítulo 9), hace recomendaciones sobre: los niveles de iluminación, la selección de aditamentos , la instalación y las lámparas suplentes.

3.2 METODOS DE ILUMINACION.

El diseño de cualquier instalación de alumbrado depende de muchos factores entre los que figura la el suministrar la cantidad suficiente de iluminación de acuerdo a la tarea visual y a las necesidades de iluminación que se estén requiriendo. Luego se puede proceder a la selección del tipo más adecuado de alumbrado y al cálculo de la instalación.

Existen dos métodos comúnmente utilizados para calcular la iluminación en los espacios cerrados. Uno es el método de lumen, el cual incorpora el enfoque de la cavidad zonal para obtener el CU; el otro es el método punto por punto, que utiliza las leyes del cuadrado inverso y del coseno. El método del lumen permite calcular el nivel promedio de iluminación horizontal en el espacio, mientras que el método punto por punto determina el nivel de iluminación de un punto en particular, tanto de una superficie vertical como horizontal.

3.2.1 Método del lumen

El método del lumen es la manera de calcular el nivel esperado de iluminación sobre un plano horizontal. Se basa en la premisa de que cada área recibe un determinado flujo o cantidad de luz. En este caso el flujo luminoso está expresado en lúmenes.

La fórmula para calcular los niveles esperados de luz por el método de lumen es:

$$E = \frac{N \times LL \times CU \times Fm}{\text{Area (m}^2\text{)}}$$

donde :

- E = iluminación
- N = número de lámparas
- LL = lúmenes por lámpara
- CU = coeficiente de utilización
- Fm = Factor de mantenimiento
- Área = tamaño del área que debe ser iluminada

Niveles de iluminación (E) Los niveles de iluminación recomendados pueden obtenerse por medio de tablas.

Número de luminarias (N) La fórmula puede plantearse nuevamente para calcular el número de luminarias que van a ser utilizadas. Esta fórmula entonces sería:

$$N = \frac{E \times \text{área}}{LL \times CU \times Fm}$$

donde:

LL - Lúmenes de lámpara. Esta es la potencia inicial de las lámparas. Este valor lo proporcionan los fabricantes.

Area. Es el área del local la cuál esta dada en metros cuadrados. Si el nivel de iluminación está en lux, o en pies cuadrados si el nivel de iluminación está en candelas-pie.

3.2.2 Método de flujo luminoso por cavidad de zonas

El método de cavidad zonal esta basado en el concepto de que el área que va a ser iluminada está formada por varios espacios cúbicos o cavidades cuya reflectancia afectará la cantidad total de luz que incidirá sobre el plano de trabajo. La contribución directa de la luminaria se combina con la luz reflejada de las paredes, el piso y el techo, a fin de determinar la iluminación sobre el plano de trabajo. El CU compara esta iluminación sobre el plano de trabajo con la producción de lúmenes iniciales de la lámpara.

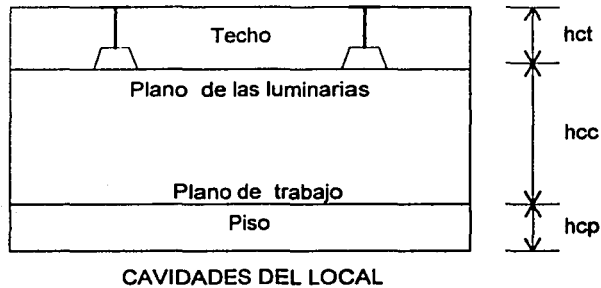
Este es un método que permite calcular el valor del coeficiente de utilización por medio de tablas que consideran lo siguiente:

- Longitud ilimitada de los planos de trabajo
- Alturas diferentes a los planos de trabajo
- Reflejos diferentes por encima y por debajo de las luminarias
- Obstrucciones en la cavidad del techo y en el espacio por debajo de las luminarias

Se consideran las tres cavidades del local siguientes:

- Cavidad del techo. Area medida desde el plano del luminario al techo.
- Cavidad del cuarto. Espacio entre el plano de trabajo donde se desarrolla el trabajo y la parte inferior del luminario.
- Cavidad del piso. Se toma desde el piso hasta la parte superior del plano de trabajo.

La figura siguiente muestra la posición de las diferentes cavidades.



donde:

- hct – Altura de cavidad de techo
- hcc – Altura de cavidad de cuarto
- hcp – Altura de cavidad de piso

Si en la cavidad del piso o del local existen vigas, ductos, maquinaria u otras obstrucciones, entonces el área que va a ser iluminada se debe dividir en secciones más pequeñas para los propósitos de diseño.

Relaciones de cavidad

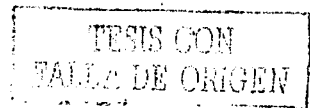
$$\text{Del techo (RCT)} = \frac{5 \text{ hct} (L + A)}{L \times A}$$

$$\text{Del cuarto (RCC)} = \frac{5 \text{ hcc} (L + A)}{L \times A}$$

$$\text{Del piso (RCP)} = \frac{5 \text{ hcp} (L + A)}{L \times A}$$

donde:

- h = cavidad del techo, cuarto o piso
- L = largo del local
- A = ancho del local



Si las luminarias se encuentran al ras con el techo , la RCT es cero. Si el piso es el plano de trabajo , la RCP es cero.

3.2.2.1 Reflectancias

Es el grado de reflexión que tiene una determinada superficie, en general se indica en porcentaje de modo que representa la cantidad de luz que se refleja en dicha superficie.

En el interior del local, todos los lúmenes emitidos por una luminaria finalmente son absorbidos, ya que el área está cerrada; sin embargo, mientras más luz incidente es reflejada por el techo y las paredes, más energía radiante está cruzando continuamente el lugar. En general, mientras mayor es la reflectancia existente, mayor es la utilización de la luz.

Por lo tanto, es necesario determinar la reflectancia de los techos, paredes y pisos

Las reflectancias pueden estimarse o medirse.

Ver ANEXO 9 y ANEXO 10.

3.2.2.2 Reflectancias efectivas

Los valores de reflectancias deben ajustarse para calcular las reflectancias efectivas. Los valores para la RCC y para la RCP se utilizan para ajustar la reflectancia del piso y del techo cuando estas cavidades son profundas. La profundidad de la cavidad del techo determina parcialmente la cantidad de luz que se reflejará y regresará al plano de trabajo. Mientras más profunda es una cavidad, menor luz refleja ésta.

Se puede utilizar la siguiente tabla para combinar las reflectancias de las paredes con las de las cavidades del techo y del piso para hallar la reflectancia efectiva de la cavidad del piso como del techo.

TABLA. Porcentaje efectivo de reflectancias de las cavidades del techo y del piso, y factores de corrección de la cavidad del piso para el cálculo de la iluminación interior

Porcentaje de reflectancias del techo o del piso		90				60				70				50				30				10			
Porcentaje de reflectancias de la pared		90	70	50	30	60	70	50	30	70	50	30	70	50	30	65	50	30	10	50	30	10			
Rebación de la cavidad del techo o del piso	0	90	90	90	90	60	60	60	60	70	70	70	50	50	50	30	30	30	30	10	10	10			
	0.1	90	89	88	87	79	79	78	78	69	69	68	59	49	48	30	30	29	29	10	10	10			
	0.2	89	88	86	85	79	78	77	76	68	67	66	49	48	47	30	29	29	28	10	10	9			
	0.3	89	87	85	83	78	77	76	74	68	66	64	49	47	46	30	29	28	27	10	10	9			
	0.4	88	86	83	81	78	76	74	72	67	65	63	48	46	45	30	29	27	26	11	10	9			
	0.5	88	85	81	78	77	75	73	70	66	64	61	48	46	44	29	28	27	25	11	10	9			
	0.6	88	84	80	76	77	75	71	68	65	62	59	47	45	43	29	28	26	25	11	10	9			
	0.7	88	83	78	74	76	74	70	66	65	61	58	47	44	42	29	28	26	24	11	10	8			
	0.8	87	82	77	73	75	73	69	65	64	60	56	47	43	41	29	27	25	23	11	10	8			
	0.9	87	81	76	71	75	72	68	63	63	59	55	46	43	40	29	27	25	22	11	9	8			
	1.0	86	80	74	69	74	71	66	61	63	58	53	46	42	39	29	27	24	22	11	9	8			

FUENTE: Rempresso con autorización, de Illuminating Engineering, Abril de 1965, página 281

Generalmente las reflectancias estimadas del techo y del piso se utilizan como las reflectancias efectivas. A menudo no se realizan los cálculos para las reflectancias efectivas de las cavidades del techo y del piso ya que los valores reales de reflectancia de sus superficies rara vez se conocen con exactitud. Tampoco hay manera de determinar los efectos de objetos tales como ductos, vigas, cables, etc. en las reflectancias de cavidad.

3.2.2.3 Selección de las luminarias

Se debe hacer una selección tentativa de luminarias antes de empezar con los cálculos de la iluminación. La selección de luminarias está basada en varios factores, entre los que se encuentran: condiciones del medio ambiente, altura del montaje, dispersión del rayo de luz, ángulos de pantalla y la forma del reflector, así como las necesidades de sistemas auxiliares o de urgencia.

I. MEDIO AMBIENTE

El medio ambiente en el que se instalarán las luminarias es un factor importante en la selección de éstas. Ya que existen luminarias con características especiales para operar dentro de diversos medios de acuerdo a las condiciones que imperen estos - presencia de vapores potencialmente explosivos, de fibras, de polvos inflamables, etc.-

Ver ANEXO 18

Los lugares húmedos o de atmósfera corrosiva también requieren luminarias especiales diseñadas para este tipo de ambientes.

La temperatura del ambiente también influye en la elección. Algunas balastras pueden fallar o bien, tienen un rendimiento bajo a temperaturas demasiado altas o demasiado bajas.

Si la luminaria va a estar expuesta a vibraciones o a impactos mecánicos, eso también debe tomarse en consideración. Otro factor es el nivel de limpieza o contaminación del lugar. En los ambientes sucios siempre se utilizan luminarias selladas y con filtro.

II. ALTURA DE MONTAJE

Algunas luminarias están diseñadas para utilizarse a bajas alturas de montaje, esto es, a menos de 7.6 metros. Otras luminarias están diseñadas para utilizarse a alturas superiores a los 7 metros. Estas pueden instalarse en las áreas muy altas divididas en secciones. Algunas de las luminarias clasificadas como de elevada altura de montaje se pueden utilizar a alturas más bajas.

III. TIPO DE MONTAJE

La manera en que una luminaria está montada o conectada es una característica común de selección. Los montajes más comunes se enlistan a continuación:

- ◆ Empotrados. Se meten completamente dentro del techo o la pared. Una luminaria semi-empotrado se mete solo parcialmente en la superficie dejando el resto visible.
- ◆ Para sobreponer. Estas son totalmente visibles.
- ◆ Pendientes. Están suspendidos del techo por un cable, tubo o cadena que también lleva el cable eléctrico a la lámpara. También se conocen como "Suspendidos".
- ◆ Bracket de pared (wall-braket). Están montados en la pared con un seguro que generalmente es parte del diseño de toda la luminaria.
- ◆ Post-top. Están diseñados para montarse encima de un poste para exteriores.
- ◆ Tipo track. Están montados en un riel electrificado.

Ver ANEXO 19

IV. DISPERSION DEL RAYO DE LUZ

El grado de dispersión del haz luminoso varía entre las diferentes luminarias. En la mayoría de los casos, cualquier luminaria de una familia tiene las mismas características generales que las demás.

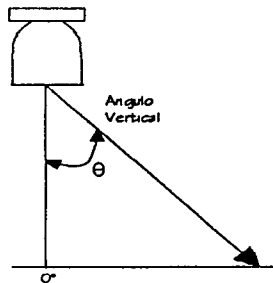
- ◆ Dispersión del haz luminoso y criterio de espaciamiento

Si el haz luminoso es ancho, las luminarias se pueden instalar con un espaciamiento mayor entre ellas.

De acuerdo con el grado de dispersión del haz luminoso se recomienda un determinado criterio de espaciamiento (CE).

Cuando la dispersión del haz luminoso se amplía, la potencia luminosa en el nadir se reduce; esto es, el número de candelas que la luminaria dirige a cero grados es menor. La luminaria con CE 1.0 tiene el haz luminoso más estrecho. Esta luminaria proporciona más del doble de iluminación en el punto directamente debajo de ella que una luminaria con un CE 1.9, la cuál tiene el haz más ancho. Los valores varían con los diferentes tipos de lámparas y con los distintos diseños de reflector.

En el nadir, el cambio es mucho mayor que más allá de los 35 grados.



Es fácil proporcionar suficiente iluminación bajo una luminaria, ya que en el nadir toda la superficie del reflector está disponible para redirigir la luz producida por la lámpara. Además en este punto la distancia es más corta. Cuando el ángulo vertical se incrementa, el área proyectada del reflector disminuye en proporción al coseno del ángulo vertical. A 90 grados, el reflector deja de funcionar. Por lo tanto, la emisión de luz a elevados ángulos esta limitada por el área proyectada del reflector.

Ver ANEXO 20

◆ **Dispersión del haz luminoso y coeficiente de utilización**

La elección de luminarias con un criterio de espaciamiento elevado y haz luminoso ancho debe compararse con el coeficiente de utilización (CU). A medida que el RCL aumenta, las luminarias de haz ancho pierden utilización más rápido que las luminarias que tienen un haz estrecho.

Para elegir la dispersión adecuada del haz luminoso, normalmente hay que balancear la necesidad de una mayor dispersión del haz, mayor uniformidad y el coeficiente de utilización. La mejor elección puede hacerse comparando el rendimiento de una serie de haces de luz con distinta dispersión; se optará por aquél que ofrezca la mayor utilización compatible con la necesidad de suficiente traslape entre luminarias adyacentes.

3.2.3 Método de punto por punto

El cálculo punto por punto se utiliza para determinar el nivel de iluminación esperado en un punto horizontal o vertical en particular. A menudo esto es necesario cuando se diseña un sistema de iluminación por áreas largas, estrechas y profundas, como suelen ser algunas bodegas y lugares peligrosos.

Para utilizar el método del punto por punto necesitamos conocer previamente las características fotométricas de las lámparas empleadas, la disposición de las mismas sobre la planta del local y la altura de estas sobre el plano de trabajo. Una vez conocidos todos estos elementos podemos empezar a calcular el nivel luminoso (E). El cuál esta dado por las siguientes ecuaciones:

Para plano horizontal:

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

Para Plano vertical:

$$E = \frac{I \operatorname{sen} \theta}{D^2}$$

donde:

E = nivel luminoso en luxes.

I = intensidad luminosa en candelas.

D = distancia del luminario al punto crítico en metros.

La intensidad luminosa se obtiene solamente de las curvas de distribución fotométrica del luminario seleccionado. Para corregir el valor de I si la altura es diferente a la indicada en los datos fotométricos del luminario; se aplica el siguiente factor de corrección:

$$FCA = \frac{(\text{altura indicada en curva})^2}{(\text{altura de montaje real})^2}$$

donde:

FCA - Factor de corrección por altura

En la siguiente formula, que sirve para calcular la intensidad luminosa corregida (I_c):

$$I_c = \frac{I}{FCA}$$

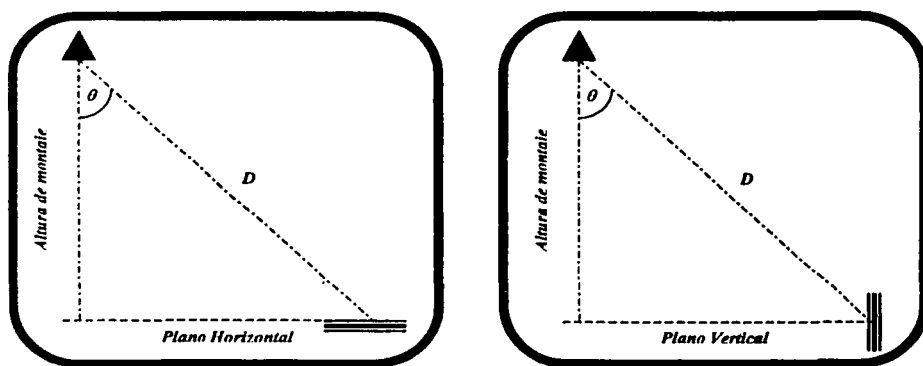


Figura 1. Determinación de Intensidad luminosa.

- Suma las contribuciones que proporcionan todos los luminarios en este punto.
- Si el nivel de iluminación en luxes en el punto anterior difiere considerablemente del nivel luminoso requerido, modifique la altura de montaje, la potencia de la luminaria o la distribución de luminarias y repita el procedimiento desde el paso (b).

4



**DISEÑO DE LAS
AREAS DE LA
PLATAFORMA**

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO IV. DISEÑO DE LAS AREAS DE LA PLATAFORMA

Para el desarrollo del diseño de iluminación es necesario contar con datos específicos para poder realizar un diseño adecuado a las necesidades de la labor que se realice y de las características del área.

Es importante tratar de contar con todos los datos antes de empezar el diseño ya que el recabarlos a medida que vamos diseñando puede retardar el progreso del diseño. O pueden impedir el proyectar una instalación de alumbrado adecuada al área determinada.

Es importante recalcar que el sistema de iluminación juega uno de los papeles más importantes en cuanto al desempeño en un área de trabajo. Contar con una instalación de alumbrado que nos proporcione la cantidad y la calidad de iluminación necesaria para determinada actividad es contribuir con la eficiencia en el desempeño de las personas que hacen uso de la instalación de alumbrado, evitando principalmente la fatiga visual y el deslumbramiento, además de proporcionar la seguridad, la eficiencia y la optimización de los recursos materiales. Si por el contrario la instalación es deficiente en cuanto a su diseño y mantenimiento, además de exponer la seguridad de las personas, se estará desaprovechando los recursos materiales con los que se cuentan.

4.1 DATOS NECESARIOS PARA LA ELABORACIÓN DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACION

A. Planos (planta y elevación) con cotas y escalas.

Es importante contar tanto con los planos :

- ◆ Arquitectónicos, ya que nos muestran las acotaciones que requerimos para los cálculos. Así como nos permite tener una idea del área en la que se va a proyectar el diseño si es que no podemos verla personalmente.
- ◆ Planos que nos muestren la ubicación y las dimensiones (largo, ancho, altura) del mobiliario, esto nos ayuda a ubicar mejor nuestras luminarias satisfaciendo a las necesidades lumínicas que se requieran. Evitando que algún mueble, maquinaria, rack o estantería obstruya la distribución del flujo luminoso
- ◆ Planos que muestren los plafones en caso de tenerlos. Para buscar la mejor ubicación de las luminarias, para que satisfagan la iluminación requerida.

- ◆ Planos de alumbrado. Si vamos a realizar modificaciones a una instalación ya establecida, esto nos sirve de guía para ubicar y aprovechar las instalaciones con que se cuenta. En caso de un área a la que se le instale por primera vez el alumbrado, no se cuenta con este plano.

B. Dimensiones del área.

- ◆ Largo
- ◆ Ancho
- ◆ Altura

- ◆ Tipo de techo

- ◆ Horizontal
- ◆ Dos aguas
- ◆ Diente de sierra
- ◆ Tipo BUTTLER (estructura semicircular)

C. Determinar el nivel luminoso recomendado de acuerdo al trabajo específico a desarrollar.

Estos datos los proporcionan la I.E.S.⁽²⁾ o la S.M.I.I.⁽³⁾, y se pueden encontrar en el catálogo de Holophane "Principios de iluminación y Niveles de iluminación en México", en el que se encuentra el mayor número de áreas; diferentes instituciones cuentan con sus propias normas, estableciendo para este caso, sus propios niveles de iluminación.

Ver ANEXO 2

D. Saber si existen áreas clasificadas.

E. Conocer los acabados del local.

Esto nos ayuda a determinar las reflectancias de :

- ◆ Piso
- ◆ Techo
- ◆ Pared

Ver ANEXO 9 y ANEXO 10

(2) I.E.S. Illuminating Engineering Society

(3) S.M.I.I. Sociedad Mexicana de Ingenieros de Iluminación

G. Seleccionar luminario. Considerar los factores siguientes;

- ◆ El área en la que se va a ubicar
- ◆ Tipo de lámpara
- ◆ Eficiencia del luminario
- ◆ Potencia de la lámpara
- ◆ Lúmenes por luminario
- ◆ Separación entre luminarias.
- ◆ Número de lámparas por luminario
- ◆ Restricciones físicas de montaje (colgante, empotrado, etc.)
- ◆ Características de depreciación del luminario
- ◆ Mantenimiento requerido (limpieza del reflector y reemplazo de lámparas)
- ◆ Costo, tamaño y peso
- ◆ Aspecto estético

H. Determinar Factor de Mantenimiento (**FM**). Considerar factores siguientes:

- Condiciones ambientales que prevalecerán en el local.
- Depreciación luminica de la lámpara.
- Aplicar fórmula:

$$FM = D \times d$$

donde:

D = Depreciación de lúmenes lámpara¹.

d = Depreciación del luminario debido al polvo².

I. Determinar el Coeficiente de Utilización (**CU**) con los valores de reflectancia efectiva de techo, pared y piso. Seleccionar el coeficiente de utilización de los datos fotométricos de la luminaria. En caso de no contarse con datos fotométricos del luminario utilizar páginas 120 a 127 del **Manual de Alumbrado Westinghouse**.

J. Aplicar el Método seleccionado.

Método del Lumen.

Método de Cavidad Zonal,

Método de Punto por Punto.

K. Cualquier otra información que nos ayude a desarrollar de la mejor manera nuestro proyecto.

¹ Por Tablas.

² Por Tablas.

4.2 DISEÑO CON EL PROGRAMA "VISUAL PROFESSIONAL- EDITION"

Este programa fue de gran ayuda ya que nos muestra el nivel de iluminación que encontramos en el plano de trabajo, esto nos ayuda a seleccionar aquella luminaria que cubra los niveles de iluminación recomendados.

Sin embargo algo muy importante en el diseño es el determinar que valores les asignaremos a las variables que intervienen para el calculo de luminarias que vamos a requerir.

Para este diseño se consideraron en las áreas los porcentajes de reflexión del 80% para techos, de un 50% para paredes y de un 20% para pisos. Los cuales corresponden a acabados y colores claros del techo, piso y paredes, los cuáles pueden ser: el blanco y el crema ya que son los que poseen un mayor porcentaje de reflexión. El valor de los porcentajes de reflexión se ven reflejados en un mayor o menor nivel de iluminación en nuestro plano de trabajo teniendo estas variaciones utilizando la misma luminaria.

Se considero en todos los diseños una altura de montaje de 0.70 m (70cm) ya que esa es la altura donde generalmente se encuentra nuestra área de trabajo, que es la que nos interesa que reciba los niveles de iluminación requeridos.

Se proponen para la mayoría de los diseños (1,2,3,4,6,7,8 y 9) un área de montaje de 3m, ya que se considero las estructuras que están presentes en una plataforma las cuáles pueden obstruir la iluminación y se busco tener una distancia en la que no se provocaran deslumbramientos y se tuviera un mejor aprovechamiento del ángulo de iluminación que tiene las luminarias, ya que en tener las luminarias a una altura menor no se lograría uniformidad en la iluminación y se abarcaría un espacio menor de incidencia de la luz. Lo cuál se presento en el diseño 5 ya es un área en la que se determino una altura de montaje de 2.10 m por tener una altura de 2.75m se noto una disminución en los niveles de iluminación de las áreas alejadas de las luminarias.

También es importante determinar que tipo de techo tenemos ya que puede ser del techo normal o estar formado por plafones, cuyas medidas más usuales son de 2x2, 4x2 o 2x4 pies, este dato es muy importante en la selección de las luminarias ya que se elegirán aquellas que podamos colocar en nuestro tipo de techo, para el caso de plafones se eligen las de tipo empotrar. En el caso de la Plataforma los plafones con que cuenta son de 2x2 pies por lo que primero se buscaron las luminarias que se pudieran empotrar, ya que existen también las de sobreponer y la de tipo suspender principalmente, después se buscaron dentro de las anteriores aquellas que por sus medidas abarquen casi totalmente el área de uno o dos plafones

Existen diferentes tipos lámparas, pero en este caso nuestras opciones se ven reducidas por la presencia del plafón. Por lo que nos enfocamos a las lámparas fluorescentes, aunque están representan una excelente opción, ya que nos proporcionan una mayor eficiencia, una buen índice de rendimiento de color, un excelente tiempo de vida y con las que actualmente podemos crear ambientes más agradables ya que cuentan con las temperatura de color que van desde la cálida (3000° K), la neutra (3500° K) y la fría (4100° K). Para los diseños se recomiendan para las habitaciones las de 3000°; para los baños, el comedor y la biblioteca las de 3500° K y para las demás áreas en las que se requiere mayor actividad, las de 4100° K.

En la selección de los luminarias utilizados para el diseño, se eligieron aquellos que presentaron un mayor nivel de eficiencia, lo que hace cubrir un mayor nivel de iluminación con un mismo consumo de watts que otras luminarias similares. Dependiendo de las áreas podría requerirse una lámpara con menor flujo luminoso y por lo tanto menor eficiencia, este es un factor en el que el conocer los valores de los niveles de iluminación que produce una luminaria nos ayuda a seleccionar un tipo de luminaria.

También se seleccionaron luminarias que tienen una distribución directa ya que esta nos permite tener uniformidad en nuestra iluminación, ya que nuestro plano de trabajo se encuentra debajo de la luminaria. Existen en el mercado líneas de luminarias creadas para un tipo de área en especial, por ejemplo: para áreas de control, de descanso e incluso para iluminación en general; por lo que es importante considerar este factor en la selección para proponer aquellas luminarias que nos permitan un mejor aprovechamiento para los diferentes tipos de áreas

En la ubicación de luminarias se considera el criterio de espaciamiento dado por el fabricante, sin embargo en algunos casos se excedió el espaciamiento recomendado para tener un nivel de iluminación mejor repartido en el área de trabajo, cuidando claro esta de cubrir los niveles de iluminación requeridos. En el caso de contar con varias luminarias se notará una mayor concentración del flujo luminoso entre las luminarias, por lo que también se podrían mover las luminarias aun que estas no queden proporcionalmente colocadas, excediendo relación de que el espacio entre luminarias debe ser igual al doble que exista entre la pared y la luminaria mas cercana a esta, para buscar una iluminación más uniforme.

La orientación de las luminarias también es un factor importante ya que se observo una mayor concentración de flujo luminoso a lo largo de la luminaria, por lo que se deduce que la orientación de la luminaria influye en los niveles de iluminación recibidos en el área de trabajo.

Un factor importante es el nivel de iluminación requerido en cada área, el programa nos da un número de luminarias de acuerdo a este nivel, sin embargo también podemos optar por elegir un número de luminarias, con lo que podemos observar con que número de lámparas se satisface nuestro nivel de iluminación, en caso de que el número de luminarias dado por el programa no satisfaga nuestro requerimientos.

Otra ventaja del programa Profesional es que podemos colocar diferentes tipos de lámparas.

El programa nos da los niveles de iluminación máximos, mínimos y el promedio de ellos. También nos proporciona los datos de la luminaria seleccionada.

Con el programa profesional también podemos trasladar nuestra información a Autocad , lo cuál me permitió dar una mejor presentación a mi trabajo y poder tener una medida, en escala, lo mas próxima al diseño a escala dado por el programa.

A continuación se presentan algunos datos de las áreas a diseñar

DIBUJO	NIVELES DE ILUMINACION REQUERIDOS (LUX)	ANCHO (m)	LARGO (m)	ALTO (m)	ALTURA DE MONTAJE (m)
1	450	3.7	5.8	4.61	3
2	200	6	6	4.61	3
3	540	5	5.8	4.61	3
4	320	6	7.4	4.61	3
5	300	3	6	2.75	2.10
6	300	2.9	4.1	4.61	3
7	400	3	6	4.46	3
8	100	2.9	5.78	4.46	3
9- HABITACIÓN	215	3.45	3.86	4.61	3
9-BAÑO	110	Zona irregular	Zona irregular	4.61	3
9- PASILLO	110	0.85	1.923	4.61	3

Para las áreas 1,3,4 y 9 (habitación, baño y pasillo) se consideraron los niveles de iluminación recomendados por la especificación técnica " Diseño e Instalación de Sistemas Eléctricos Plataformas Marinas. P.2.0227.04"

Los niveles de las demás áreas se asignaron de acuerdo a las recomendaciones dadas por la I.E.S. y la S.M.I.I.

Las características de las luminarias se encontraran al final de los ANEXOS.

Se recomienda saber la ubicación del mobiliario para saber que partes de nuestra área requieren ser iluminadas con los niveles de iluminación recomendados , ya que en las esquinas de las áreas es donde se muestran los menores niveles de iluminación y si se cuenta con algún mobiliario en estas esquinas o no se tiene un plano de trabajo cerca de ellas se hace innecesario el cubrir en estas partes los niveles mínimos recomendados, esta consideración se aplica en algunos diseños. De esta manera se elimina el uso de más luminarias , ya que de utilizarlas se alcanzarían los niveles mínimos requeridos, pero se tendrían niveles más altos de iluminación en las partes que se encuentren entre las luminarias.

Otro factor importante por el que se recomienda saber donde esta el mobiliario y que dimensiones tiene es el de ubicar de acuerdo a las características del área las luminarias para prever posibles obstrucciones que reduzcan la distribución de los niveles luminosos.

Los diseños presentan la propuesta de la ubicación de las luminarias que nos permite una iluminación más uniforme, sin embargo el desconocer la ubicación exacta de los plafones existentes no nos permitió ubicar las luminarias de acuerdo a una ubicación real. Al ubicar las luminarias de acuerdo a la distribución de los plafones se presentarán alteraciones en los niveles de iluminación , por lo que se recomienda ubicarlas lo más cercano a la ubicación sugerida para que los niveles de iluminación no varíen drásticamente.

La consideración de todos los aspectos citados con anterioridad nos permite conocer la repercusión de cada uno en el diseño, debido por lo tanto , proponer aquellos valores que representen una mayor eficiencia y un mejor uso de la iluminación y de las luminarias.

Antes de concluir este capítulo se muestran los formatos que contienen los datos de cada una de las áreas diseñadas, obtenidos con el programa " Visual Profesional-Edition ".

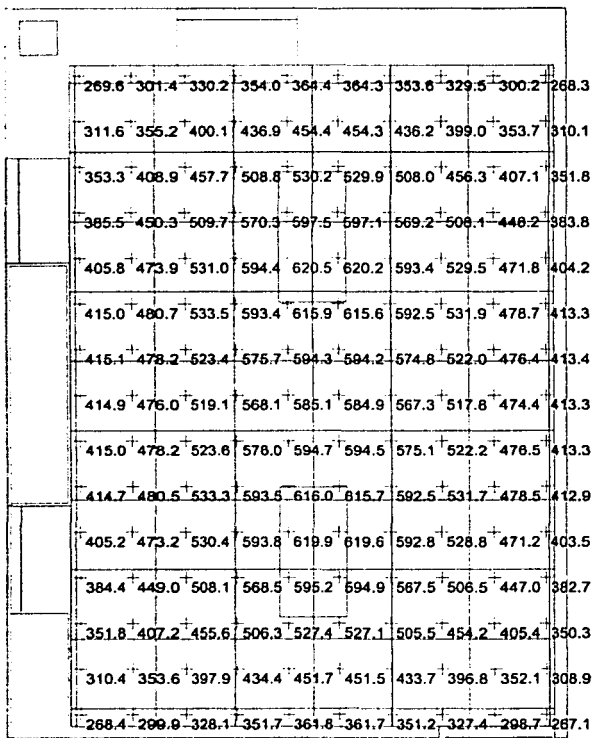
El cálculo de iluminación lo realiza completamente el programa, sin embargo debemos conocer las variables que utiliza para poder hacer un diseño de acuerdo a las características y necesidades del local o área a iluminar logrando así un mayor aprovechamiento de esta herramienta auxiliar en nuestro diseño.

"DESARROLLO DEL DISEÑO DE ALUMBRADO PARA UNA PLATAFORMA HABITACIONAL DE PEMEX UBICADA EN EL LITORAL DE TABASCO, SONDA MARINA DE CAMPECHE"



ESTADISTICAS					
Descripción	Prom.	Max	Min	Max/Min	Prom/Min
Planotrabajo	463.8 lux	608.2 lux	283.6 lux	2.1:1	1.6:1

DATOS DE LUMINARIA						
Simbolo	Cant.	Numero de Catalogo	Descripción	Lumens Lamp	FM	Watts
	2	2PM3N G B 4 32 12LD 1/4 TUBI	PARAMAX PARABOLIC TROFFER 3" DEEP LOUVER 2'X 4' 4 LAMP T8 12 CELL LOW IR SEMI SPEC LVR 1/4 ELEC	2900	0.79	112



Vista del Plano
Escala 1:50

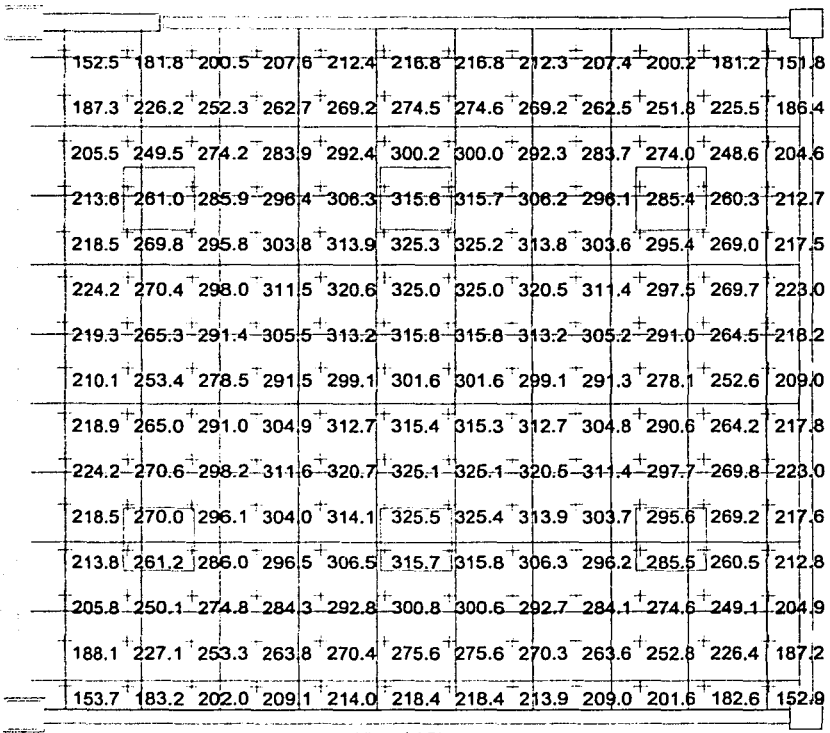
**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

DISEÑADOR BURGOS	MEMORIA DE CALCULO	PLATAFORMA HABITACIONAL LITORAL DE TABASCO SONDA CAMPECHE MEXICO
ESCALA 1:50 ACD: EN	DIBUJO 1	ALUMBRADO OFICINA SUPERINTENDENTE SEGUNDO NIVEL

ESTADISTICAS					
Descripción	Prom.	Max	Min	Max/Min	Prom/Min
Planotrabajo	265.2 lux	325.5 lux	151.8 lux	2.1:1	1.7:1



DATOS DE LUMINARIA						
Símbolo	Cant.	Numero de Catalogo	Descripción	Lumens Lamp	FM	Watts
	6	TGS223NH55022 EPII	2X2 RECESSED TROFFER	1400	0.84	34



Vista del Plano
ESCALA 1:50

Luz con
FALLA DE ORIGEN

DISEÑADOR BURGOS	MEMORIA DE CALCULO DIBUJO 2	PLATAFORMA HABITACIONAL LITORAL DE TABASCO SONDA CAMPECHE MEXICO
		ALUMBRADO GIMNASIO SEGUNDO NIVEL

DESARROLLO DEL DISEÑO DE ALUMBRADO PARA UNA PLATAFORMA HABITACIONAL DE PEMEX UBICADA EN EL LITORAL DE TABASCO, SONDA MARINA DE CAMPECHE

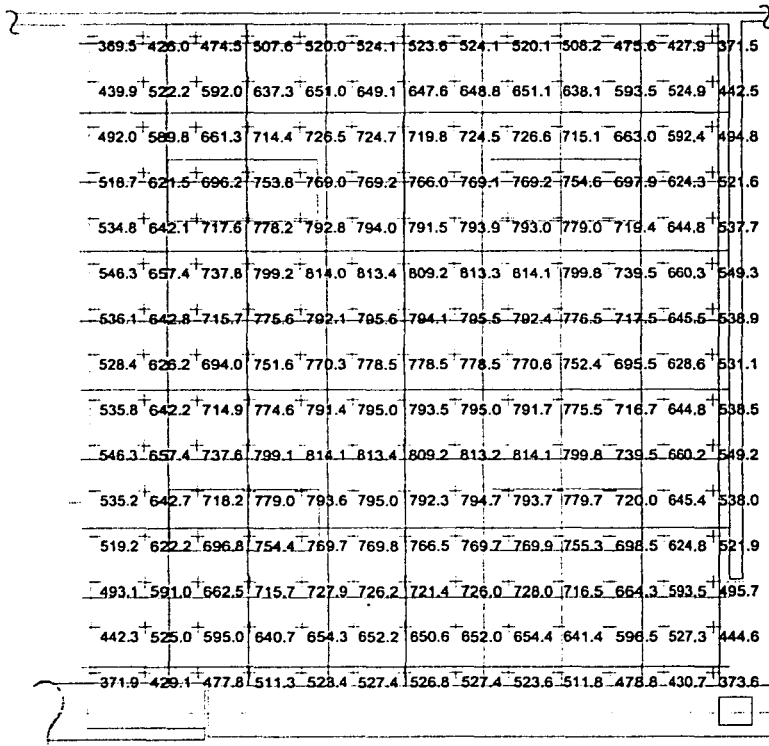
ESTADISTICAS

Descripción	Prom.	Max	Min	Max/Min	Prom/Min
Plano/trabajo	658.2 lux	814.1 lux	369.5 lux	2.2:1	1.8:1



DATOS DE LUMINARIA

Símbolo	Cant.	Numero de Catalogo	Descripción	Lumens Lamp	FM	Watts
	4	2GT 4 32 A12 SSR	GRID TROFFER, 2'X4' 2LP T8 #A12 SPEC REFL	2900	0.76	136



Vista del Plano

Escala 1:50

**TESIS CON
FALTA DE ORIGEN**

DISEÑADOR BUGDCS	MEMORIA DE CALCULO DIBUJO 3	PLATAFORMA HABITACIONAL LITORAL DE TABASCO SONDA CAMPECHE MEXICO
		ALUMBRADO COCINA SEGUNDO NIVEL

"DESARROLLO DEL DISEÑO DE ALUMBRADO PARA UNA PLATAFORMA HABITACIONAL DE PEMEX UBICADA EN EL LITORAL DE TABASCO, SONDA MARINA DE CAMPECHE"

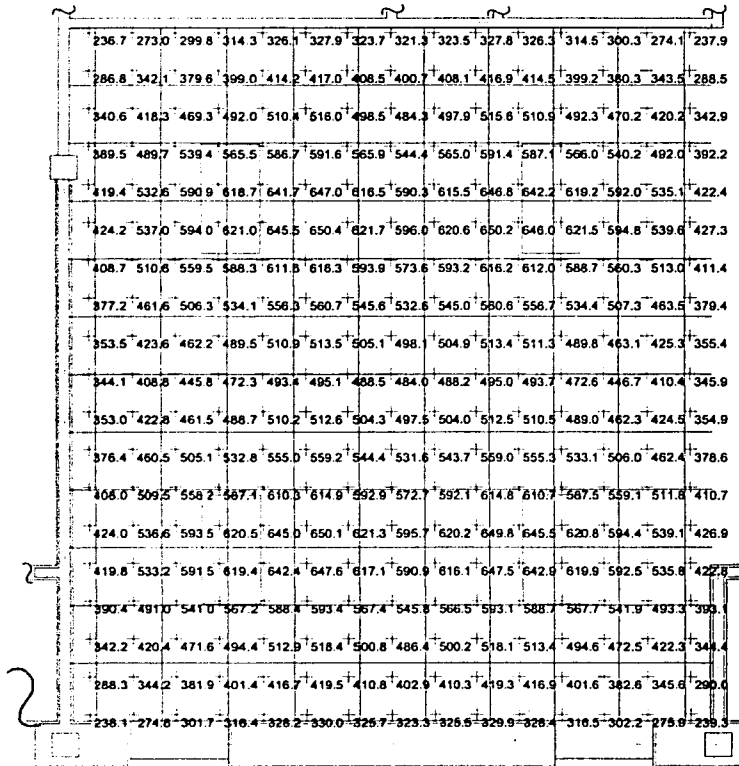
ESTADISTICAS

Descripción	Prom.	Max	Min	Max/Min	Prom/Min
Planotrabajo	485.3 lux	650.4 lux	236.7 lux	2.7:1	2.1:1



DATOS DE LUMINARIA

Símbolo	Cant.	Numero de Catalogo	Descripción	Lumens Lamp	FM	Watts
□	4	2GT 4 32 A12 SSR	GRID TROFFER, 2'X4' 2LP T8 #A12 SPEC REFL	2900	0.76	136



Vista del Plano

Escala 1 : 60

DISEÑADOR BURGOS	MEMORIA DE CALCULO	PLATAFORMA HABITACIONAL LITORAL DE TABASCO SONDA CAMPECHE	MEXICO
ESCALA 1:60 ACOT. EN mm	DIBUJO 4	ALUMBRADO COMEDOR SEGUNDO NIVEL	

TRISIS COM
FALLA DE ORIGEN

"DESARROLLO DEL DISEÑO DE ALUMBRADO PARA UNA PLATAFORMA HABITACIONAL DE PEMEX UBICADA EN EL LITORAL DE TABASCO, SONDA MARINA DE CAMPECHE"

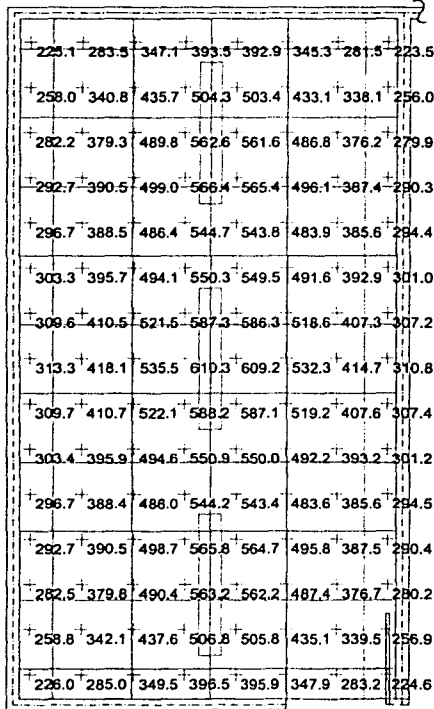
ESTADISTICAS

Descripción	Prom.	Max	Min	Max/Min	Prom/Min
Planotrabajo	414.9 lux	606.6 lux	219.2 lux	2.8:1	1.9:1



DATOS DE LUMINARIA

Símbolo	Cant.	Numero de Catalogo	Descripción	Lumens Lamp	FM	Watts
	3	DMS/DMA 2 32	DUST & MOISTURE RESISTANT INDUSTRIAL STEEL/ALUM 4' 2 LAMP T8	2900	0.79	68



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

DISEÑADOR BURGOS	MEMORIA DE CALCULO DIBUJO 5	PLATAFORMA HABITACIONAL LITORAL DE TABASCO SONDA CAMPECHE MEXICO
		ALUMBRADO TALLER PRIMER NIVEL

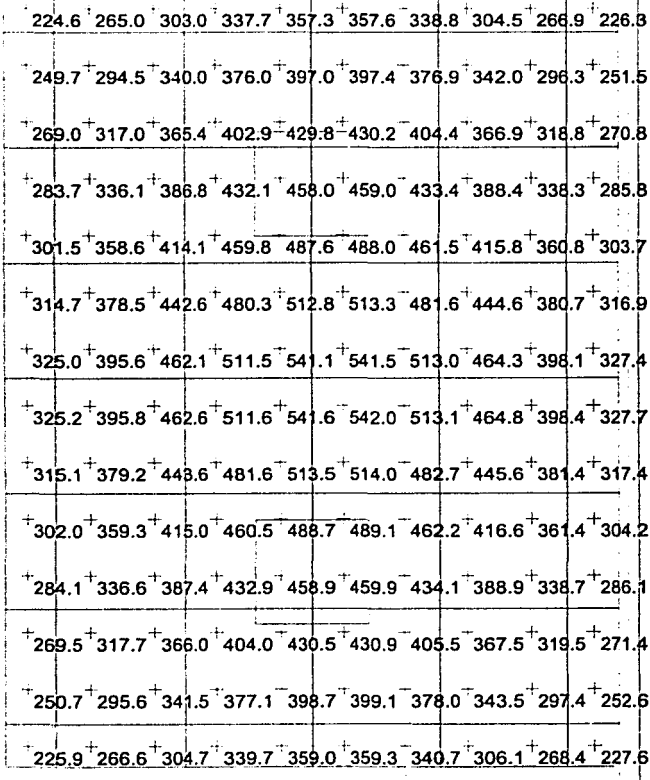
ESTADISTICAS

Descripción	Prom.	Max	Min	Max/Min	Prom/Min
Plano de trabajo	378.7 lux	542.0 lux	224.6 lux	2.4:1	1.7:1



DATOS DE LUMINARIA

Simbolo	Cant.	Numero de Catalogo	Descripción	Lumens Lamp	FM	Watts
	2	TGS22SNH55O24E P11	2X2 RECESSED TROFFER	1400	0.80	64



Vista del Plano

Escala 1:30

DISEÑADOR BURGOS	MEMORIA DE CALCULO	PLATAFORMA HABITACIONAL LITORAL DE TABASCO SONDA CAMPECHE MEXICO
ESCALA 1:30 ACOT. EN mm.	DIBUJO 6	ALUMBRADO PANADERIA SEGUNDO NIVEL

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

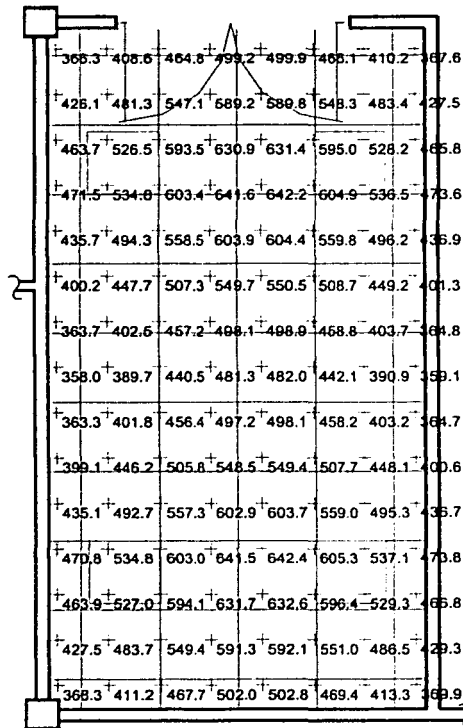
ESTADISTICAS

Descripción	Prom.	Max	Min	Max/Min	Prom/Min
Planotrabajo	500.3 lux	646.5 lux	361.7 lux	1.8:1	1.4:1



DATOS DE LUMINARIA

Símbolo	Cant.	Numero de Catalogo	Descripción	Lumens Lamp	FM	Watts
	4	TGS22SSH24O24E P11	2X2 RECESSED TROFFER	1400	0.80	64



Vista del Plano
Escala 1:50

TESIS CCA
FALLA DE ORIGEN

DISEÑADOR BURGOS	MEMORIA DE CALCULO DIBUJO 7	PLATAFORMA HABITACIONAL LITORAL DE TABASCO SONDA CAMPECHE MEXICO
ESCALA 1:50 ACOT EN mm		ALUMBRADO BIBLIOTECA CUARTO NIVEL

"DESARROLLO DEL DISEÑO DE ALUMBRADO PARA UNA PLATAFORMA HABITACIONAL DE PEMEX UBICADA EN EL LITORAL DE TABASCO, SONDA MARINA DE CAMPECHE"

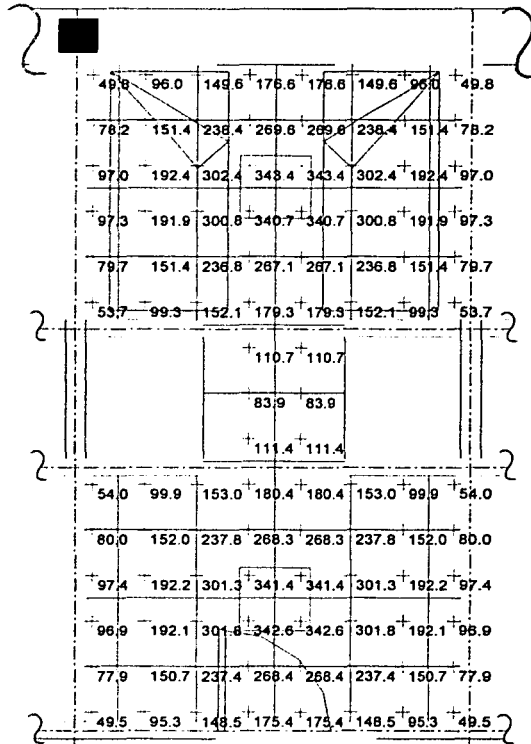
ESTADISTICAS

Descripción	Prom.	Max	Min	Max/Min	Prom/Min
Plano de trabajo	178.7 lux	350.3 lux	50.3 lux	7.0:1	3.6:1



DATOS DE LUMINARIA

Símbolo	Cant.	Numero de Catalogo	Descripción	Lumens Lamp	FM	Watts
□	2	TGS22SNH55022E P11	2X2 RECESSED TROFFER	1400	0.84	34



Vista del Plano

Escala 1:50

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

DISEÑADOR BURGOS	MEMORIA DE CALCULO DIBUJO 5	PLATAFORMA HABITACIONAL LITORAL DE TABASCO SONDA CAMPECHE MEXICO
ESCALA 1:50 ACOT. EN cm.		ALUMBRADO HABITACION CUATRO PERSONAS TERCER NIVEL

"DESARROLLO DEL DISEÑO DE ALUMBRADO PARA UNA PLATAFORMA HABITACIONAL DE PEMEX UBICADA EN EL LITORAL DE TABASCO, SONDA MARINA DE CAMPECHE"

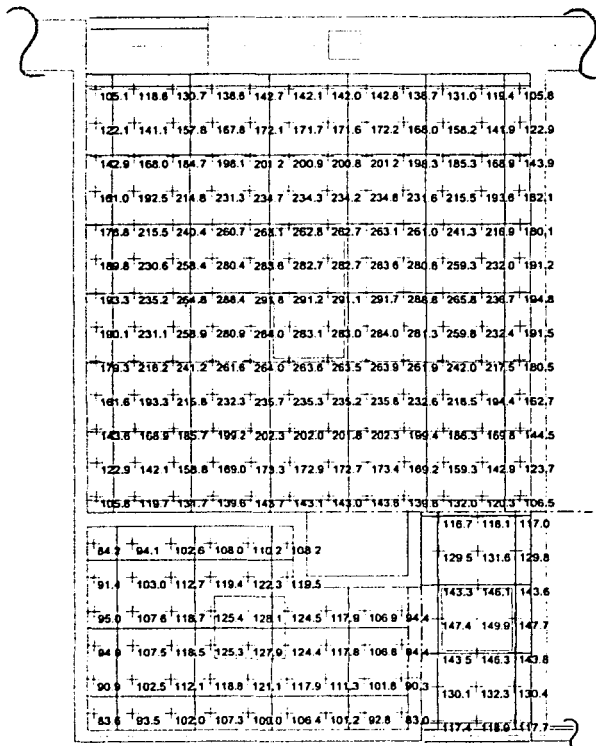
ESTADISTICAS

Descripción	Prom.	Max	Min	Max/Min	Prom/Min
P.T.Habitación	200.7 lux	291.8 lux	105.1 lux	2.8:1	1.9:1
P.T.Baño	107.4 lux	128.1 lux	83.0 lux	1.5:1	1.3:1
P.T.Pasillo	133.4 lux	149.9 lux	116.7 lux	1.3:1	1.1:1



DATOS DE LUMINARIA

Símbolo	Cant.	Numero de Catalogo	Descripción	Lumens Lamp	FM	Watts
	1	2SP 2 32 A12 TUBI SSR	SPECIFICATION PREMIUM TROFFER 2'X4' 2 LAMP T8 #A12 LENS SPEC SILV REFL ELEC	2900	0.84	61
	2	2SP G 2 17 A12125	SPEC TROFFER 2'X2' 2LP T8 #A12125 LENS	1350	0.69	43



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Vista del Plano

Escala 1:50

DISEÑADOR BURGOS	MEMORIA DE CALCULO	PLATAFORMA HABITACIONAL LITORAL DE TABASCO SONDA CAMPECHE MEXICO
Escala 1:50 ACOT EN mm	DIBUJO 9	ALUMBRADO HABITACION SUPERINTENDENTE SEGUNDO NIVEL

ANEXOS

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANEXOS

ANEXO I. ANGULO SOLIDO

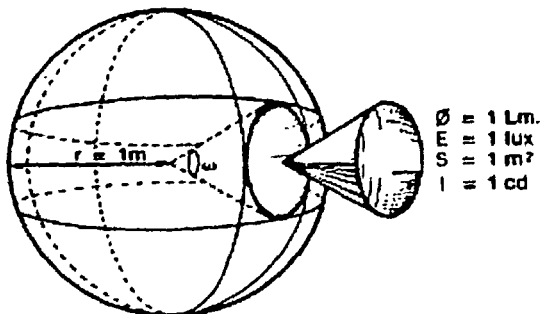
Al igual que una magnitud de superficie corresponde un ángulo plano que se mide en radianes, a una magnitud de volumen le corresponde un ángulo sólido estereorradián que se mide en estereorradián (sr).

Con el fin de aclarar el concepto de ángulo sólido, imaginemos una esfera de radio unidad y en su superficie delimitemos un casquete esférico de 1 m^2 de superficie. Uniendo el centro de la esfera con todos los puntos de la circunferencia que limitan dicho casquete, se nos formará un cono con la base esférica; el valor del ángulo sólido determinado por el vértice de este cono, es igual a un estereorradián, o lo que es lo mismo, un ángulo sólido de valor unidad.

En general, definiremos el estereorradián como el valor de un ángulo sólido que determina sobre la superficie de una esfera un casquete cuya área es igual al cuadrado del radio de la esfera considerada.

$$\omega = \frac{S}{r^2}$$

Según podemos apreciar en la figura, la definición de ángulo sólido nos da idea de la relación existente entre flujo luminoso, nivel de iluminación e intensidad luminosa.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANEXO 2. ALGUNOS NIVELES DE ILUMINACIÓN RECOMENDADOS POR LA I.E.S. Y LA S.M.I.I.

	I.E.S. 99%	S.M.I.I. 95%
	Unidades lux	Unidades lux
OFICINAS Y EDIFICIOS		
Oficinas		
Proyectos y diseños	2000	1110
Contabilidad, auditoria, máquinas de contabilidad	1500	900
Trabajos ordinarios de oficina, selección de correspondencia, archivado	100	600
Salas de conferencias, entrevistas, salas de receso, archivos de poco uso	300	200
Auditorios		
Para exhibiciones	300	200
Para asambleas	150	100
Para actividades sociales	50	50
Bibliotecas		
Sala de lectura	700	400
Anaqueles	300	200
Reparación de libros	500	300
Archivar y catalogar	700	400
Mesa checadora de salidas y entrada de libros	700	400
AREAS COMUNES		
Bodegas o cuartos de almacenamiento		
Inactivas		
	50	50
Activas		
Piezas toscadas	50	30
Piezas medianas	100	60
Piezas finas	200	100
Elevadores de carga y pasajeros	500	300
Escaleras	200	100
Pasillos y corredores	200	100
Baños y tocadores	200	100
ALUMBRADO DE TRANSPORTES		
Barcos		
Camarotes	500	500
Literas, sobre plano de lectura	150	150
Espejo, sobre cara	500	500
Baños	50	50
Pasillos y corredores	50	50

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

ANEXO 3. TEMPERATURA DEL COLOR. AREAS.

AREAS	TONALIDADES	INDICE
Areas sociales y dormitorios	Tonalidad más cálida o neutra	Relajamiento y bienestar
Areas de servicios, cocinas, Baños, oficina en casa y salas de estudio	Tonalidad neutra o fría	Mayor actividad

ANEXO 4. TEMPERATURA DE COLOR CORRELACIONADA (TCC).

TEMPERATURA DE COLOR CORRELACIONADA (K)	ASPECTO CROMÁTICO	OBSERVACIONES	RECINTOS ADECUADOS
Por debajo De 3.300 °K	Cálido (blanco rojizo)	Lámparas incandescentes o fluorescentes confortables de color relajante. Ambas se mezclan bien entre sí pero no con luz del día.	Zonas residenciales
Entre 3.300 °K y 5.000 °K	Intermedio (blanco)	Este tipo de lámparas se utiliza para instalaciones suplementarias con luz diurna o donde se requiere un ambiente fresco y natural.	Zonas de trabajo
Por encima de 5.000 °K	Frío	Lámparas utilizadas para comparar colores o para conseguir un alumbrado Particularmente frío en zonas Calientes.	Altos niveles (lux). Tareas especiales. Climas áridos.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

ANEXO 5. APARIENCIA DEL COLOR DE LA LUZ

Iluminancia (lux)	Apariencia del color de la luz		
	Cálida	Intermedia	Fría
$E \leq 500$	agradable	Neutra	fría
$500 < E < 1.000$			
$1.000 < E < 2.000$	estimulante	agradable	neutra
$2.000 < E < 3.000$			
$E \geq 3.000$	no natural	estimulante	agradable

ANEXO 6. INDICE DE RENDIMIENTO DE COLOR (IRC).

Grupo de Rendimiento en color	Índice de rendimiento en color (IRC)	Apariencia de color	Aplicaciones
1	$IRC \geq 85$	Fría	Industria textil, fábricas de pinturas, talleres de imprenta
		Intermedia	Escaparates, tiendas, hospitales
		Cálida	Hogares, hoteles, restaurantes
2	$70 \leq IRC < 85$	Fría	Oficinas, escuelas, grandes almacenes, industrias de precisión (en climas cálidos)
		Intermedia	Oficinas, escuelas, grandes almacenes, industrias de precisión (en climas templados)
		Cálida	Oficinas, escuelas, grandes almacenes, ambientes industriales críticos (en climas fríos)
3	Lámparas con IRC <70 pero con propiedades de rendimiento en color bastante aceptables para uso en locales de trabajo		Interiores donde la discriminación cromática no es de gran importancia
S (especial)	Lámparas con rendimiento en color fuera de lo normal		Aplicaciones especiales

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

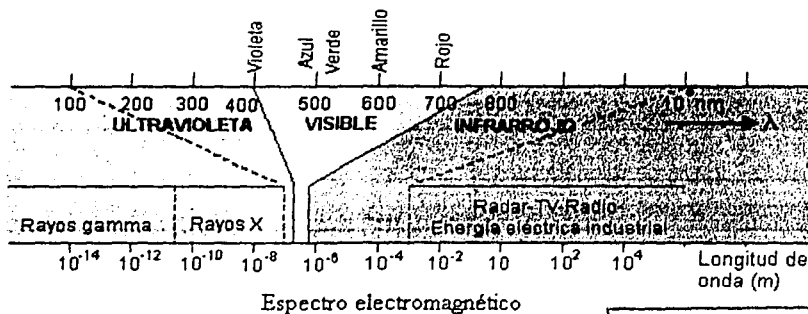
ANEXO 7. VALOR DE RELACIONES DEL LOCAL.

VALOR DE LAS RELACIONES DEL LOCAL		
Indice del local	Relación del local	
	Valor	Punto central
A	Menos de 0.7	0.60
B	0.7 a 0.9	0.80
C	0.9 a 1.12	1.00
D	1.12 a 1.38	1.25
E	1.38 a 1.75	1.50
F	1.75 a 2.25	2.00
G	2.25 a 2.75	2.50
H	2.75 a 3.50	3.00
I	3.50 a 4.50	4.00
J	Más de 4.50	5.00

ANEXO 8. ZONA VISIBLE

Todos los cuerpos calientes emiten energía en forma de radiación electromagnética. Mientras más alta sea su temperatura mayor será la energía emitida y la porción del espectro electromagnético ocupado por las radiaciones emitidas. Si el cuerpo pasa la temperatura de incandescencia una buena parte de estas radiaciones caerán en la zona visible del espectro y obtendremos luz.

Las radiaciones visibles se caracterizan por ser capaces de estimular el sentido de la vista y estar comprendidas dentro de una franja de longitud de onda muy estrecha, comprendida aproximadamente entre 380 y 780 nm. (1 nm = 10⁻⁹ m.). Esta franja de radiaciones visibles, está limitada al extremo de las cortas longitudes de onda (<380 nm) por las radiaciones ultravioleta y del lado de las largas longitudes de onda (>760nm), por las radiaciones infrarrojas, ni las radiaciones infrarrojas ni las ultravioletas son visibles por el ojo humano.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

ANEXO 9. GRADOS DE REFLEXION

Colores	Factor	Material	Factor
Blanco	0,7-0,8	Arce	0,6
Crema	0,7-0,8	Abedú	0,6
Amarillo	0,55-0,65	Ladrillo rojo	0,05-0,25
Verde claro	0,45-0,5	Hormigón	0,15-0,4
Rosa	0,45-0,5	Roble claro	0,4
Azul	0,4-0,45	Roble oscuro	0,15-0,20
Gris claro	0,4-0,45	Esmalte blanco Cristal	0,65-0,75
Beige	0,25-0,35	claro	0,06-0,08
Amarillo ocre	0,25-0,35	Placas fibra de madera	
Castaño claro	0,25-0,35	crema	0,5-0,6
Verde oliva	0,25-0,35	Azulejos blanco	0,6-0,75
Naranja	0,2-0,25	Nogal, oscuro	0,15-0,20
Rojo	0,2-0,25	Revoque (yeso)	0,8
Gris medio	0,2-0,25	A efectos comparativos:	
Verde oscuro	0,1-0,15	hollin o terciopelo negro	
Azul oscuro	0,1-0,15		
Rojo oscuro	0,1-0,15		
Gris oscuro	0,1-0,15		0,02-10
Azul marino	0,05-0,1		
Negro	0,04		

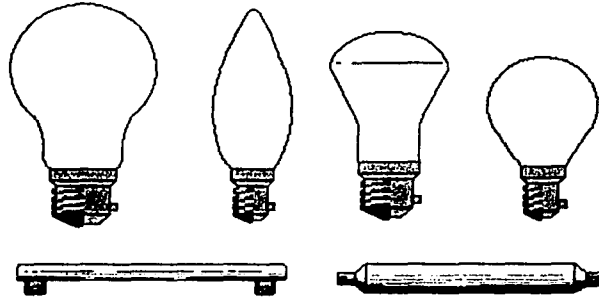
ANEXO 10. REFLECTANCIAS RECOMENDADAS

SUPERFICIE	(1) REFLECTANCIA
Techo (2)	80% (80-95%)
Paredes	50% (40-60%)
Suelos	30% (20-40%)
Muebles	35% (25-45%)
Máquinas y equipos	
De oficina	35% (25-45%)
Pizarras	15% (15-20%) (3)

- (1) El número fuera de los paréntesis es el valor recomendado; los números entre paréntesis indican las tolerancias admisibles. Se recomiendan los acabados no brillantes y difusos.
- (2) Los valores recomendados son sólo para el acabado. La reflexión total de materiales acústicos pueden ser ligeramente más baja. La parte superior de las paredes (30 a 60 cm por debajo del techo) pueden pintarse con la misma pintura con la misma pintura empleada en el techo.
- (3) Valor con la pizarra pintada. La reflexión de las pizarras limpias debe ser por lo menos un 5 por 100 más bajo.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ANEXO 11. ALGUNAS FORMAS TÍPICAS DE AMPOLLAS



ANEXO 12. EFICACIAS DE LÁMPARAS DE DESCARGA

Tipo de lámpara	Eficacia sin balasto (lm/W)
Fluorescentes	38-91
Luz de mezcla	19-28
Mercurio a alta presión	40-63
Halogenuros metálicos	75-95
Sodio a baja presión	100-183
Sodio a alta presión	70-130

ANEXO 13. VIDA PROMEDIO DE LAMPARAS DE DESCARGA

Tipo de lámpara	Vida promedio (h)
Fluorescente estándar	12500
Luz de mezcla	9000
Mercurio a alta presión	25000
Halogenuros metálicos	11000
Sodio a baja presión	23000
Sodio a alta presión	23000

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

ANEXO 14. CLASIFICACION DE BALASTROS DE ACUERDO A LA INTENSIDAD SONORA DEL AMBIENTE

EJEMPLOS	PROMEDIO DE RUIDO EN DECIBELES EN EL MEDIO AMBIENTE	CLASIFICACION POR SONIDO
RESIDENCIAS (1) BIBLIOTECAS (1) ESTACIONES DE RADIO Y TV IGLESIAS	20 A 24	A
RESIDENCIAS (2) BIBLIOTECAS (2) ESCUELAS SALAS DE LECTURA	25 A 30	B
EDIFICIOS OFICINAS (1) ALMACENES (1)	31 A 36	C
TIENDAS (1) OFICINAS(2) SALAS DE CLASE	37 A 42	D
TIENDAS (2) ALMACENES (2) INDUSTRIA LIGERA ALUMBRADO EXTERIOR	43 A 49	E
INDUSTRIA PESADA ALUMBRADO PUBLICO PARQUES DE DIVERSIONES	49 EN ADELANTE	F

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ANEXO 15. CARACTERISTICAS DE OPERACION DE LAS BALASTRAS PARA LAMPARAS DE MERCURIO

		Volts de línea	Variación del voltaje de entrada	Factor de potencia	Corriente de arranque	Caída del voltaje de entrada (4 seg.)	Pérdidas de balastro	Factor cresta de la corriente de lámpara
Balastro de reactor		240 y 277V para 100W hasta 400W	±5%	De histéresis 50%(FP normal)	Más alta que la corriente de operación.	15-20%	Bajas	1.41-1.5
		480 V para 700 y 1000W	±5%	90% (FP elevado)	Ligeramente más alta que la corriente de operación	15-20%	Bajas	1.41-1.5
Balastro de Histéresis (o de reactancia)		120V para 100W hasta 400W	±5%	De histéresis 50%	Más alta que la corriente de operación	15-20%	Más altas que las balastras de reactor	1.41-1.5
Balastro reguladora		Cualquier voltaje	±13%	95%	Más baja que la corriente de operación	50-60%	Las más altas	1.8-2.0
Balastro autoreguladora	Balastro de mercurio	Cualquier voltaje	±10%	90%	Más bajas que la corriente de operación	40-50%	Ligeramente más bajas que las de la balastro reguladora	1.8-2.0
	Lámpara de halógeno metálico	Cualquier voltaje	±10%	90%	Más bajas que la corriente de operación	40-50%	Equivalentes a las de la balastro reguladora para lámparas de mercurio	1.6-1.8

FUENTE : FRIER, JOHN P. Y GAZLEY, MARY E. "SISTEMAS DE ILUMINACIÓN INDUSTRIALES". ED. LIMUSA. 1a. EDICIÓN. MÉXICO, D.F.P.P.368.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANEXO 16. CARACTERISTICAS DE OPERACIÓN DE LAS BALASTRAS PARA LAMPARAS DE SODIO DE ALTA PRESION

	Volts de línea	Variación del voltaje de entrada	Factor de potencia	Corriente de arranque	Caída del voltaje de entrada (4 seg.)	Pérdidas De balastro	Factor cresta de la corriente de lámpara
Balastro de reactor	Cualquier voltaje (si tiene auto-transformador)	±5%	90%	Más alta que la corriente de operación.	15-20%	Equivalente a la balastro reguladora para lámparas de mercurio.	1.41-1.5
Balastro reguladora magnética	Cualquier voltaje	±10%	95%	Más baja que la corriente de operación	40-50%	Las más altas	1.7
Balastro Autoreguladora	Cualquier voltaje	±10%	95%	Más baja que la corriente de operación	40-50%	Equivalente a las balastras de reactor para lámparas SAP	1.6-1.8
Balastro reguladora electrónica	Cualquier voltaje	±10%	85-90%	Más alta que la corriente de operación	20-40%	Menores que la balastro magnética o autoreguladora	1.6

FUENTE : FRIER, JOHN P. Y GAZLEY, MARY E. "SISTEMAS DE ILUMINACIÓN INDUSTRIALES".ED. LIMUSA. 1a. EDICIÓN. MÉXICO, D.F.P.P.368.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

ANEXO 17. ESPECIFICACIONES ELECTRICAS DE BALASTROS ELECTRONICOS SOLA BASIC

Núm. de lámps.	Tipo de lámps.	Potencia nominal de lámpara (Watt)	Número de catálogo	Tensión de línea (Volts)	Corriente de línea (Ampere)	Potencia de línea	Grado de sonido	Temp. de encendido	Factor de cresta
----------------	----------------	------------------------------------	--------------------	--------------------------	-----------------------------	-------------------	-----------------	--------------------	------------------

ENCENDIDO RAPIDO ALTO FACTOR

1	F032-T8	32**	728-132	127	0.300	38.0	A	10°C	< 1.5
2	F032-T8	32**	728-232	127	0.525	65.0	A	10°C	< 1.5
3	F032-T8	32**	728-332	127	0.790	98.0	A	10°C	< 1.5
1	F40T12RS	34 ó 40*	720-134	127	0.310 0.348	39.0 43.5	A	10°C	< 1.7
2	F40T12RS	34 ó 40*	720-234	127	0.535 0.610	64.0 76.0	A	10°C	< 1.7

ENCENDIDO INSTANTANEO ALTO FACTOR

1	F032-T8	32**	758-132	127	0.290	36.0	A	10°C	< 1.5
2	F032-T8	32**	758-232	127	0.520	64.0	A	10°C	< 1.5
3	F032-T8	32**	758-332	127	0.745	93.5	A	10°C	< 1.6
4	F032-T8	32**	758-432	127	0.950	118.5	A	10°C	< 1.6
1	F48T12/S	32 ó 39*	750-132	127	0.300 0.310	36.0 38.0	A	10°C	< 1.7
2	F48T12/S	32 ó 39*	750-232	127	0.520 0.585	64.0 72.5	A	10°C	< 1.7
1	F96T12/S	60 ó 75*	750-160	127	0.490 0.570	60.0 70.0	A	10°C	< 1.6
2	F96T12/S	60 ó 75*	750-260	127	0.960 1.15	117.0 140.0	A	10°C	< 1.7

* El tubo fluorescente de deberá usarse es el T-12 sin excepción.

** El tubo fluorescente que debiera usarse es el T-8 sin excepción.

FUENTE: CATALOGO "BALASTROS MAGNETICOS Y ELECTRONICOS PARA LAMPARAS FLUORESCENTES", SOLA BASIC.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ANEXO 18 . CLASIFICACION DE AREAS

AREAS PELIGROSAS

Son aquellas que contienen vapores, líquidos o gases inflamables o polvos combustibles y fibras, que pueden causar fuegos o explosiones si se someten a una fuente de ignición.

Para el fin de establecer medidas de seguridad y las características necesarias en las instalaciones y equipos, las áreas están clasificadas con base en sus características de peligrosidad como a continuación se muestra:

AREAS CLASIFICADAS

		SUBGRUPOS
CLASE I	DIVISION 1	A
	DIVISION 2	B C D
CLASE II	DIVISION 1	E
	DIVISION 2	F G
CLASE III	DIVISION 1	
	DIVISION 2	

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

CLASE II: Los lugares de la CLASE II son aquellos que son peligrosos debido a la presencia de polvo combustible o eléctricamente conductores.

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

Las divisiones que existen dentro de las clases anteriores, corresponden a la frecuencia o permanencia y grado de las condiciones de peligro.

CLASE I, DIVISION 1: Es aquella en la cual la concentración peligrosa de gases o vapores inflamables existen continua, intermitente o periódicamente en el ambiente bajo condiciones normales de operación.

**TESIS CON
FALTA DE ORIGEN**

CLASE I, DIVISION 2: Es aquella en la que estos gases, líquidos o vapores se encuentran almacenados en recipientes y sólo se escapan al ambiente en condiciones anormales de operación (fugas accidentales, mantenimiento, roturas, etc.) o se encuentran en concentraciones peligrosas por fallas en el sistema de ventilación.

CLASE II, DIVISION 1: Son aquellas áreas en las cuales existen o pueden existir los polvos combustibles: en condiciones normales de operación; en condiciones anormales o de fallas, mecánica y eléctrica simultáneas del equipo; existen polvos eléctricamente conductores.

CLASE II, DIVISION 2: Son aquellas áreas en las cuales los polvos combustibles se escapan al ambiente formando acumulación o volúmenes en suspensión sólo por operación anormal del sistema (rotura de transportadores, tolvas o fallas del sistema de absorción del polvo) interfiriendo con la disipación efectiva del calor del equipo o se inflaman por arcos o chispas cuando están acumulados dentro, sobre o cerca del equipo eléctrico.

CLASE III, DIVISION 1: Son aquellas en las cuales se manejan, fabrican o utilizan fibras fácilmente inflamables o materiales que producen volátiles combustibles (rayón, algodón, henequén, ixtle, yute, fibra de coco, cáñamo, estopa, lana vegetal, musgo, viruta, etc.)

CLASE III, DIVISION 2: Son aquellas en las cuales se manejan o almacenan fibras o materiales fácilmente inflamables, con excepción del lugar en donde se fabrican.

EJEMPLO DE SUBGRUPOS

SUBGRUPO A: Atmósfera que contiene acetileno.

SUBGRUPO B: Atmósfera que contiene hidrógeno, gases o vapores de peligro equivalente, tal como: butadieno, óxido de propileno, gases manufacturados que contienen más de 30% de hidrógeno (por volumen), óxido de etileno.

SUBGRUPO C: Atmósfera que contiene acetaldehído, ciclopropano, dietileter, etileno, dimetilhidrazina asimétrica, isopreno.

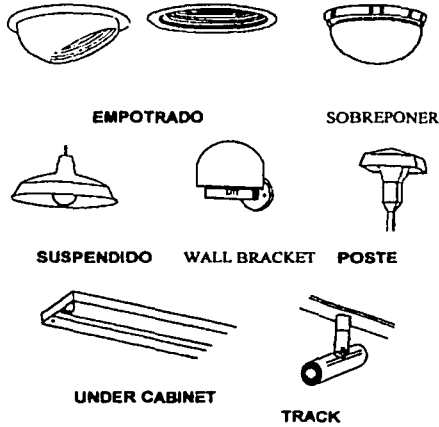
SUBGRUPO D: Atmósfera que contiene acetato de butilo, acetato de etilo, acetato de isobutilo, acetona, acrilonitrilo, alcohol amílico (1-pentanol), alcohol butílico (1-butanol), alcohol etílico, alcohol metílico, amoníaco, benceno butano, dicloruro de etileno, estireno, etano, gas natural, gasolina, heptanos, hexanos, metano, nafta de petróleo, octano, pentanos, propano, propileno, tolueno, xileno, etc.

SUBGRUPO E: Atmósferas que contienen polvos metálicos, como aluminio, hierro, magnesio, zinc y sus aleaciones comerciales u otros metales de características semejantes.

SUBGRUPO F: Atmósferas que contienen polvo de carbón mineral, de carbón vegetal, de coque bituminoso, antracita, etc.

SUBGRUPO G: Atmósferas que contienen polvos de cereales o productos vegetales como algodón, avena, azúcar, celulosa, harina, almidón, madera, tabaco, trigo, etc.

ANEXO 19 . TIPOS DE MONTAJES DE LAS LUMINARIAS



ANEXO 20 . CLASIFICACION DE LUMINARIAS DE ACUERDO A SU CURVA DE DISTRIBUCION

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

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

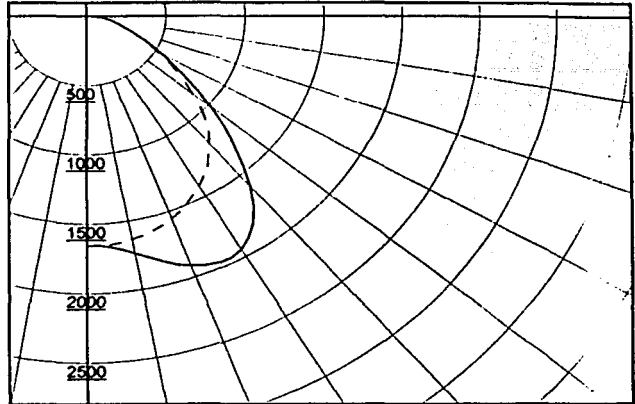
Photometric Report

CATALOG NUMBER: 2SP 2 32 A12 TUBI SSR

FILE NAME L5623 IES

IESNA91
 ([F S T]) LTL5623
 [MANUFAC] Lithonia Lighting, Lithonia Fluorescent
 ([UMCAT]) 2SP 2 32 A12 TUBI SSR
 ([LUMINAIRE]) SPECIFICATION PREMIUM TROFFER 2'X4'
 [MORE] 2 LAMP T8 #A12 LENS SPEC SILV
 [MORE] REFL ELEC
 [LAMP] 2900 LM LAMP
 [OTHER] Version 03/01/1999 - 12:00:00
 [INFOLINK] www.lithonia.com/visualies/ies.asp?vfile=

CANDELA PLOT



Quadralaterally Symmetric
 Dashed: 0 Degrees Solid: 90 Degrees

SUMMARY DATA

EFFICIENCY (Total)	84.2 %
EFFICIENCY (Downlight)	84.2 %
EFFICIENCY (Uplight)	0.0 %
CIE CLASSIFICATION:	DIRECT
SPACING CRITERION (0-Deg.):	1.27
SPACING CRITERION (90-Deg.):	1.57
LUMENS/LAMP:	2900
NO OF LAMPS:	2
LUMINOUS OPENING:	RECTANGULAR
Width:	1.79 (Feet)
Length:	3.77
Height:	0.00
INPUT WATTS:	61
RP-1-93 VDT CONFORMANCE:	NON-CONFORMING

ZONAL LUMEN SUMMARY

Zone	Lumens	% Lamp	% Luminaire
0 - 30	1461.9	25.2	29.9
0 - 40	2483.8	42.8	50.9
0 - 60	4176.5	72.0	85.5
60 - 90	707.0	12.2	14.5
0 - 90	4883.6	84.2	100.0
90 - 180	0.0	0.0	0.0
0 - 180	4883.6	84.2	100.0

AVERAGE LUMINANCE

(Candelas / Square Meter)

Angle	0	22.5	45	67.5	90
0	2648	2648	2648	2648	2648
4.5	2389	2741	3081	3043	2973
5.5	1936	2225	2336	2214	2108
6.5	1464	1585	1570	1536	1510
7.5	1220	1183	1159	1183	1313
8.5	1373	1409	1373	1427	1427

COEFFICIENT OF UTILIZATION TABLE

Effective Floor cavity Reflectance = 20%

Pcc ...	80				70				50			30			10			0
	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	0
RCR																		
0	1.00	1.00	1.00	1.00	.98	.98	.98	.98	.94	.94	.94	.90	.90	.90	.86	.86	.86	.84
1	.92	.89	.85	.82	.90	.87	.84	.81	.83	.81	.78	.80	.78	.76	.77	.75	.74	.72
2	.85	.78	.73	.68	.82	.77	.72	.68	.74	.70	.66	.71	.68	.65	.68	.66	.63	.61
3	.78	.69	.63	.58	.76	.68	.62	.57	.66	.60	.56	.63	.59	.55	.61	.57	.54	.53
4	.71	.62	.55	.49	.69	.61	.54	.49	.59	.53	.48	.57	.52	.48	.55	.51	.47	.45
5	.66	.55	.48	.43	.64	.54	.48	.43	.53	.47	.42	.51	.46	.42	.50	.45	.41	.40
6	.61	.50	.43	.38	.59	.49	.42	.37	.48	.42	.37	.46	.41	.37	.45	.40	.36	.35
7	.58	.45	.38	.33	.55	.45	.38	.33	.43	.37	.33	.42	.37	.33	.41	.36	.32	.31
8	.53	.41	.34	.30	.51	.41	.34	.30	.40	.34	.29	.39	.33	.29	.38	.33	.29	.28
9	.49	.38	.31	.27	.48	.38	.31	.27	.37	.31	.27	.36	.30	.26	.35	.30	.26	.25
10	.46	.35	.29	.24	.45	.35	.28	.24	.34	.28	.24	.33	.28	.24	.32	.27	.24	.22

TESIS CON
 PATA DE ORIGEN

Miércoles, 22 de Mayo de 2002

Photometric Report

CATALOG NUMBER: 2SP G 2 17 A12125

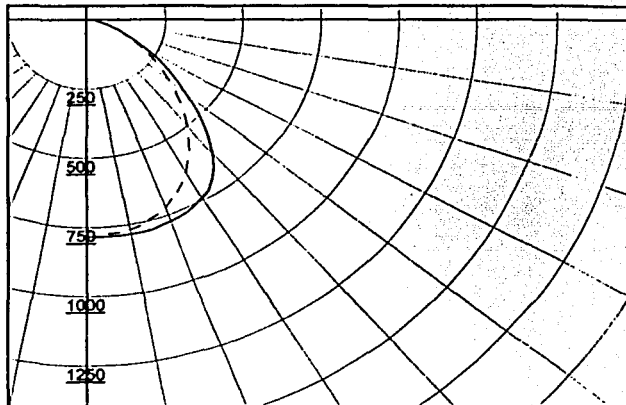
FILENAME: L4737.IES

IESNA91
 [TEST] L4737.IES
 [MANUFAC] Lithonia Lighting, Lithonia Fluorescent
 [LUMCAT] 2SP G 2 17 A12125
 [LUMINAIRE] SPEC TROFFER 2'X2' 2LP T8 #A12125 LENS
 [LAMP] 1350 LM LAMP
 [OTHER] Version: 03/01/1999 - 12:00:00
 [INFOLINK] www.lithonia.com/visual/ies/ies.asp?vfile=

SUMMARY DATA

EFFICIENCY (Total):	68.7 %
EFFICIENCY (Downlight):	68.7 %
EFFICIENCY (Uplight):	0.0 %
CIE CLASSIFICATION:	DIRECT
SPACING CRITERION (0-Deg.):	1.21
SPACING CRITERION (90-Deg.):	1.39
LUMENS/LAMP:	1350
NO. OF LAMPS:	2
LUMINOUS OPENING:	RECTANGULAR
Width:	1.79 (Feet)
Length:	1.79
Height:	0.00
INPUT WATTS:	43
RP-1-93 VDT CONFORMANCE:	NON-CONFORMING

CANDELA PLOT



Quadrilaterally Symmetric
 Dashed: 0 Degrees Solid: 90 Degrees

ZONAL LUMEN SUMMARY

Zone	Lumens	% Lamp	% Luminaire
0 - 30	623.4	23.1	33.6
0 - 40	1023.4	37.9	55.2
0 - 60	1628.8	60.3	87.8
60 - 90	226.7	8.4	12.2
0 - 90	1855.5	68.7	100.0
90 - 180	0.0	0.0	0.0
0 - 180	1855.5	68.7	100.0

AVERAGE LUMINANCE

(Candelas / Square Meter)

Angle	0	22.5	45	67.5	90
0	2630	2630	2630	2630	2630
45	2014	2090	2228	2404	2527
55	1558	1447	1482	1646	1845
65	1153	898	835	986	1248
75	986	883	792	935	935
85	771	925	1079	848	887

COEFFICIENT OF UTILIZATION TABLE

Effective Floor cavity Reflectance = 20%

Pcc ...	80				70				50				30				10				0
	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	0			
Pw ...	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	0			
RCR																					
0	.82	.82	.82	.82	.80	.80	.80	.80	.76	.76	.76	.73	.73	.73	.70	.70	.70	.69			
1	.76	.73	.70	.68	.74	.71	.69	.67	.68	.66	.65	.66	.64	.63	.63	.62	.61	.59			
2	.70	.65	.60	.57	.68	.63	.60	.56	.61	.58	.55	.59	.56	.54	.57	.55	.53	.51			
3	.64	.58	.53	.49	.63	.57	.52	.48	.55	.51	.47	.53	.49	.47	.51	.48	.46	.44			
4	.59	.52	.46	.42	.58	.51	.46	.42	.49	.45	.41	.48	.44	.41	.46	.43	.40	.39			
5	.55	.47	.41	.37	.53	.46	.41	.37	.44	.40	.36	.43	.39	.36	.42	.38	.35	.34			
6	.51	.42	.37	.32	.50	.42	.36	.32	.40	.36	.32	.39	.35	.32	.38	.34	.32	.30			
7	.47	.39	.33	.29	.46	.38	.33	.29	.37	.32	.29	.36	.32	.28	.35	.31	.28	.27			
8	.44	.35	.30	.26	.43	.35	.30	.26	.34	.29	.26	.33	.29	.26	.32	.28	.25	.24			
9	.41	.32	.27	.24	.40	.32	.27	.23	.31	.27	.23	.31	.26	.23	.30	.26	.23	.22			
10	.39	.30	.25	.21	.38	.30	.25	.21	.29	.24	.21	.28	.24	.21	.28	.24	.21	.20			

**TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN**

Photometric Report

CATALOG NUMBER: TGS22SSH24O24EP11

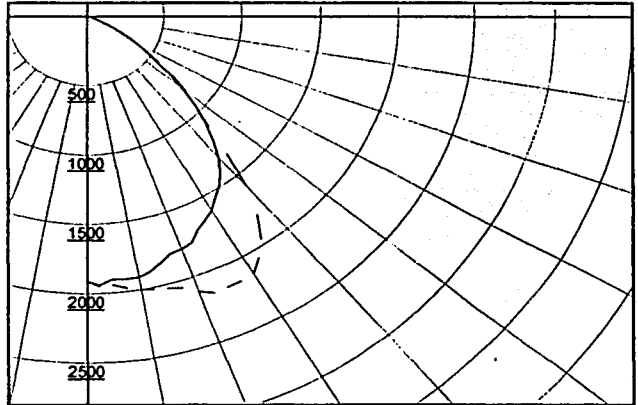
FILENAME: 48136 IES

IESNA91
 [TEST] 48136
 [MANUFAC] METALOPTICS
 [LUMCAT] TGS22SSH24O24EP11
 [LUMINAIRE] 2X2 RECESSED TROFFER
 [LAMP] 4-F17W/T8/TL841
 [LAMP] SILVER SPREAD BEAM REFLECTOR
 [BALLAST] 1-B4321120RH MAGNETEK OPERATING@120VAC
 [OTHER] 8224 HOLOPHANE ACRYLIC LENS

SUMMARY DATA

EFFICIENCY (Total)	80.3 %
EFFICIENCY (Downlight)	80.3 %
EFFICIENCY (Uplight)	0.0 %
CIE CLASSIFICATION	DIRECT
SPACING CRITERION (0-Deg):	1.49
SPACING CRITERION (90-Deg):	1.25
LUMENS/LAMP:	1400
NO. OF LAMPS:	4
LUMINOUS OPENING:	RECTANGULAR
Width:	1.80 (Feet)
Length:	1.80
Height:	0.00
INPUT WATTS:	64
RP-1-93 VDT CONFORMANCE:	NON-CONFORMING

CANDELA PLOT



Quadrilaterally Symmetric
 Dashed: 0 Degrees Solid: 90 Degrees

ZONAL LUMEN SUMMARY

Zone	Lumens	% Lamp	% Luminaire
0-30	1845.7	29.4	38.8
0-40	2774.3	49.5	61.7
0-60	4233.7	75.6	94.2
60-90	261.8	4.7	5.8
0-90	4495.5	80.3	100.0
90-180	0.0	0.0	0.0
0-180	4495.5	80.3	100.0

AVERAGE LUMINANCE
 (Candelas / Square Meter)

Angle	0	22.5	45	67.5	90
0	6359	6359	6359	6359	6359
45	5276	5558	6225	6075	5126
55	3313	3215	2989	3620	3064
65	1423	1462	1384	1423	1509
75	513	565	565	565	565
85	762	610	610	686	610

COEFFICIENT OF UTILIZATION TABLE

Effective Floor cavity Reflectance = 20%

Pcc	80				70				50				30				10				0	
	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	0	
RCR																						
0	.96	.96	.96	.96	.93	.93	.93	.93	.89	.89	.89	.85	.85	.85	.82	.82	.82	.82	.82	.82	.82	.80
1	.89	.86	.84	.81	.87	.85	.82	.80	.81	.79	.78	.78	.77	.75	.75	.74	.73	.71	.71	.71	.71	.71
2	.83	.78	.73	.70	.81	.76	.72	.69	.73	.70	.67	.71	.68	.66	.69	.66	.64	.63	.63	.63	.63	.63
3	.77	.70	.64	.60	.75	.69	.64	.60	.66	.62	.59	.64	.61	.58	.62	.59	.57	.55	.55	.55	.55	.55
4	.71	.63	.57	.52	.69	.62	.56	.52	.60	.55	.51	.58	.54	.51	.57	.53	.50	.49	.49	.49	.49	.49
5	.66	.57	.51	.46	.64	.56	.50	.46	.55	.49	.45	.53	.49	.45	.52	.48	.45	.43	.43	.43	.43	.43
6	.61	.52	.45	.41	.60	.51	.45	.41	.50	.44	.40	.48	.44	.40	.47	.43	.40	.38	.38	.38	.38	.38
7	.57	.47	.41	.37	.56	.47	.41	.36	.46	.40	.36	.44	.40	.36	.43	.39	.36	.34	.34	.34	.34	.34
8	.53	.43	.37	.33	.52	.43	.37	.33	.42	.36	.33	.41	.36	.32	.40	.36	.32	.31	.31	.31	.31	.31
9	.50	.40	.34	.30	.49	.39	.34	.30	.39	.33	.30	.38	.33	.29	.37	.33	.29	.28	.28	.28	.28	.28
10	.47	.37	.31	.27	.46	.37	.31	.27	.36	.31	.27	.35	.30	.27	.34	.30	.27	.25	.25	.25	.25	.25

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Photometric Report

CATALOG NUMBER: DMS/DMA 2 32

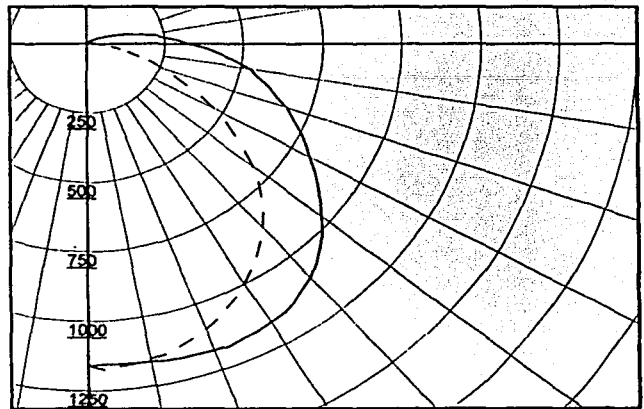
FILENAME: L5816.IES

IESNA91
 [TEST] L5816
 [MANUFAC] Lithonia Lighting, Fluorescent
 [LUMCAT] DMS/DMA 2 32
 [LUMINAIRE] DUST & MOISTURE RESISTANT INDUSTRIAL
 [MORE] STEEL/ALUM 4' 2 LAMP T8
 [MORE]
 [LAMP] 2900 LM LAMP
 [OTHER] Version: 03/01/1999 - 12:00:00
 [INFOLINK] www.lithonia.com/visual/ies/ies.asp?vfile=

SUMMARY DATA

EFFICIENCY (Total)	79.2 %
EFFICIENCY (Downlight)	74.3 %
EFFICIENCY (Uplight)	4.9 %
CIE CLASSIFICATION:	DIRECT
SPACING CRITERION (0-Deg.):	1.28
SPACING CRITERION (90-Deg.):	1.49
LUMENS/LAMP:	2900
NO. OF LAMPS:	2
LUMINOUS OPENING:	RECTANGULAR
Width:	0.56 (Feet)
Length:	4.10
Height:	0.16
INPUT WATTS:	68
RP-1-93 VDT CONFORMANCE:	NON-CONFORMING

CANDELA PLOT



Quadrilaterally Symmetric
 Dashed: 0 Degrees, Solid: 90 Degrees

ZONAL LUMEN SUMMARY

Zone	Lumens	% Lamp	% Luminaire
0 - 30	951.5	16.4	20.7
0 - 40	1607.2	27.7	35.0
0 - 60	3004.9	51.8	65.4
60 - 90	1306.0	22.5	28.4
0 - 90	4310.9	74.3	93.8
90 - 180	285.8	4.9	6.2
0 - 180	4596.7	79.3	100.0

AVERAGE LUMINANCE

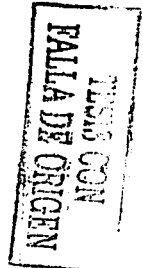
(Candelas / Square Meter)

Angle	0	22.5	45	67.5	90
0	5443	5443	5443	5443	5443
45	4984	4903	5112	5298	5373
55	4475	4481	4795	5039	5190
65	3634	3755	4423	4935	5138
75	2735	3206	4360	4917	5242
85	1971	2849	4408	5138	5410

COEFFICIENT OF UTILIZATION TABLE

Effective Floor cavity Reflectance = 20%

Pcc ...	80				70				50			30			10			0	
	Pw ...	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	0
RCR																			
0	.93	.93	.93	.93	.90	.90	.90	.90	.85	.85	.85	.81	.81	.81	.76	.76	.76	.74	.74
1	.83	.78	.74	.71	.80	.76	.72	.69	.72	.69	.66	.68	.65	.63	.64	.62	.60	.58	.58
2	.75	.67	.61	.56	.72	.65	.60	.55	.62	.57	.53	.58	.54	.51	.55	.52	.49	.47	.47
3	.68	.59	.51	.46	.65	.57	.50	.45	.54	.48	.43	.51	.46	.42	.48	.44	.41	.39	.39
4	.62	.51	.44	.38	.59	.50	.43	.38	.47	.41	.37	.45	.40	.35	.43	.38	.34	.32	.32
5	.57	.46	.38	.32	.54	.44	.37	.32	.42	.36	.31	.40	.35	.30	.38	.33	.30	.28	.28
6	.52	.41	.33	.28	.50	.40	.33	.28	.38	.32	.27	.36	.31	.26	.34	.30	.26	.24	.24
7	.48	.37	.30	.25	.46	.36	.29	.24	.34	.28	.24	.33	.27	.23	.31	.26	.23	.21	.21
8	.45	.34	.27	.22	.43	.33	.26	.22	.31	.25	.21	.30	.25	.21	.29	.24	.20	.19	.19
9	.42	.31	.24	.19	.40	.30	.24	.19	.29	.23	.19	.28	.22	.19	.26	.22	.18	.17	.17
10	.39	.28	.22	.18	.38	.28	.22	.17	.27	.21	.17	.25	.20	.17	.24	.20	.16	.15	.15



Photometric Report

CATALOG NUMBER: 2GT 4 32 A12 SSR

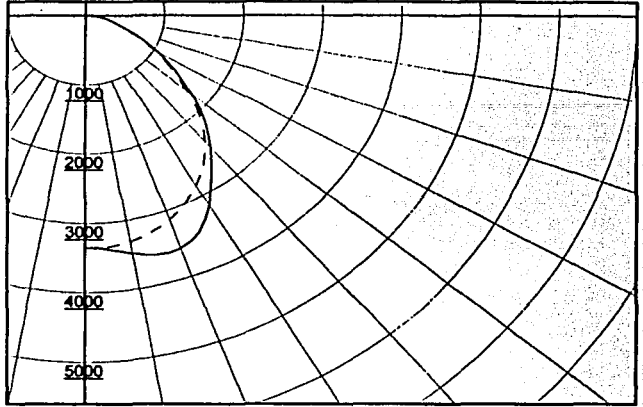
FILENAME: L5307.IES

IESNA91
 [TEST] L5307.IES
 [MANUFAC] Lithonia Lighting, Lithonia Fluorescent
 [LUMCAT] 2GT 4 32 A12 SSR
 [LUMINAIRE] GRID TROFFER, 2'X4' 2LP T8 #A12 SPEC REFL
 [LAMP] 2900 LM LAMP
 [OTHER] Version: 03/01/1999 - 12:00:00
 [INFOLINK] www.lithonia.com/visual/ies/ies.asp?vfile=

SUMMARY DATA

EFFICIENCY (Total)	75.9 %
EFFICIENCY (Downlight)	75.9 %
EFFICIENCY (Uplight)	0.0 %
CIE CLASSIFICATION	DIRECT
SPACING CRITERION (0-Deg.)	1.25
SPACING CRITERION (90-Deg.)	1.33
LUMENS/LAMP	2900
NO. OF LAMPS	4
LUMINOUS OPENING:	RECTANGULAR
Width:	1.76 (Feet)
Length:	3.77
Height:	0.00
INPUT WATTS:	136
RP-1-93 VDT CONFORMANCE:	NON-CONFORMING

CANDELA PLOT



Quadralaterally Symmetric
 Dashed: 0 Degrees Solid: 90 Degrees

ZONAL LUMEN SUMMARY

Zone	Lumens	% Lamp	% Luminaire
0 - 30	2802.3	24.2	31.8
0 - 40	4564.0	39.3	51.9
0 - 60	7485.9	64.5	85.1
60 - 90	1313.4	11.3	14.9
0 - 90	8799.3	75.9	100.0
90 - 180	0.0	0.0	0.0
0 - 180	8799.3	75.9	100.0

AVERAGE LUMINANCE
 (Candelas / Square Meter)

Angle	0	22.5	45	67.5	90
0	5449	5449	5449	5449	5449
45	4749	5008	5043	4949	4951
55	3807	3988	3960	4033	3999
65	2867	2902	2848	3025	2983
75	2350	2275	2150	2294	2438
85	2699	2718	2438	2624	2680

COEFFICIENT OF UTILIZATION TABLE

Effective Floor cavity Reflectance = 20%

Pcc ... Pw ... RCR	80				70				50			30			10			0
	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	0
0	.90	.90	.90	.90	.88	.88	.88	.88	.84	.84	.84	.81	.81	.81	.77	.77	.77	.76
1	.83	.80	.77	.74	.81	.78	.75	.73	.75	.73	.71	.72	.70	.69	.69	.68	.67	.65
2	.76	.71	.66	.62	.74	.69	.65	.61	.66	.63	.60	.64	.61	.58	.62	.59	.57	.55
3	.70	.63	.57	.52	.68	.61	.56	.52	.59	.55	.51	.57	.53	.50	.55	.52	.49	.48
4	.64	.56	.50	.45	.63	.55	.49	.45	.53	.48	.44	.51	.47	.43	.50	.46	.43	.41
5	.59	.50	.44	.39	.58	.49	.43	.39	.48	.42	.38	.46	.42	.38	.45	.41	.38	.36
6	.55	.45	.39	.34	.54	.45	.39	.34	.43	.38	.34	.42	.37	.34	.41	.37	.33	.32
7	.51	.41	.35	.31	.50	.41	.35	.30	.40	.34	.30	.39	.34	.30	.38	.33	.30	.28
8	.48	.38	.32	.27	.47	.37	.31	.27	.36	.31	.27	.35	.31	.27	.35	.30	.27	.25
9	.45	.35	.29	.25	.44	.34	.29	.25	.33	.28	.25	.33	.28	.24	.32	.28	.24	.23
10	.42	.32	.26	.22	.41	.32	.26	.22	.31	.26	.22	.30	.26	.22	.30	.25	.22	.21

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Miércoles, 22 de Mayo de 2002

Photometric Report

CATALOG NUMBER: TGS22SNH5022EP11

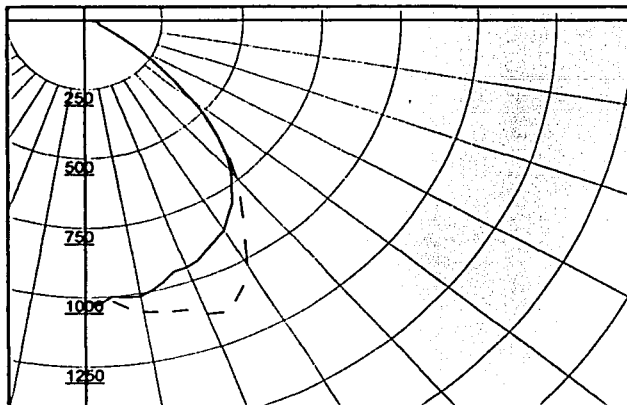
FILENAME: 48152.IES

IESNA91
 [TEST] 48152
 [LUMINAIRE] 2X2 RECESSED TROFFER
 [LUMCAT] TGS22SNH5022EP11
 [MANUFAC] METALOPTICS
 [LAMP] 2-F 17W/T8/TL841
 [LAMP] SILVER NORMAL BEAM REFLECTOR
 [BALLAST] 1-B2321120RH MAGNETEK OPERATING@120VAC
 [OTHER] 6255 HOLOPHANE ACRYLIC LENS
 [ENDBLOCK]

SUMMARY DATA

EFFICIENCY (Total):	84.0 %
EFFICIENCY (Downlight):	84.0 %
EFFICIENCY (Uplight):	0.0 %
CIE CLASSIFICATION:	DIRECT
SPACING CRITERION (0-Deg.):	1.36
SPACING CRITERION (90-Deg.):	1.27
LUMENS/LAMP:	1400
NO. OF LAMPS:	2
LUMINOUS OPENING:	RECTANGULAR
Width:	1.80 (Feet)
Length:	1.80
Height:	0.00
INPUT WATTS:	34
RP-1-93 VDT CONFORMANCE:	NON-CONFORMING

CANDELA PLOT



Quadrilaterally Symmetric
 Dashed: 0 Degrees Solid: 90 Degrees

ZONAL LUMEN SUMMARY

Zone	Lumens	% Lamp	% Luminaire
0 - 30	862.6	30.8	36.7
0 - 40	1400.5	50.0	59.5
0 - 60	2102.4	75.1	89.4
60 - 90	250.6	9.0	10.7
0 - 90	2353.0	84.0	100.0
90 - 180	0.0	0.0	0.0
0 - 180	2353.0	84.0	100.0

AVERAGE LUMINANCE

(Candelas / Square Meter)

Angle	0	22.5	45	67.5	90
0	3365	3365	3365	3365	3365
45	2786	2716	2650	2626	2795
55	1697	1657	1616	1541	1749
65	747	1344	1399	1187	802
75	590	1014	706	834	590
85	800	1144	991	1258	877

COEFFICIENT OF UTILIZATION TABLE

Effective Floor cavity Reflectance = 20%

Pcc ...	80				70				50			30			10			0
	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	0
RCR																		
0	1.00	1.00	1.00	1.00	.98	.98	.98	.98	.93	.93	.93	.89	.89	.89	.86	.86	.86	.84
1	.93	.89	.86	.84	.91	.88	.85	.82	.84	.82	.80	.81	.79	.77	.78	.76	.75	.73
2	.86	.80	.75	.71	.84	.78	.74	.70	.75	.72	.68	.73	.70	.67	.70	.68	.65	.64
3	.79	.72	.66	.61	.77	.70	.65	.60	.68	.63	.59	.66	.62	.58	.64	.60	.57	.56
4	.73	.64	.58	.53	.72	.63	.57	.53	.61	.56	.52	.60	.55	.51	.58	.54	.51	.49
5	.68	.58	.52	.47	.66	.57	.51	.46	.56	.50	.46	.54	.49	.45	.53	.48	.45	.43
6	.63	.53	.48	.41	.62	.52	.46	.41	.51	.45	.41	.50	.44	.41	.48	.44	.40	.39
7	.59	.49	.42	.37	.58	.48	.42	.37	.47	.41	.37	.45	.40	.36	.44	.40	.36	.35
8	.55	.45	.38	.33	.54	.44	.38	.33	.43	.37	.33	.42	.37	.33	.41	.36	.33	.31
9	.52	.41	.35	.30	.50	.41	.34	.30	.40	.34	.30	.39	.34	.30	.38	.33	.30	.28
10	.48	.38	.32	.28	.47	.38	.32	.28	.37	.31	.28	.36	.31	.27	.35	.31	.27	.26

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Photometric Report

CATALOG NUMBER: 2PM3N G B 4 32 12LD 1/4 TUBI

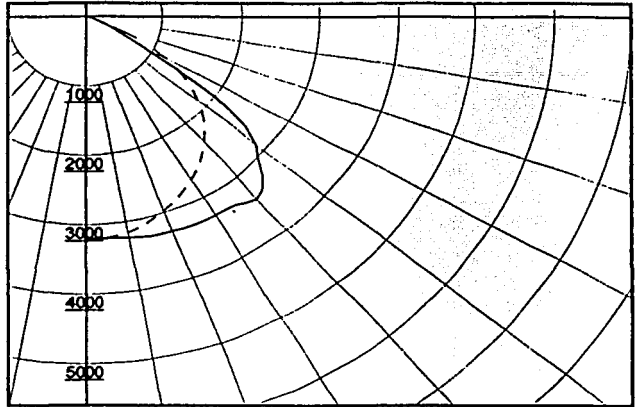
FILENAME: L6306.IES

IESNA91
 [TEST] L6306
 [MANUFAC] Lithonia Lighting, Lithonia Fluorescent
 [LUMCAT] 2PM3N G B 4 32 12LD 1/4 TUBI
 [LUMINAIRE] PARAMAX PARABOLIC TROFFER 3" DEEP LOUVER
 [MORE] 2'X 4' 4 LAMP T8 12 CELL LOW IR
 [MORE] SEMI SPEC LVR 1/4 ELEC
 [LAMP] 2900 LM LAMP
 [OTHER] Version: 03/01/1999 - 12:00:00
 [INFOLINK] www.lithonia.com/visual/ies/ies.asp?vfile=

SUMMARY DATA

EFFICIENCY (Total):	78.7 %
EFFICIENCY (Downlight):	78.7 %
EFFICIENCY (Uplight):	0.0 %
CIE CLASSIFICATION:	DIRECT
SPACING CRITERION (0-Deg.):	1.25
SPACING CRITERION (90-Deg.):	1.61
LUMENS/LAMP:	2900
NO. OF LAMPS:	4
LUMINOUS OPENING:	RECTANGULAR
Width:	1.74 (Feet)
Length:	3.74
Height:	0.00
INPUT WATTS:	112
RP-1-93 VDT CONFORMANCE:	NON-CONFORMING

CANDELA PLOT



Quadrilaterally Symmetric
 Dashed: 0 Degrees Solid: 90 Degrees

ZONAL LUMEN SUMMARY

Zone	Lumens	% Lamp	% Luminaire
0-30	2641.1	22.8	28.9
0-40	4496.6	38.8	49.2
0-60	8363.7	72.1	91.6
60-90	769.8	6.6	8.4
0-90	9133.5	78.7	100.0
90-180	0.0	0.0	0.0
0-180	9133.5	78.7	100.0

AVERAGE LUMINANCE

(Candelas / Square Meter)

Angle	0	22.5	45	67.5	90
0	5319	5319	5319	5319	5319
45	4980	5563	6491	7389	7586
55	4553	5494	6442	6183	5799
65	2869	3800	2888	1546	1483
75	268	307	320	339	268
85	171	171	171	114	114

COEFFICIENT OF UTILIZATION TABLE

Effective Floor cavity Reflectance = 20%

Pcc ...	80				70				50			30			10			0
	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	0
RCR																		
0	.94	.94	.94	.94	.92	.92	.92	.92	.87	.87	.87	.84	.84	.84	.80	.80	.80	.79
1	.87	.84	.81	.79	.85	.82	.80	.78	.79	.77	.75	.76	.74	.73	.73	.72	.71	.69
2	.80	.75	.70	.66	.78	.73	.69	.65	.70	.67	.64	.68	.65	.62	.66	.63	.61	.59
3	.74	.66	.60	.56	.72	.65	.60	.55	.63	.58	.54	.61	.57	.53	.59	.55	.52	.51
4	.68	.59	.52	.48	.66	.58	.52	.47	.56	.51	.47	.54	.50	.46	.52	.49	.45	.44
5	.62	.53	.46	.41	.60	.52	.45	.41	.50	.45	.40	.49	.44	.40	.47	.43	.40	.38
6	.57	.47	.41	.36	.56	.47	.40	.36	.45	.40	.35	.44	.39	.35	.43	.38	.35	.33
7	.53	.43	.36	.31	.52	.42	.36	.31	.41	.35	.31	.40	.35	.31	.39	.34	.31	.29
8	.49	.39	.32	.28	.48	.38	.32	.28	.37	.32	.28	.38	.31	.28	.35	.31	.27	.26
9	.46	.36	.29	.25	.45	.35	.29	.25	.34	.29	.25	.33	.28	.25	.33	.28	.25	.23
10	.43	.33	.27	.23	.42	.32	.26	.23	.32	.26	.22	.31	.26	.22	.30	.26	.22	.21

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

CONCLUSIONES CONCLUSIONES

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONCLUSIONES

En este trabajo se exponen las principales consideraciones para una adecuada selección y diseño de un sistema de iluminación, que nos permita un ahorro de energía, así como un mejor aprovechamiento de nuestros recursos, lo cuál influye en la productividad y eficiencia de los trabajadores. Factor que poco se reconoce pero que de igual manera redundará en la economía de una empresa. Razón por la cuál considero importante prestar mayor atención en la calidad del sistema de iluminación.

Es importante resaltar que no solo hay que considerar un ahorro de energético ya que al disminuir el consumo de energía, sin cubrir los niveles mínimos recomendados a la larga saldrá contraproducente ya que se verá reflejado en la productividad de las personas que hagan uso de la instalación de alumbrado.

Al re proyectar un área es importante proporcionar los niveles recomendados para la función que ahí se desempeñara, ya que los requerimientos de iluminación no son los mismos en todas las áreas e incluso se puede re proyectar el sistema de alumbrado al cambiar el mobiliario para saber si no hay obstrucciones y si el área de trabajo recibe los niveles de iluminación adecuados. Por lo que el mobiliario es parte importante a considerar en un diseño para decidir la ubicación de las luminarias e incluso para decidir los niveles de iluminación que se permitirán manejar en el diseño. También es importante cuidar la altura y ubicación de las luminarias para evitar el deslumbramiento y los brillos excesivos.

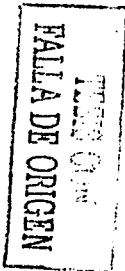
Un factor que nos ayuda a aprovechar mejor la iluminación de las lámparas es el color y acabado de las paredes, techo, piso e incluso de los muebles. Razón por la cuál se recomienda el uso de tonos claros y mates en ellos. Así como el mantenimiento de las luminarias.

No obstruir las ventanas ya que al aprovechar la luz natural reduce el consumo de energía. Se recomienda buscar un lugar adecuado para el equipo con que se labore a fin de evitar el reflejo ocasionado por fuentes luminosas y de ventanas que se encuentren a sus espaldas.

Una manera de ahorrar mayor energía sería el separar los circuitos de iluminación, para ocupar solo las luminarias que se requieran sin necesidad de tener encendidas otras innecesariamente.

Es importante estar al día en cuanto al equipo que se fabrica, ya que cada vez se presenta equipo más eficiente el cuál nos ayuda a optimizar nuestras instalaciones, y ofrecer un mejor servicio y un mayor ahorro de energía.

Finalmente se puede decir que de acuerdo al estudio hecho el sistemas de iluminación es parte importante en la funcionalidad y desempeño en todas las áreas laborales de la industria petrolera y su objetivo aparte de iluminar debe ser el permitir una mayor eficiencia y un mejor aprovechamiento de los recursos, proyectando este sistema para tener una vida útil que haga rentable la inversión.



BIBLIOGRAFIA **BIBLIOGRAFIA**

BIBLIOGRAFIA

- Westinghouse. "Manual de Luminotecnia" . Ed. Prensa Universitaria Argentina. 1ª. edición. Buenos Aires, Argentina.1966.
- Frier, John P. y Gazley, Mary e. "Sistemas de Iluminación Industriales". Ed. Limusa. 1a. edición. México, D.F.. 1986.
- Kaufman, John E. ed. "IES Lighting Handbook. The standard lighting guide". Illuminating Engineering Society. U.S.A.,New York. 1972

TESIS

- Garcia Santiago, Oscar Jony. "Diseño de las Instalaciones Eléctricas para la Rehabilitación y Modernización de la Estación de Compresión y Almacenamiento de Gas Natural,Los Ramones, N.L." Junio de 2001

APUNTES

- Salvador Álvarez Ballesteros. " Edificios Inteligentes ISA Expocontrol 2001". Sociedad de Instrumentación de América (ISA) , sección México A.C.. 2001
- Ing. Macedo Rayo, Juan José. " Principios de Iluminación". Maestría en Ingeniería Eléctrica- Sistemas de Ahorro. Universidad Anahuac.2002

ESPECIFICACIONES TECNICAS , RECOMENDACIONES Y MANUALES DE PEMEX

- "Proyecto y Diseño de Instalaciones Eléctricas en Plantas Industriales (Electrical Facilities Project and Design for Industrial Plants) " . P.2.227.01..Area de Normatividad Técnica, PEMEX. Primera edición. Noviembre 1998
- "Diseño e Instalacion de Sistemas Eléctricos en Plataformas Marinas (electrical Systems Desing and Installation in Offshore Platforms)". P.2.0227.04. 01. Area de Normatividad Técnica, PEMEX. Primera edición . Noviembre 1998
- "Alumbrado para Instalaciones Industriales (Ligth System for Industrial Installations)". P.2.231.01. Area de Normatividad Técnica, PEMEX. Primera edición .Enero 1999
- " Recommended Practice for Design and Installation of Electrical Systems for Fixed and Floating Offshore Petroleum Facilities for Unclassified and Class I, Division 1 and Division 2 Locations . API RECOMMENDED PRACTICE 14F FOURTH EDITION ,JUNE 1999. American Petroleum Institute
- "Manual para Evaluación y Control de Agentes en el Ambiente Laboral No. 3 .Iluminación (MN.04.0.02). Enero de 1988. Gerencia de Seguridad e Higiene Industrial institucional. PEMEX

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CATALOGOS

- Produc Selection Guide. LITHONIA LIGHTING. Edition 7
- Produc Digest. HOLOPHANE.2001
- "Balastros magnéticos y electrónicos para lámparas fluoescntes". SOLA BASIC
- "Balastros LUMICON. 60 Hz" . LUMISISTEMAS.
- "Catálogo General de especificaciones, México". PHILIPS. 2001
- "SPECTRUM. Catálogo de Lámparas GE 9200". GE Lighting México.

PAGINAS DE INTERNET

- <http://edison.upc.es/curs/llum/indice0.html>
- http://www.lledosa.es/odelux/od_2_04.htm
- http://www.lledosa.es/odelux/od_2_01.htm
- http://www.lledosa.es/odelux/od_2_04.htm
- http://www.energuia.com/guia/profesionales/info_dic_pro.asp?categoria=3
- http://www.osram.com.mx/Definiciones_luminotecnia.htm#
- <http://www.holophane.com.mx/infotecnica/menuinfotec.htm>
- <http://www.geiluminacion.com/mx/soporte/calidad.htm>
- http://www.bekolite.com/spanish/historia_ilumacion.html
- <http://bdd.unizar.es/Pag2/Tomo2/tema8/8-1.htm>
- <http://bdd.unizar.es/Pag2/Tomo2/tema8/8-2.htm>
- <http://www.philips.com.mx/lighting/asp/conceptosbasicos.asp>
- <http://www.philips.com.mx/lighting/asp/conceptosbasicos2.asp>
- http://www.luz.philips.com/latam/es/conceito_introducao.jsp?cd_country=7&cd_target=1&cd_menu=271
- http://www.luz.philips.com/latam/es/conceito_temperatura.jsp?cd_country=7&cd_target=1&cd_menu=276
- http://www.luz.philips.com/latam/es/conceito_reproducao.jsp?cd_country=7&cd_target=1&cd_menu=277
- http://www.luz.philips.com/latam/es/conceito_eficiencia.jsp?cd_country=7&cd_target=1&cd_menu=278
- <http://www.lithonia.com/products/Catalog/default.asp>

