

78
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

ILUMINACION E INSTALACIONES ELECTRICAS

ESTUDIO GENERAL DE ILUMINACION,
PLANTA OSRAM DE MEXICO

TRABAJO DE SEMINARIO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

VLADIMIR SAUCEDO MACIEL

278256

ASESOR: ING. CASILDO RODRIGUEZ ARCINIEGA

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO DE MEXICO

1999

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

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



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

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

AT'N: Q. MA. DEL CARMEN GARCIA MIJARES
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES-C.

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

Iluminación e Instalaciones Eléctricas. Estudio general
de iluminación, planta OSRAM de México.

que presenta el pasante: Vladimir Saucedo Maciel,
con número de cuenta: 8935321-3 para obtener el Título de:
Ingeniero Mecánico Electricista.

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

ATENTAMENTE.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, a 16 de octubre de 1998

MODULO:	PROFESOR:	FIRMA:
<u>I</u>	<u>Ing. Jaime Rodríguez Martínez</u>	<u>[Firma]</u>
<u>III</u>	<u>Ing. Casildo Rodríguez Arce</u>	<u>[Firma]</u>
<u>IV</u>	<u>Ing. Benjamín Contreras Santacruz</u>	<u>[Firma]</u>

EL SIGUIENTE TRABAJO SE REALIZO COMO UNO DE LOS PROPOSITOS FUNDAMENTALES EN MI VIDA PROFESIONAL.

GRACIAS:

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO POR HABERME BRINDADO LA OPORTUNIDAD DE CONOCER A GRANDES PROFESORES, QUIENES CON SU SABIA ORIENTACIÓN Y PACIENCIA LOGRARON QUE HAYA CONCLUIDO MIS ESTUDIOS SUPERIORES.

F. E. S. CUAUTITLAN/1999

DEDICO ESTA TESIS A MIS QUERIDOS Y ADORADOS PADRES:

CARLOS SAUCEDO HEREDIA
DIOSELINA MACIEL GARCIA

A ELLOS DEDICO ESTE TRIUNFO, YA QUE AL ESTAR TAN LEJOS Y EL NO TENERLOS JUNTO A MI, HICIERON QUE MAS ME SUPERARA, SIEMPRE AGRADECERE SUS CONSEJOS, LOS CUALES FUERON MOTIVO PARA CONTINUAR POR EL CAMINO CORRECTO.

GRACIAS PAPAS.

AGRADECIMIENTO ENORME A MIS ABUELOS, TIOS, HERMANOS Y AMIGOS QUE CON SUS ESTIMULOS Y ORIENTACION AYUDARON A QUE MI FORMACION PROFESIONAL SE HICIERA REALIDAD, ESTE LOGRO DESEO COMPARTIRLO CON TODOS USTEDES.

GRACIAS.

Y POR ULTIMO AGRADEZCO A LA EMPRESA OSRAM DE MEXICO POR HABERME BRINDADO LA OPORTUNIDAD DE APORTAR LO APRENDIDO Y ASI PODER DESARROLLARME PROFESIONALMENTE.

GRACIAS.

MARZO/1999.

INDICE.

Introducción.....	1
Capítulo I (La luz y su entorno).....	4
Capítulo II (Factores para obtener una buena iluminación).....	7
Capítulo III (Consideraciones generales para la iluminación en la industria)....	11
Capítulo IV (Clasificación de áreas).....	19
Capítulo V (Principio de funcionamiento de los distintos tipos de lámparas)....	24
Capítulo VI (Memoria de cálculo para iluminación del área de producción).....	31
Glosario.....	43
Conclusiones	52
Bibliografía.....	54

INTRODUCCIÓN.

Durante miles de años los hombres gobernaron, juzgaron, comerciaron, veneraron, ejercieron sus poderes, estudiaron y observaron acontecimientos dramáticos en edificios proyectados solo para desempeñar actividades durante el día. En épocas más recientes, la iluminación artificial extendió el uso de las construcciones industriales y comerciales hasta en las horas de oscuridad. Pero en sus principios, las técnicas de iluminación se aplicaron con una virtual ignorancia de los requisitos visuales humanos.

Todas las fuentes de luz artificial, anteriores al foco eléctrico, eran en realidad llamas poco luminosas. Era necesario colocarlas, no donde podían dar los mejores resultados de iluminación, sino donde su humo, calor y goteo podían causar el mínimo de molestias a los habitantes. Desgraciadamente, los proyectistas de las primeras instalaciones eléctricas tomaron por sentado que los soportes en paredes y los candiles colgantes tenían reales méritos de iluminación y esto atrasó por cincuenta años más la madurez arquitectónica del alumbrado artificial. El resultado fue que los luminarios para iluminación artificial, eran instalados como simples añadidos a las construcciones proyectadas según conceptos arquitectónicos clásicos. Estos métodos eran típicos en la práctica de iluminación, hasta que los arquitectos se dieron cuenta que la iluminación podía ser un factor positivo en la función y la forma de un edificio, más bien que un elemento secundario o una idea posterior para una construcción perfectamente bien diseñada.

Como sabemos, la luz artificial juega un papel muy importante en la actualidad, debido a que sin ella no podríamos realizar nuestras actividades nocturnas, ni muchas de las que realizamos durante el día; esto es, que la luz artificial no solo debe asociarse con la comodidad que nos proporciona, sino también con la seguridad que nos brinda al contar con vías de comunicación bien iluminadas, señalizaciones, aparatos y demás cosas en las que utilizamos algo de iluminación.

El propósito principal de una buena iluminación permanente dentro de una instalación industrial, es crear un ambiente agradable durante el día y la noche, conducente a lograr una visión rápida, clara, precisa y cómoda de todo el personal que en ella labora. Asimismo, se pretende proporcionar un aspecto atractivo a todas las secciones y departamentos a fin de facilitar la conservación, armonía y orden en las labores y así reducir al máximo cansancio, agotamiento o accidentes que pudieran ser provocados por carencia de un buen nivel de iluminación.

Existe una relación entre la calidad de los productos profesionales y la calidad de las instalaciones de producción utilizadas para fabricarlos. Para fabricar un buen producto, es necesario disponer de buenas herramientas, buenas máquinas y buenos operarios. Y por supuesto, entre otras muchas cosas, también es preciso disponer de una buena iluminación.

La experiencia demuestra que una buena iluminación en las fábricas y talleres es una manera muy eficaz de incrementar tanto la productividad como la calidad. Una buena iluminación aumenta el confort y la seguridad del trabajador, reduce el nivel de errores y estimula al personal a que mejore su rendimiento. En resumen, una buena iluminación puede ayudar indirectamente, pero de manera relevante, al nivel de competitividad de una empresa.

El propósito principal del siguiente trabajo es hacer un estudio y análisis de iluminación general en el área de producción de la planta de fabricación de lámparas OSRAM de México, utilizando un cálculo teórico basado en el método de Lumen y así poder realizar un comparativo con el arreglo existente actual de luminarios.

Para nuestro propósito que es el estudio de iluminación en el interior de la planta industrial, específicamente el área de producción, se propone el siguiente tipo de iluminación.

Iluminación general. Lograr un nivel uniforme en toda el área de producción, evitando al máximo las zonas en penumbra o deslumbramientos. Nivel recomendado 400 Lx.

Cabe mencionar aquí que el aporte de luz natural que se tiene es realmente poco, debido al diseño de los domos, por lo que se requiere contar con la iluminación artificial durante todo el día.

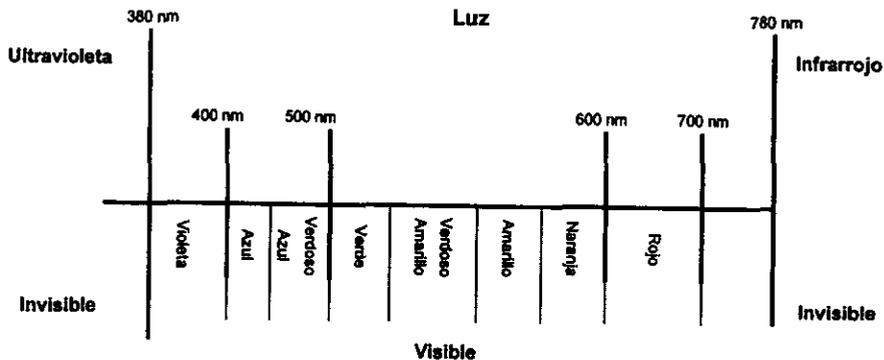
CAPÍTULO I.

LA LUZ Y SU ENTORNO.

La luz es una manifestación de la energía en forma de radiaciones electromagnéticas, capaces de afectar al órgano visual. Se denomina radiación a la transmisión de energía a través del espacio.

Comúnmente se tiene la idea de que la luz del día es blanca y de que la percibimos en forma sencilla y única, pero en realidad está compuesta por un conjunto de radiaciones electromagnéticas.

Experimentalmente se observa que un rayo de luz blanca, al atravesar un prisma triangular de vidrio transparente se descompone en una banda continua de colores que contiene a todos los del arco iris (rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, añil y violeta), los cuales son radiados dentro de una determinada zona del espectro electromagnético.



LÍMITES APROXIMADOS DE RADIACIÓN DE LOS DIFERENTES COLORES DEL ESPECTRO VISIBLE.

La luz se puede producir de varias formas. Las más importantes con relación a las lámparas eléctricas son:

- Calentando cuerpos sólidos hasta alcanzar su grado de incandescencia (fundamento de las lámparas incandescentes).
- Provocando una descarga eléctrica entre dos placas o electrodos situados en el seno de un gas o de un vapor metálico (fundamento de las lámparas de descarga).

En cualquier caso la producción de la luz es una transformación de la energía.

La luz se transmite a distancia a través del espacio, por medio de ondas similares a las que se forman en el agua de un estanque cuando se tira una piedra. Las ondas del agua y las ondas luminosas tienen en común que sus efectos se perciben a distancia, diferenciándose en que las ondas luminosas no necesitan de ningún medio material para propagarse, aunque también se transmiten a través de algunos cuerpos sólidos y líquidos, mientras que las del agua precisan de este elemento. Así la luz que recibimos del sol en forma de ondas llega hasta nosotros atravesando el espacio vacío que existe entre los planetas, y al entrar en contacto con la atmósfera se transmite a través de los gases que la forman.

Otra diferencia es que las ondas luminosas se propagan en todas las direcciones del espacio (largo, ancho y alto), mientras que las del agua sólo lo hacen en la superficie del estanque (largo y ancho).

Algunas características básicas de la luz son:

- Casi el 80% de las impresiones sensoriales humanas son de orden óptico.
- La velocidad de propagación de la luz es de 300 000 Km/seg.
- La luz es la sensación producida por el ojo humano por la incidencia de las ondas electromagnéticas.
- Posee todas las características de las ondas electromagnéticas.
- La longitud de las ondas visibles suele medirse en nanómetros (nm).
- El rango de ondas visibles oscila entre 380 a 780 nm.
- Las ondas más largas corresponden al extremo visible rojo (colindando con las radiaciones infrarrojas, que ya no son visibles y tiene propiedades caloríficas).
- Las ondas más cortas corresponden al extremo visible violeta (colindando con las radiaciones ultravioleta, que ya no son visibles pero que favorecen reacciones químicas).
- El color es una sensación óptica que depende del conjunto de las longitudes de onda que un cuerpo no absorbe (refleja).
- La sensibilidad máxima del ojo humano es para el color verde-amarillo (550 nm) y cae rápidamente tanto del lado ultravioleta como del infrarrojo.
- La luz constituida por ondas de igual longitud recibe el nombre de monocromática.
- La luz solar es de espectro continuo (luz blanca), comprende toda la gama de longitudes de ondas visibles.

CAPÍTULO II.

FACTORES PARA OBTENER UNA BUENA ILUMINACIÓN.

CALIDAD EN LA ILUMINACIÓN.

En numerosas investigaciones se ha podido comprobar que la capacidad visual depende de una buena iluminación y ésta, a su vez, afecta al estado de ánimo de las personas, a su aptitud para desarrollar un trabajo, a su poder de relajación, etc.

Cada actividad requiere una determinada iluminación nominal que debe existir como valor medio en la zona en que se desarrolla aquella.

El valor medio de iluminación para una determinada actividad está en función de una serie de factores entre los que se pueden citar:

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

Cuanto mayor sea la dificultad para la percepción visual, mayor deberá ser el nivel medio de iluminación. Esta dificultad se acentúa mucho más en las personas de edad avanzada, de ahí que necesiten más luz que los jóvenes para realizar un trabajo con igual facilidad.

ILUMINANCIA.

La iluminancia o iluminación de una superficie es la relación entre el flujo luminoso que recibe la superficie y su extensión. La iluminancia se representa por la letra E, siendo su unidad el lux.

El lux, unidad de iluminancia, se define como la iluminancia de una superficie de 1m^2 que recibe uniformemente repartido un flujo luminoso de un lumen.

LUMINANCIA.

La luminancia de una superficie en una dirección determinada, es la relación entre la intensidad luminosa en dicha dirección y la superficie aparente (superficie vista por el observador situado en la misma dirección).

La percepción de la luz es realmente la percepción de diferencias de luminancia. Se puede decir, por lo tanto, que el ojo ve diferencias de luminancia y no de iluminación.

CONTRASTE.

La diferencia de luminancia entre el objeto que se observa y su espacio inmediato, es lo que se conoce por contraste. Los trabajos que requieren gran agudeza visual precisan de un mayor contraste.

SOMBRAS.

Las sombras en sí son el resultado de una diferencia de luminancia respecto a zonas más iluminadas. Se distinguen dos clases de sombras: fuertes y suaves. Sombras fuertes son las que resultan de iluminar un objeto con luz dirigida intensa desde un punto determinado más o menos alejado, y que se caracterizan por su profunda oscuridad y dureza. En contraposición a las sombras fuertes, las sombras suaves son las que resultan de iluminar un objeto con una luz difusa y que se caracterizan por su suavidad y menor efecto de relieve.

DESLUMBRAMIENTO.

El deslumbramiento es un fenómeno fisiológico que reduce la capacidad visual, debido a un exceso de luminancia a la que el ojo no puede adaptarse. Ello provoca una enérgica reacción fotoquímica en la retina, insensibilizándola durante un cierto tiempo, transcurrido el cual vuelve a recuperarse.

ADAPTACIÓN.

Es la capacidad que tiene el ojo para ajustarse automáticamente a las diferentes iluminaciones de los objetos. Este ajuste lo realiza la pupila en su movimiento de cierre y apertura. Si la iluminación es muy intensa, la pupila se contrae reduciendo la luz que llega al cristalino, y si es escasa, se dilata para captarla en mayor cantidad.

TAMAÑO.

Resulta más difícil ver objetos pequeños que grandes. Para observar los objetos pequeños se requiere realizar esfuerzos visuales que pueden aminorarse con una adecuada iluminación.

TIEMPO.

El tiempo empleado en evaluar o completar un trabajo es una medida de la productividad en la industria. Toma más tiempo ver un objeto en luminancias bajas que en altas luminancias. Generalmente se pierde menos tiempo al ver objetos grandes al alto contraste, que objetos pequeños en bajo contraste.

CAPÍTULO III

CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA ILUMINACIÓN EN LA INDUSTRIA.

Para diseñar un sistema de iluminación industrial se deben considerar los siguientes factores como los principales requisitos de una buena planeación.

- 1.- Determinar la cantidad y calidad de iluminación aconsejable para los procesos industriales involucrados y necesarios para producir un entorno adecuado y seguro.
- 2.- Seleccionar el equipo de iluminación que proporcione los requisitos de cantidad y calidad tomando en cuenta las características fotométricas así como el desempeño mecánico que vaya de acuerdo a las condiciones de instalación, operación y mantenimiento vigentes.
- 3.- Seleccionar y arreglar el equipo de manera que esté seguro, fácil y práctico de mantener. Algunas lámparas pueden ser propensas a la explosión en condiciones adversas y deben ser protegidas de los trabajadores.
- 4.- Considerar la administración de energía concurrentes y factores económicos contra los requisitos de cantidad y calidad para el desempeño visual óptimo. La elección del sistema de distribución eléctrico puede afectar la economía global.

5.- Ubicación de luminarios y equipos en puntos de fácil acceso para su adecuado mantenimiento.

6.- Mantener los equipos de iluminación limpios y en buen estado.

Aunque no es mencionada específicamente en las discusiones acerca de la iluminación para cada industria, el uso de la luz de día debe ser considerado para iluminación de área en todas las industrias.

TIPOS DE EQUIPO DE ILUMINACIÓN.

La manera en que la luz de las lámparas es controlada por el equipo de iluminación que gobierna los efectos importantes del deslumbramiento, las sombras, la distribución y la difusión. Los luminarios están clasificados de acuerdo al modo en que ellos controlan la luz.

La mayoría de las aplicaciones industriales requieren tanto de equipo de iluminación directa como de iluminación indirecta. Los luminarios con componente de luz hacia arriba son preferidos para la mayoría de áreas, porque un techo o estructura superior iluminado reduce las relaciones de luminancia entre los luminarios y el fondo. La luz dirigida hacia arriba disminuye el efecto "caverna" de la iluminación directa total y crea un entorno más confortable y más alegre. Los luminarios industriales fluorescentes, los de alta intensidad de descarga y las lámparas de filamento incandescente están disponibles con sus componentes de luz hacia arriba. Unas buenas relaciones de luminancias ambientales pueden ser logradas con

iluminación directa si las luminancias y las reflectancias de los cuartos son elevadas.

Para la selección del equipo de iluminación industrial, se deberá tomar en cuenta que intervienen otros factores para lograr una instalación confortable, tales como:

- 1.- Acabados exteriores de los luminarios (pintados con colores claros) para reducir las relaciones de luminancia entre la parte exterior del luminario y la superficie reflejante y la fuente de luz.
- 2.- Tener alturas de montaje más altas para levantar los luminarios fuera del campo visual normal.
- 3.- Un mejor cuidado de las fuentes de luz por medio de reflectores más profundos, deflectores transversales o rejillas. Esto es importante con fuentes de descarga de alta intensidad o con aquellas con filamento incandescente de alta potencia o también con lámparas fluorescentes de alta salida.
- 4.- La selección del material del control de luz, tales como el aluminio especular o no especular, vidrio o plástico con configuración prismática, que pueda limitar la luminancia del luminario en la zona protegida.

Con aberturas en la parte superior de los luminarios, generalmente se minimiza la acumulación de suciedad en el reflector y la lámpara, permitiendo una corriente de aire para

mover las partículas de suciedad hacia arriba y a través del luminario para el aire exterior. Por lo tanto, la ventilación en los diferentes tipos de luminarios han comprobado su habilidad para minimizar el mantenimiento de los luminarios tales como fluorescentes, de descarga de alta intensidad y de filamentos incandescentes. Los luminarios a prueba de retención de polvo y humedad son también efectivos para minimizar la acumulación de suciedad sobre las superficies reflectoras.

EQUIPO DE ILUMINACIÓN DIRECTA.

Las curvas de distribución varían dentro de un rango muy amplio en el equipo de iluminación industrial directo. Los tipos de curvas de distribución amplias o abiertas también se obtienen con reflectores de porcelana barnizada y otros tipos de superficies reflejantes difusas y difusas especulares blancas. El aluminio, vidrio reflejante, vidrio prismático y otros materiales similares pueden también ser utilizados para proporcionar una distribución amplia cuando el reflector es diseñado en forma adecuada. Este tipo de distribución de luz es muy ventajosa en aplicaciones industriales donde una proporción grande de las tareas visuales son verticales o casi verticales.

Las distribuciones de luz angostas o concentradas se obtienen con vidrio prismático, vidrio reflejante y reflectores de aluminio. Este tipo de distribución de luz es útil donde la altura de montaje es igual o mayor que el ancho del cuarto o donde la maquinaria alta y el equipo de procesamiento necesita control direccional para una fuente eficiente de iluminación entre el equipo.

Para hacer una elección de un equipo con curvas de distribución amplia o angosta sobre la base de las luminancias horizontales, se toma una comparación de los coeficientes de utilización para las condiciones reales involucradas del espacio que servirá como una guía en la selección de la distribución más efectiva. Los coeficientes de utilización deben estar basados en valores cercanos a aquellas reflectancias para techo, pared y piso, así como las proporciones reales del cuarto.

Sin embargo, si se desea determinar las iluminancias en puntos específicos, entonces el método de cálculo para un punto debe ser usado para obtener resultados más exactos. Esto es lo más recomendable para alturas de montaje altas.

EQUIPO DE ILUMINACIÓN SEMIDIRECTA.

Esta clasificación es útil en áreas industriales debido a que las componentes hacia arriba (10-40%) es efectiva para crear condiciones visuales más confortables.

Una variedad de luminarios de descarga de alta intensidad y fluorescentes de esta distribución, están disponibles y diseñados específicamente para aplicaciones industriales. Mientras el tipo de distribución semidirecta tiene una componente hacia arriba suficiente para iluminar el techo, la componente hacia abajo de 90-60% de la salida contribuye a una buena eficiencia de iluminación, particularmente donde las obstrucciones del techo pueden disminuir la efectividad en la componente indirecta.

ASPECTOS CONSTRUCTIVOS QUE INFLUYEN EN LA SELECCION DE LUMINARIOS Y SU COLOCACIÓN.

La estructura utilizada en la construcción de edificios industriales forman subespacios interiores llamados módulos. La selección y colocación de luminarios está influenciado por la altura del módulo. Los espacios interiores en edificios industriales están clasificados como áreas de bajo módulo, medio módulo y alto módulo. Las áreas de bajo módulo son aquellas donde de la parte inferior del luminario al piso tiene aproximadamente hasta 5.5 metros (18 pies). Cuando desde la parte inferior del luminario al piso tiene 5.5-7.5 metros (18-25 pies), se considera como área de medio módulo. En un área de alto módulo desde la parte inferior del luminario está a más de 7.5 metros (25 pies) sobre el piso.

Los luminarios son montados usualmente desde el techo, o de barras, vigas, u otros elementos estructurales superiores, en un arreglo uniforme. La iluminación suministrada por esta manera de colocar los luminarios es llamado **iluminación general**. La iluminación general tiene como objetivo proporcionar iluminación substancialmente uniforme a través de un área exclusiva para cualquier requisito del local.

La **iluminación general localizada** puede ser utilizada para áreas que contienen tareas visuales que requieren valores de iluminación más altos que los niveles suministrados por la iluminación general. Esta iluminancia adicional puede ser obtenida incrementando los números (o filas) de luminarios, la salida de luz por luminario, o ambas. Para tareas visuales más difíciles, puede ser requerida la **iluminación complementaria**.

ILUMINACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DEL ESPACIO.

Con el uso de iluminancias más altas, puede ser práctico combinar la iluminación, la calefacción, el aire acondicionado y los requisitos de control atmosférico en un sistema integrado. El sistema de iluminación puede proporcionar la mayoría de la energía durante el periodo de calentamiento. Cuando el enfriamiento es requerido, gran parte del calor de la iluminación puede ser retirado por el sistema de expulsión de aire.

ILUMINACIÓN EN AREAS DE HUMEDAD ALTA, ATMÓSFERA CORROSIVA Y AREAS PELIGROSAS.

Los luminarios sellados con empaque son utilizados en áreas donde la atmósfera contiene polvos y vapores no flamables, o polvo excesivo. Las partes exteriores protegen el interior del luminario de las condiciones prevaletientes en el área.

Las áreas de cromado, procesamiento de vapor, áreas de lavado y otras áreas de alta humedad son áreas típicas que requieren luminarios protegidos.

En condiciones corrosivas severas se necesita del conocimiento del contenido atmosférico que permita la selección del material adecuado para el luminario.

Las áreas peligrosas son aquellas donde la atmósfera contiene polvos flamables, vapores o gases en concentraciones explosivas. Existen luminarios disponibles que están diseñados específicamente para operar en estas áreas, como ubicaciones Clase I, Clase II y Clase III.

MANTENIMIENTO.

La limpieza regular y el reemplazo rápido de la lámpara es esencial en cualquier sistema de iluminación industrial bien operado. Esto es importante para el diseñador de iluminación analizar la construcción del luminario, el acabado del reflector y hacer provisiones para el acceso de mantenimiento, de manera que el sistema pueda ser mantenido adecuadamente. Otro punto que debe ser considerado, es que debe ser necesario en ocasiones hacer el servicio de mantenimiento durante el horario de operación de la planta.

CAPÍTULO IV.

CLASIFICACIÓN DE AREAS.

Son aquellas zonas 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.

Las áreas están clasificadas con base en sus características de peligrosidad.

AREAS CLASIFICADAS

SUBGRUPOS

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

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

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

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

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.

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.).

CLASE II, DIVISION 1: Es aquella en la cual hay o puede haber polvo combustible suspendido en el aire en forma continua, intermitente o periódicamente bajo condiciones normales de operación, en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables.

CLASE II, DIVISION 2: Son aquellas áreas en las cuales los polvos combustibles se escapan al ambiente formando acumulación o volúmenes en suspensión solo por operación anormal del sistema (rotura de transportadores, tolvas o fallas del sistema de absorción del polvo).

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 fácilmente inflamables, con excepción en lugar donde se fabrican.

EJEMPLO DE SUBGRUPOS.

SUBGRUPO A: Atmósferas que contienen acetileno.

SUBGRUPO B: Atmósferas que contienen hidrógeno, gases o vapores de peligro equivalente, tal como: butadieno, óxido de propileno.

SUBGRUPO C: Atmósferas que contienen acetaldehído, ciclopropano, dietileter, etileno, dimetilhidrazina asimétrica.

SUBGRUPO D: Atmósferas que contienen acetona, amoniaco, benceno butano, etano, exanos, metano, petróleo nafta, octano, petanos, propileno, estireno, tolueno, xileno, etc.

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

SUBGRUPO F: Atmósferas que contienen polvo de carbón mineral, de carbón vegetal, o de coque.

SUBGRUPO G: Atmósferas que contienen harina, almidón o polvo de granos.

Dentro del área total de trabajo en la planta de OSRAM de México, podemos mencionar que las zonas que se consideran como de cierto riesgo son los laboratorios donde se fabrican los pigmentos para las lámparas fluorescentes a base de xylol y alcohol (líquidos altamente volátiles y flamables) y en donde se manejan polvos de óxido de aluminio y resinas.

En base a los elementos que se manejan en dichos laboratorios y a la constancia en su manejo, podemos clasificar la zona como CLASE 1, DIVISION 1, es decir, es aquella zona en la cual las concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables existen continua, intermitente o periódicamente en el ambiente bajo condiciones normales de operación.

Cabe mencionar que en dicha área se cuenta con luminarios para lámparas fluorescentes a prueba de polvos y gases, debido a que están sometidos constantemente a un régimen de contaminación por polvos (polvos de fósforo y óxido de aluminio principalmente) como consecuencia del constante transporte y preparación de pigmentos para la producción de las lámparas fluorescentes en la planta.

CAPÍTULO V.

PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS DISTINTOS TIPOS DE LÁMPARAS.

LAMPARAS INCANDESCENTES.

La lámpara incandescente para alumbrado general es un elemento radiador compuesto por un filamento metálico de tungsteno en forma de espiral que se encuentra en el interior de un bulbo de vidrio, previamente evacuado, es decir, al vacío o en atmósfera de gas inerte; este filamento es calentado al rojo blanco por la corriente eléctrica que pasa a través de él, de manera que además del calor, también emite luz.

Sin embargo, es muy poca la energía luminosa que se obtiene en comparación con la energía calorífica que irradia, lo cual significa que una gran parte de la energía eléctrica transformada se pierde en calor y por esto en rendimiento en la transformación luminosa en las lámparas incandescentes normales es muy pequeño.

Solo un 10 % de la energía consumida según tipo y potencia de la lámpara, se aprovecha para la producción de luz.

Debido a esto y como compensación a ese bajo rendimiento, la lámpara incandescente tiene la ventaja de que su construcción es sencilla y su funcionamiento simple, sin necesidad de accesorios de conexión (balastro).

LAMPARAS FLUORESCENTES.

Las lámparas fluorescentes son lámparas de descarga eléctrica en atmósfera de vapor de mercurio a baja presión, donde la luz se genera por el fenómeno de la fluorescencia.

La descarga eléctrica se realiza en un tubo de longitud grande en relación con su diámetro, y en cuya pared interior lleva una fina capa de sustancias minerales fluorescentes, en los extremos del tubo se sitúan los filamentos, el tubo está relleno de un gas noble, generalmente argón, a una determinada presión, y de una pequeña cantidad de mercurio.

Para que estas lámparas puedan funcionar necesitan de un equipo auxiliar, que es un balastro.

El balastro, que además de limitar o controlar la intensidad de corriente, tiene también la función de regular la corriente necesaria para el precalentamiento de los electrodos y de *proveer la tensión que ayude al encendido de la lámpara.*

Las lámparas fluorescentes, por sus excelentes características para proporcionar la cantidad, la calidad y el color de luz requeridos en la moderna iluminación, además de la ventaja económica que supone su elevado rendimiento luminoso y larga vida útil, han conseguido que se generalice su uso en el alumbrado de industrias, oficinas, comercios, *locales públicos y de espectáculos, escuelas e incluso en el de viviendas.*

LAMPARAS NAV-ALTA PRESION.

Estas lámparas han sido desarrolladas para mejorar el tono de luz y a su vez la reproducción cromática de las lámparas de vapor de sodio de baja presión, además que conservan un alto rendimiento luminoso y siendo que su presión es mas alta, dejan destacar en el espectro luminoso otros colores, obteniéndose ahora un espectro más continuo de cuya composición resulta un color blanco-dorado.

El bulbo exterior de esta lámpara es de vidrio duro y en su interior se encuentra alojado el tubo de descarga en donde se encuentran los componentes: sodio, mercurio y un gas noble (xenón o argón) de los cuales el sodio es el principal productor de luz.

La principal característica que diferencia a las lámparas de vapor de sodio de baja presión con las lámparas de sodio alta presión es que aquellas proporcionan una luz netamente amarilla, lo cual distorsiona los colores, es decir, que los colores no se distinguen tal como son.

Como se había mencionado antes, el bulbo de estas lámparas, es de un vidrio duro, y el tubo de descarga donde se lleva a cabo la producción de luz es de un material compuesto de óxido de aluminio, que además de resistir temperaturas muy altas (aproximadamente 1000 °C), también resiste las reacciones químicas del sodio y posee a la vez una transmisión de luz de más del 90%.

El mercurio evaporado reduce la conducción del calor del arco de descarga a la pared del tubo de descarga y con esto se consiguen mayores potencias en tubos de descarga de menor tamaño.

El gas xenón es agregado para obtener un encendido seguro de la lámpara con bajas temperaturas ambiente, tanto en interiores como en exteriores.

LAMPARAS HQL.

La producción de luz de estas lámparas se basa en el principio de luminiscencia que se obtiene por la descarga eléctrica a través del mercurio gasificado, dentro de un tubo de descarga.

Estas lámparas emiten una luz blanco-azulado porque carece de radiaciones rojas y esto es debido primordialmente al mercurio que se encuentra presente dentro del tubo de descarga junto con el gas argón.

El tubo de descarga está construido de cuarzo debido a que por él circula una intensidad de corriente grande y está sometido a una fuerte presión interna, fundidos en los extremos del tubo de arco contiene dos electrodos principales de tungsteno, que están impregnados de un material emisor de electrones y uno auxiliar de encendido, conectado a través de una resistencia óhmica de gran valor.

También contiene unos miligramos de mercurio puro, exactamente graduados y el gas argón que facilitará la descarga.

El bulbo exterior está construido por un vidrio resistente a los cambios bruscos de temperatura; este bulbo tiene una forma elipsoidal.

Este bulbo en su parte interior está cubierto de una sustancia fluorescente denominada vanadato de itrio, que activada por las radiaciones ultravioleta del arco de mercurio, emite radiaciones rojas, corrigiendo así el color de su luz.

El espacio comprendido entre el tubo de descarga y el bulbo exterior está ocupado por un gas neutro (nitrógeno+argón) a una presión inferior a la atmosférica, evitando así la formación de arco entre las partes metálicas en el interior del bulbo.

LAMPARAS DE HALOGENUROS METALICOS.

La constitución de las lámparas de halogenuros metálicos es semejante a las de vapor de mercurio a alta presión. El tubo de descarga que se encuentra en el interior del bulbo, está construido de cristal de cuarzo en forma tubular, en cuyos extremos se encuentran colocados un electrodo de Wolframio en donde va depositado un material emisor de electrones, este material generalmente es óxido de Torio.

La corriente eléctrica se hace llegar a los electrodos por medio de unas laminillas de molibdeno que van selladas herméticamente con el cristal de cuarzo, este tubo de descarga contiene en su interior: Mercurio (Hg), Yoduro Tálico y varios de los yoduros de las tierras raras como las antes mencionadas, y argón a una presión determinada que sirve como gas de arranque. Los extremos del tubo de descarga están cubiertos por una capa exterior de óxido de circonio, que le sirven como estancador térmico, debido a que en ellas se encuentran los puntos mas frios.

Cuando la lámpara se encuentra en funcionamiento, la temperatura en el tubo de descarga se encuentra alrededor de los 900 °C.

Las lámparas de halogenuros metálicos tienen un gran campo de aplicación, tanto en interiores como en exteriores ya que poseen un elevado rendimiento luminoso, alta temperatura de color y una excelente reproducción cromática.

CAPITULO VI.

MEMORIA DE CALCULO DEL ALUMBRADO DEL AREA DE PRODUCCIÓN.

NIVEL DE ILUMINACIÓN RECOMENDADO PARA LA ACTIVIDAD DE ENSAMBLE TOSCO

DIFICIL DE VER.

POR LA

I. E. S.

S. M. I. I.

500 LUXES

300 LUXES

Luminario a utilizar: fluorescente de 2 X 60 watts para iluminación industrial Serie H.I.L.-274 catálogo Holophane. Lámpara fluorescente (slim-line) ahorradora de energía de 60 Watts blanco cálido.

S. C. (Criterio de espaciamento) = 1.4

Lúmenes iniciales de la lámpara = 6100 lúmenes.

$I^{\circ} = E \times D^2 = 400 \times (2.4)^2 = 2304 \text{ cd.}$

Determinar C. U. (Coeficiente de utilización)

Reflexión en función de los acabados siguientes:

Piso = 20%	De tablas:	0 -----0.61
Techo = 10%		0.31 ----- X
Pared = 30%		1 -----0.53

Superficie a iluminar: 75 X 81 mts. = 6075 mts² Interpolando: X = 0.59

$$R. C. R. \text{ (Para áreas irregulares)} = \frac{5 \times Hcc(\text{largo} + \text{ancho})}{\text{Area}} = \frac{5 \times 2.4(75 + 81)}{75 \times 81} = 0.31$$

Determinar el Factor de Mantenimiento (F.M.)

FM = LLD X LDD---- (Depreciación de lúmenes de la lámpara) X (Depreciación por suciedad en el luminario)

De tablas (Catálogo condensado Holophane 1997)

* (Ver tablas de referencia anexas)

$$LLD = 0.82$$

Luminario típico categoría II, suciedad media a 18 meses.

$$LDD = 0.83$$

$$F. M. = 0.82 \times 0.83 = 0.68$$

$$N^{\circ} \text{ de luminarios} = \frac{E \times \text{Area}}{(\text{lm/Lum})(\text{C.U.})(\text{F.M.})} = \frac{400 \times (75 \times 81)}{12600 (0.68)(0.59)} = \frac{2430000}{5055.12} = 480.7 \text{ Luminarios}$$

$$\text{Espaciamiento teórico } St = \sqrt{\text{Area}/N^{\circ} \text{ de luminarios}} = \sqrt{(6075/480)} = 3.55 \text{ mts}$$

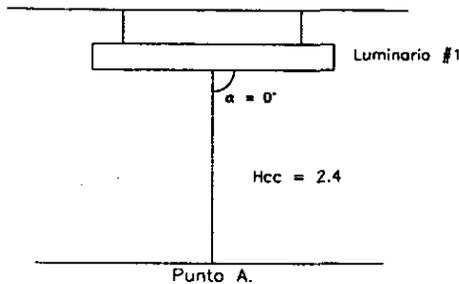
$$N^{\circ} \text{ de renglones} = 81 \text{ mts}/3.55 \text{ mts} = 22.81 \approx 23 \text{ renglones}$$

$$N^{\circ} \text{ de columnas} = 480/23 = 20.86 \approx 21 \text{ columnas}$$

$$E = \frac{(\text{lm/Lum})(N^{\circ} \text{ Lum})(\text{C.U.})(\text{F.M.})}{\text{Area}} = \frac{12600 \times 483 \times 0.59 \times 0.68}{75 \times 81} = 401.9 \text{ lx}$$

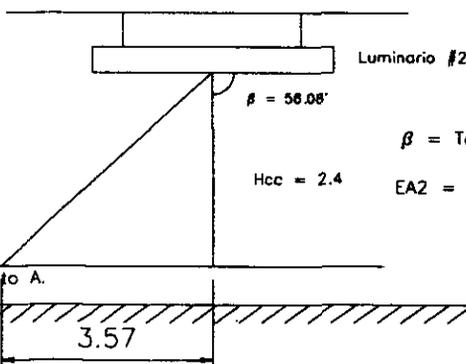
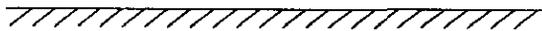
METODO PUNTO POR PUNTO PARA CALCULAR EL NIVEL DE ILUMINACION DEL AREA DE PRODUCCION
(CONTRIBUCION DE LUMINARIOS EN UN PUNTO DETERMINADO).

Catálogo HIL-274 HOLOPHANE



Punto EA1.

$$EA1 = \frac{I \alpha \cos^3 \alpha}{H_{cc}^2} = \frac{I \alpha'}{2.4^2} = \frac{2998}{5.76} = 518.75 \text{ Luxes.}$$



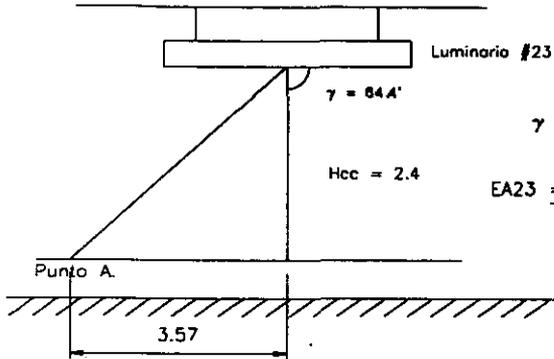
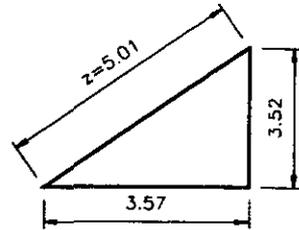
Punto EA2.

$$\beta = \tan^{-1}(3.57/2.4) = 56.08^\circ$$

$$EA2 = \frac{I(56.08^\circ) \cos^3 56.08^\circ}{2.4^2} = \frac{810.15 \times 0.17}{5.76} = 24.44 \text{ Luxes.}$$

* Ver ubicación de puntos en plano #2.

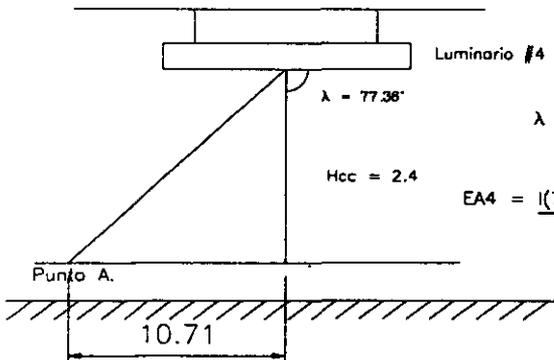
Punto EA23.



$$\gamma = \text{Tan}^{-1}(5.01/2.4) = 64.4'$$

$$H_{cc} = 2.4$$

$$EA23 = \frac{I(64.4') \text{Cos}^3 64.4'}{2.4^2} = \frac{472.6 \times 0.08}{5.76} = 6.56 \text{ Luxes.}$$



Punto EA4.

$$\lambda = 77.36'$$

$$H_{cc} = 2.4$$

$$EA4 = \frac{I(77.36') \text{Cos}^3 77.36'}{2.4^2} = \frac{276.28 \times 0.01}{5.76} = 0.503 \text{ Luxes.}$$

* Ver ubicación de puntos en plano #2.

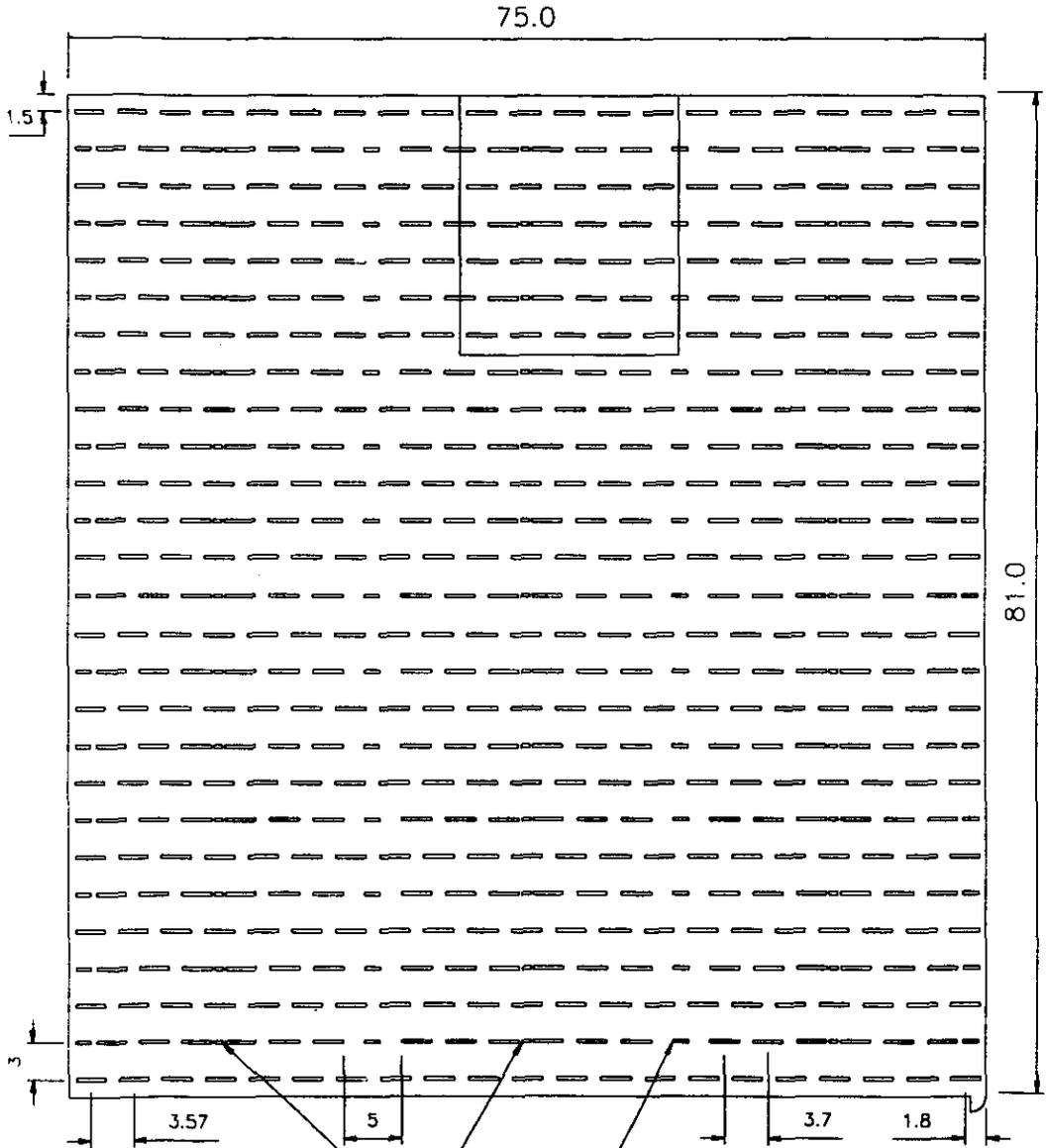
(*) Estos valores se obtienen de tablas, interpolando.

E.total A mantenido = (518.75 + 24.44 + 6.56 + 0.5026 + contribución de los demás luminarios al punto A) (F.M)

OSRAM DE MEXICO.
AREA DE PRODUCCION.

PLANO #1.

DISTRIBUCION ACTUAL DE LUMINARIOS. (TOTAL 528)



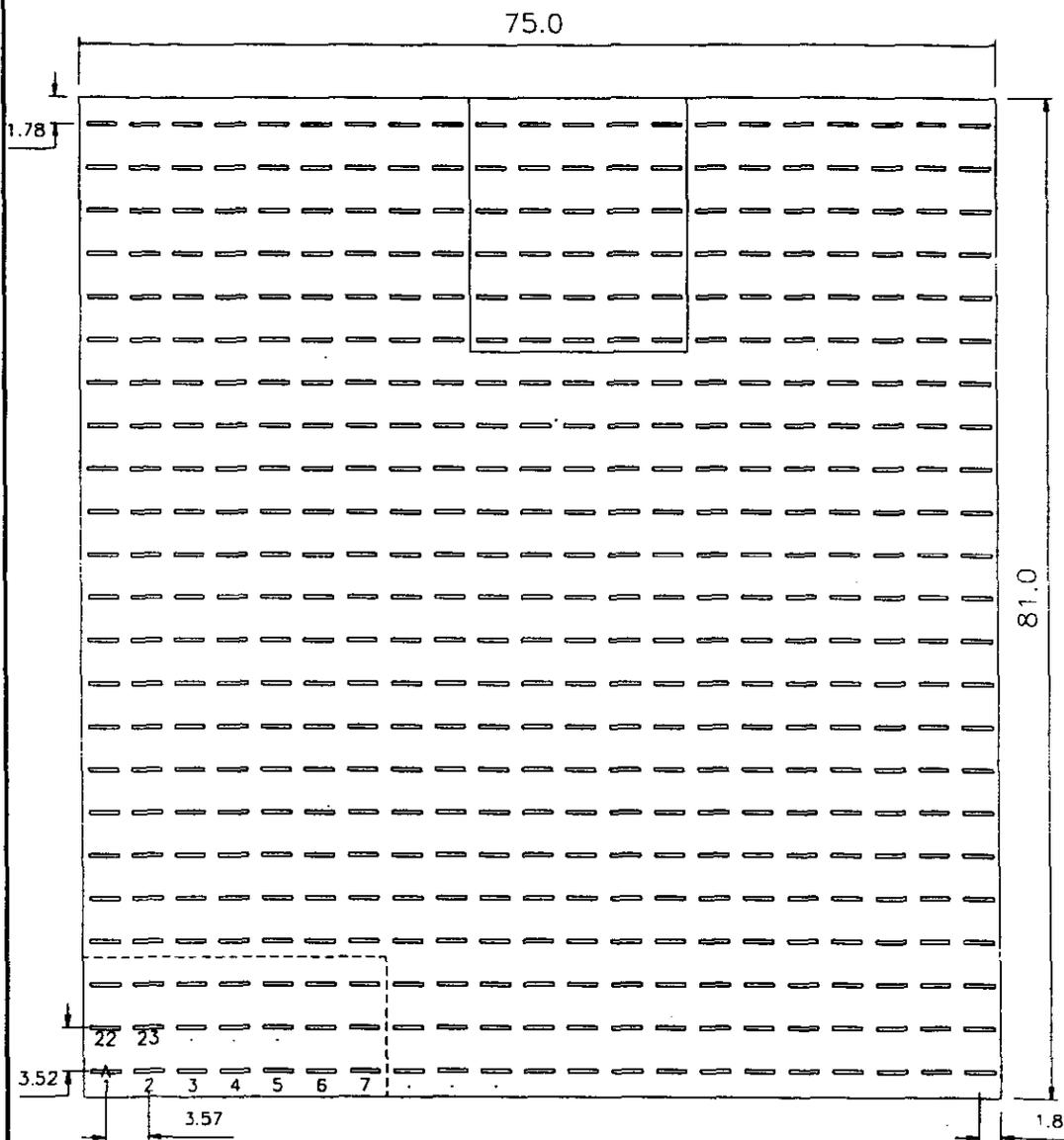
ACOTACIÓN: MTS
ESCALA: S/E

Luz de emergencia. SL 21W. (39 Luminarios)
Luz de emergencia. SL 39W. (52 Luminarios)

OSRAM DE MEXICO.
AREA DE PRODUCCION.

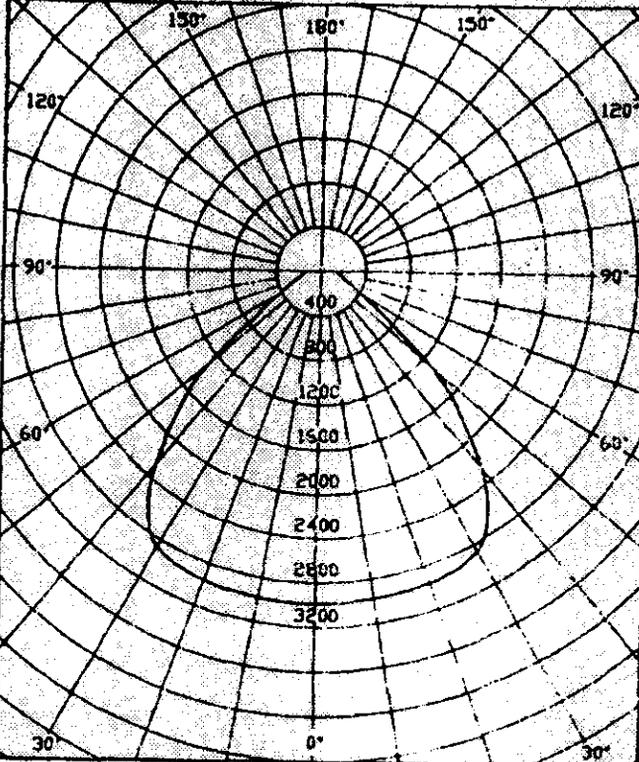
PLANO #2.

DISTRIBUCION DE LUMINARIOS, SEGUN CALCULO TEORICO. (TOTAL 483)



ACOTACIÓN: MTS
ESCALA: S/E

PHOTOMETRIC TEST REPORT
HOLOPHANE COMPANY, INC.
RESEARCH & DEVELOPMENT CENTER
NEWARK, OHIO



Distribution Data		
Angle Degrees	Candle- power	Lumens
0	2988	
5	2988	284
10	2986	
15	2927	832
20	2911	
25	2883	1330
30	2825	
35	2755	1674
40	2415	
45	2016	1522
50	1470	
55	867	881
60	609	
65	454	470
70	357	
75	298	320
80	252	
85	204	221
90	153	

TEST OF HOLOPHANE.: MIL-274
 POSITION OF LAMP.: SET POSITION
 LAMP.: 2 - 74 LUMENS.: 12600
 WATTS.: 148 + AUX
 TEST DISTANCE.: 25 Ft. S.C.: 1.4

Output Data		
Zone Degrees	Lumens	% Total Lamp Lumens
0-45	5462	44.78
0-60	6523	51.77
0-90	7535	59.80

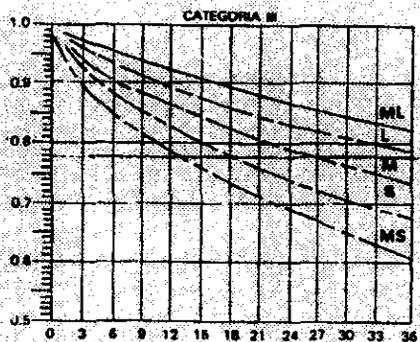
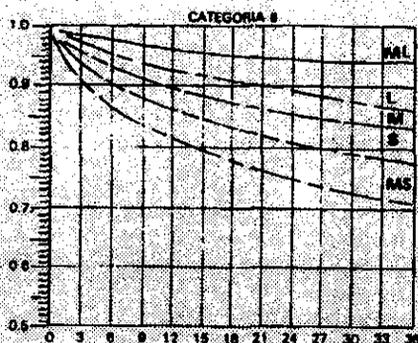
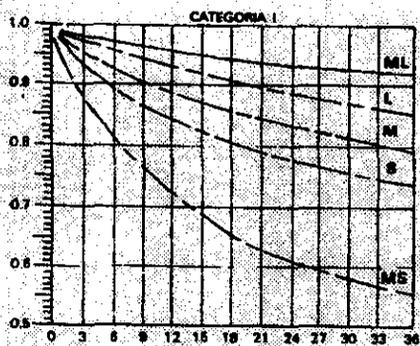
Date

Tested By

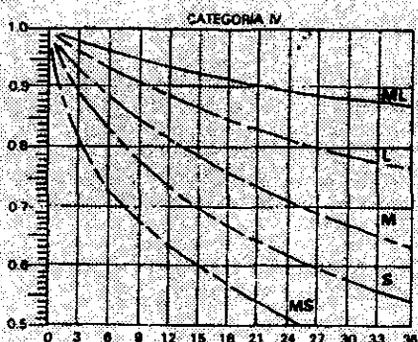
Certified By
J. D. [Signature]

Test No.
 12002E

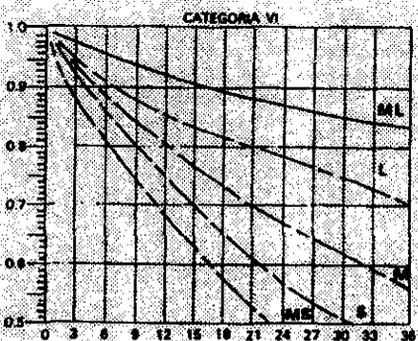
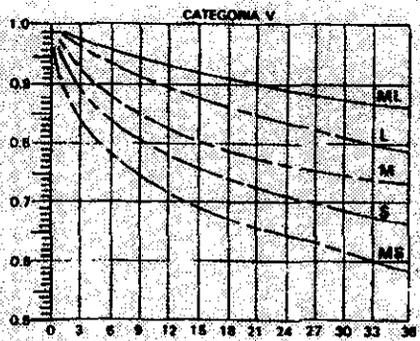
CURVAS DE DEGRADACION POR SUCIEDAD EN EL LUMINARIO



MESES



MESES



MESES

ML = MUY LIMPIO
 L = LIMPIO
 M = MEDIO
 S = SUCIO
 MS = MUY SUCIO

LUMINARIO TÍPICO	CURVA DE DIST. Y % DE LUMENES		LUMINARIO TÍPICO	CURVA DE DIST. Y % DE LUMENES		LUMINARIO TÍPICO	CURVA DE DIST. Y % DE LUMENES	
	CAT.	ESPACIO MÁXIMO		CAT.	ESPACIO MÁXIMO		CAT.	ESPACIO MÁXIMO
 ESFERA DIFUSA CON MONTAJE COLGANTE	V	1.3	 GABINETE CUADRADO CON CONTROLLENTE PARA CURVA DE DISTRIBUCION MEDIA	V	1.0	 UNIDAD TOTALMENTE CERRADA	V	1.0
 REFLECTOR ESMALTADO TIPO RLM	IV	1.2	 BOTE INTEGRAL DE 140 mm. DE Ø PARA LAMPARAS PAR-100 Y LAMPARA FLUORESCENTE AHORRADORA DE ENERGIA.	IV	0.6	 UNIDAD TIPO INDUSTRIAL CON REFLECTOR PRISMATICO VENTILADO (EFECTO CHIMNEA).	IV	1.8
 (CUBIC) UNIDAD CUADRADA CON ENVOLVENTE CUADRADO PRISMATICO	V	1.2	 BOTE INTEGRAL DE 140 mm. DE Ø PARA LAMPARA PAR-75	IV	0.3	 UNIDAD TIPO INDUSTRIAL CON REFLECTOR PRISMATICO CERRADO POR MEDIO DE REFRACTOR PRISMATICO	V	1.0
 LAMPARA R-40 EN BOTE INTEGRAL	IV	0.8	 GABINETE CUADRADO CON CONTROLLENTE PARA CURVA DE DISTRIBUCION ABIERTA	V	1.4	 UNIDAD CERRADA POR MEDIO DE REFLECTOR PRISMATICO	V	1.0
 LAMPARA R-40 CON REFLECTOR ESPECULAR ANODIZADO: CUTOFF A 45°	IV	0.7	 GABINETE CUADRADO CON GABINETE DIFUSO	V	1.2	 UNIDAD DE EMPOTRAR CON REFLECTOR PRISMATICO VENTILADO	IV	1.7
 PIN HOLE DE 22" DE ABERTURA	IV	0.7	 (MERCURIO) UNIDAD CON LAMPARA DE ALTA INTENSIDAD DE DESCARGA CON REFLECTOR INTERNO DE CRISTAL PRISMATICO Y CONTROLLENTE DE ACRILICO PRISMATICO EXTERIOR	V	1.0	 UNIDAD FLUORESCENTE TIPO INDUSTRIAL	IV	1.2

COEFICIENTES DE UTILIZACION
HOLOPHANE No. HIL -238
2-38 W / BLANCO FRIO
TEST1201E

PISO	TECHO	PARED	20%									
			80%			50%			10%			0%
			50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0%
	0		.71	.71	.71	.66	.66	.66	.61	.61	.61	.59
	1		.63	.60	.58	.59	.57	.55	.54	.53	.52	.51
	2		.56	.52	.49	.52	.50	.47	.49	.47	.45	.44
	3		.50	.46	.42	.47	.43	.41	.44	.41	.39	.38
R	4		.44	.40	.36	.42	.38	.35	.40	.37	.34	.33
C	5		.40	.35	.32	.38	.34	.31	.36	.33	.30	.29
R	6		.36	.31	.28	.35	.31	.28	.33	.30	.27	.26
	7		.33	.28	.25	.32	.28	.25	.30	.27	.24	.23
	8		.30	.26	.22	.29	.25	.22	.28	.24	.22	.21
	9		.28	.23	.20	.27	.23	.20	.26	.22	.20	.19
	10		.26	.21	.18	.25	.21	.18	.24	.21	.18	.17

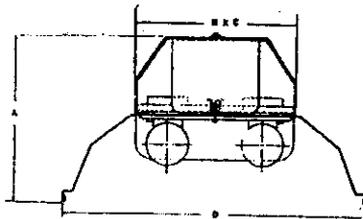
DATOS DE LAMPARAS FLUORESCENTES

WATTS	TIPO	ACABADO	LUMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICIENCIA LUMENES/WATTS	FACTOR DE DEPRECIACION (L.D.)	BASE	BULBORN TROSBORN	LONGITUD TROSBORN	ENCENDIDO
22	CIRCULAR	LUZ DE DIA	895	12,000	41	0.72	4 ALFILERES	T-9	20.98 #	RAPIDO
22	CIRCULAR	B. FRIO DE LUJO	875	12,000	40	0.72	4 ALFILERES	T-9	20.98 #	RAPIDO
22	CIRCULAR	B. CALIDO DE LUJO	785	12,000	36	0.72	4 ALFILERES	T-9	20.98 #	RAPIDO
32	CIRCULAR	BLANCO FRIO	1,850	12,000	58	0.82	4 ALFILERES	T-9	30.48 #	RAPIDO
32	CIRCULAR	LUZ DE DIA	1,590	12,000	50	0.82	4 ALFILERES	T-9	30.48 #	RAPIDO
40	CIRCULAR	BLANCO FRIO	2,650	12,000	66	0.77	4 ALFILERES	T-9	40.84 #	RAPIDO
17	TUBULAR	BLANCO CALIDO	1,400	20,000	82	0.80	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	60.20	RAPIDO
17	TUBULAR	BLANCO FRIO	1,400	20,000	82	0.80	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	60.20	RAPIDO
20	TUBULAR	BLANCO CALIDO	1,300	9,000	65	0.85	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	60.96	CON ARRANCADOR
20	TUBULAR	BLANCO FRIO	1,300	9,000	65	0.85	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	60.96	CON ARRANCADOR
21	TUBULAR	LUZ DE DIA	1,075	9,000	54	0.85	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	60.96	CON ARRANCADOR
20	TUBULAR	LUZ DE DIA	1,030	7,500	49	0.81	SLIMLINE UN ALFLER	T-12	60.96	INSTANTANEO
30	TUBULAR	LUZ DE DIA	1,900	7,500	63	0.81	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	60.00	CON ARRANCADOR
32	TUBULAR	BLANCO CALIDO	3,050	20,000	95	0.82	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	122.00	RAPIDO
32	TUBULAR	BLANCO FRIO	3,050	20,000	95	0.82	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	122.00	RAPIDO
32	TUBULAR	BLANCO CALIDO	3,050	15,000	95	0.83	MEDIANA 2 ALFILERES	T-9	122.00	INSTANTANEO
32	TUBULAR	BLANCO FRIO	3,050	15,000	95	0.83	MEDIANA 2 ALFILERES	T-9	122.00	INSTANTANEO
32	TUBULAR	B. FRIO DE LUJO	2,700	12,000	84	0.84	SLIMLINE UN ALFLER	T-12	118.80	INSTANTANEO
32	TUBULAR	BLANCO CALIDO	2,700	12,000	84	0.84	SLIMLINE UN ALFLER	T-12	118.80	INSTANTANEO
34	TUBULAR	BLANCO LIGERO	2,700	20,000	79	0.80	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	121.90	RAPIDO
34	TUBULAR	BLANCO FRIO	2,700	20,000	79	0.80	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	121.92	RAPIDO
39	TUBULAR	B. FRIO DE LUJO	3,200	12,000	82	0.82	SLIMLINE UN ALFLER	T-12	117.00	INSTANTANEO
39	TUBULAR	B. CALIDO DE LUJO	3,200	12,000	82	0.82	SLIMLINE UN ALFLER	T-12	117.00	INSTANTANEO
39	TUBULAR	BLANCO FRIO	3,100	12,000	77	0.82	SLIMLINE UN ALFLER	T-12	121.92	INSTANTANEO
39	TUBULAR	LUZ DE DIA	2,600	12,000	64	0.82	SLIMLINE UN ALFLER	T-12	121.92	INSTANTANEO
40	TUBULAR	BLANCO FRIO	3,150	12,000	79	0.83	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	121.92	RAPIDO
40	TUBULAR	LUZ DE DIA	2,600	12,000	65	0.83	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	121.92	RAPIDO
31	TPO "U" 1 1/2"	BLANCO FRIO	2,900	20,000	90	0.90	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	57.15	RAPIDO
32	TPO "U" 1 1/2"	BLANCO FRIO	3,000	20,000	94	0.80	MEDIANA 2 ALFILERES	T-9	57.15	RAPIDO
40	TPO "U" 1 1/2"	BLANCO FRIO	2,900	12,000	73	0.84	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	57.15	RAPIDO
59	TUBULAR	BLANCO FRIO	6,000	15,000	102	0.81	SLIMLINE UN ALFLER	T-8	243.84	INSTANTANEO
60	TUBULAR	B. FRIO DE LUJO	6,100	12,000	102	0.82	SLIMLINE UN ALFLER	T-12	243.84	INSTANTANEO
60	TUBULAR	BLANCO CALIDO	6,100	12,000	102	0.82	SLIMLINE UN ALFLER	T-12	243.84	INSTANTANEO
75	TUBULAR	BLANCO FRIO	6,300	12,000	84	0.89	SLIMLINE UN ALFLER	T-12	243.84	INSTANTANEO
76	TUBULAR	LUZ DE DIA	5,450	12,000	73	0.89	SLIMLINE UN ALFLER	T-12	243.84	INSTANTANEO

HOLOPHANE

Modelo	Altura	Ancho	Profundidad	Peso
HIL - 234 BT	15.1	16.0	124.6	28.0
HIL - 238	15.1	15.0	122.2	28.0
HIL - 240 BT	15.1	15.0	124.6	28.0
HIL - 260	15.1	15.0	244.4	28.0
HIL - 274	15.1	15.0	244.4	28.0
HIL - 2110	15.1	15.0	244.4	28.0

Cuenta con un balastro autorregulado para operar una o dos lámparas y en el caso de 34 y 40 watts el balastro es de bajas pérdidas. Esta unidad ofrece un eficiente control lumínico en interiores, se aplica en áreas industriales como talleres o fábricas.



DIAGRAMA

Descripción		Espesor mm	Peso Aprox. Kg.
H.I.L.			
HIL - 234 BT	Para 2 lámparas de 34 w arranque rápido Balastro 2 x 34 w bajas pérdidas Base Telescopica	1.4	8.400
HIL - 238	Para 2 lámparas de 36 w Balastro 2 x 36 w	1.4	8.400
HIL - 240 BT	Para 2 lámparas de 40 w Balastro 2 x 40 w Base Telescopica	1.4	7.350
HIL - 260	Para 2 lámparas de 60 w Slim Line Balastro 2 x 60 w bajas pérdidas	1.4	16.050
HIL - 274	Para 2 lámparas de 74 w Balastro 2 x 74 w	1.4	16.050
HIL - 2110 H. O.	Para 2 lámparas de 110 w H. O. Balastro 2 x 110 w	1.4	16.200

GLOSARIO.

ABSORCION.

Es la particularidad que tienen los materiales de transformar parcial o totalmente la energía luminosa que incide sobre ellos en otra forma de energía.

BALASTRO.

Es un dispositivo electromagnético o electrónico usado para operar lámparas eléctricas de descarga. Sirve para proporcionar a éstas las condiciones de operación necesarias como son: tensión, corriente y forma de onda.

BRILLANTEZ O LUMINANCIA.

Es la relación entre la intensidad luminosa (I) en cierta dirección y la superficie, vista por un observador situado en la misma dirección. ($L=cd/m^2$, $L=cd/pie^2$).

CANDELA.

Es la unidad de intensidad luminosa igual a un lumen por steradian (lm/sr). Se define como la intensidad luminosa, en una dirección dada, de una fuente luminosa que emite radiación monocromática.

CAVIDAD DE PISO.

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

CAVIDAD DE CUARTO.

Es la cavidad formada por el plano de los luminarios y el plano de trabajo.

CAVIDAD DE TECHO.

Es la cavidad formada por el techo y el plano del luminario.

COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN.

Es la relación entre el flujo luminoso (lúmenes) emitidos por un luminario que incide sobre el plano de trabajo y el flujo luminoso emitido por las lámparas solas del luminario.

CURVA DE DISTRIBUCIÓN.

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

CURVA ISOCANDELAS.

Es la mejor representación de las variaciones luminosas de un haz irregular. Las curvas representadas unen puntos de igual potencia luminosa y estos son el resultado de un gran número de lecturas de intensidad luminosa en diferentes puntos.

CURVA ISOFOOTCANDLE.

Es un conjunto de curvas que unen puntos de igual nivel de iluminación (en piecandelas) sobre un plano de trabajo.

CURVA ISOLUX.

Es un conjunto de curvas que unen puntos de igual nivel de iluminación (luxes) sobre un plano de trabajo.

EFICACIA LUMINOSA (DE UNA LÁMPARA).

Es la relación de flujo luminoso total emitido en lúmenes por la lámpara entre la potencia eléctrica consumida por la misma. Su unidad está dada en lúmenes/watt.

EFICIENCIA DE UN LUMINARIO.

Es la relación de flujo luminoso emitido por un luminario con aquel que produce la(s) lámpara(s) desnuda(s) usada(s) en su interior.

EMERGENCIA, ILUMINACIÓN DE.

Es la iluminación diseñada para proporcionar iluminación de seguridad y salvaguarda en caso de fallas en el suministro normal de energía.

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

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

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

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

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

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

EXPLOSIÓN, LUMINARIO A PRUEBA DE.

Luminario completamente cerrado y capaz de resistir una explosión de gas específico o vapor dentro de él y prevenir la ignición de gases o vapores alrededor de éste.

FACTOR DE DEPRECIACIÓN DE LOS LÚMENES DE LAS LÁMPARAS (LLD).

Es la relación de los lúmenes emitidos por la lámpara al 70% de su vida entre los lúmenes iniciales de esta misma.

FACTOR DE PÉRDIDA DE LUZ (FACTOR DE MANTENIMIENTO).

Es un factor utilizado en el cálculo de iluminancia bajo condiciones dadas de tiempo y de uso. En él se toma en cuenta las variaciones de temperatura y tensión, acumulación de suciedad en las superficies del cuarto y en el luminario, depreciación de la emisión luminosa de la lámpara, procedimientos de mantenimiento y condiciones atmosféricas.

FLUJO LUMINOSO.

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

FOOTCANDLE.

(lm/pie²). Unidad de nivel luminoso en el sistema inglés.

FUENTE LUMINOSA.

Es toda materia, objeto o dispositivo, de la que parte la energía radiante que emite cae dentro de los límites visibles del espectro electromagnético.

ILUMINACIÓN COMPLEMENTARIA.

Es la iluminación utilizada para proporcionar una cantidad y calidad adicional de luz que no puede ser obtenida por el sistema general de iluminación y que complementa el nivel general de iluminación para requerimientos específicos del trabajo.

ILUMINACIÓN GENERAL.

Es la iluminación diseñada para proporcionar un nivel substancialmente uniforme en toda el área analizada, excluyendo cualquier provisión para requerimientos especiales localizados.

ILUMINACIÓN LOCALIZADA.

Es la proporcionada sobre una pequeña área, espacio confinado o definido, sin proporcionar ninguna iluminación general significativa alrededor del entorno.

INTENSIDAD DE ILUMINACIÓN (E).

Es la densidad de flujo luminoso sobre una superficie y es directamente proporcional a la densidad luminosa e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia. Su unidad es el lux. En los países de habla inglesa se usa el pie-candela como unidad de intensidad de iluminación siendo: 1 pie-candela = 10.76 luxes.

LÁMPARA.

Es un dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía lumínica.

LUMEN.

Es una unidad de flujo luminoso (lm). Un lumen es el flujo luminoso que cae en una superficie de área unitaria, cada parte de la cual está a una unidad de una fuente puntual que tiene una intensidad luminosa de una candela en todas direcciones.

LUMINARIO.

Es un aparato eléctrico que se utiliza para controlar y dirigir el flujo luminoso generado por una o más lámparas.

LUX.

Es una unidad de nivel luminoso en el sistema internacional. (lm/m²).

NANÓMETRO.

Es la unidad de longitud de onda igual a $10^{-9}M$

NIT.

Unidad de brillantez (luminancia) igual a una candela sobre metro cuadrado, (sistema internacional, cd/m^2).

NIVEL LUMINOSO O LUMINANCIA.

Se define como la densidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie. Se mide en luxes o footcandles.

REFLEXIÓN ESPECULAR.

Es el fenómeno por el cual la luz al incidir sobre una superficie cambia la dirección de manera tal que el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión.

REFRACCIÓN.

Es el cambio de dirección que sufren los rayos luminosos al pasar de un medio a otro con diferente densidad.

CONCLUSIONES.

En base al estudio de iluminación realizado en este trabajo de tesis para el área de producción de la empresa OSRAM de México, se puede concluir que la cantidad de luminarios que existe en dicha zona está un poco excedida, cabe mencionar que la cantidad de luminarios y el arreglo propuestos, según el estudio, satisfacen perfectamente el nivel de iluminación que recomienda la norma mexicana de iluminación que es de 300 lx. Cabe destacar que la diferencia de luminarios propuesta en el estudio de iluminación realizado, con la cantidad de luminarios existente en el área de producción es de 45 luminarios.

Para atrevernos a juzgar y emitir un juicio acerca de la cantidad de luminarios y el arreglo existente dentro del área de producción contra un arreglo obtenido, se tuvo que hacer un estudio basado en el método de lumen de acuerdo a las necesidades y características requeridas, es decir, nivel de iluminación deseado en base a norma (nivel de iluminación de acuerdo a la operación que se realiza en dicha área), reflectancias deseadas, área efectiva a iluminar, altura de plano de trabajo, tipo de lámpara a utilizar, tipo de luminario, etc.

Es muy importante mencionar, que para realizar y proponer un estudio de iluminación en una área de producción en una planta industrial, se debe contar con un criterio lo bastante firme y completo para obtener los niveles adecuados y eficaces mínimos mantenidos, eficientando recursos y minimizando costos.

A continuación se mencionarán algunas cantidades estimadas de ahorro que se lograrían con la omisión de los 45 luminarios excedentes.

	INICIAL.	ANUAL.
Costo de instalación por balastro	\$ 9450	\$ 3150
Costo de instalación por luminario	\$ 4247.1	X
Costo de instalación por lámparas	\$ 2070	\$ 1511.1
Costo por consumo de energía eléctrica	<u>X</u>	<u>\$ 22456.1</u>
Total	\$ 15767.1	\$ 27117.2

Podemos concluir finalmente, que dicho estudio realizado, nos sirvió para darnos cuenta de la cantidad de luminarios que puede ahorrar la empresa, obteniendo con un mínimo de luminarios los niveles de iluminación recomendados por las normas de iluminación.

BIBLIOGRAFIA

- **Manual OSRAM**
OSRAM Madrid 1975
- **Westinghouse**
Lighting Handbook
Mayo 1978
- **HOLOPHANE**
Catálogo condensado 1997
- **Principios de iluminación y niveles de iluminación en México**
Holophane S. A. de C. V.
- **Catálogo Iluminación Fluorescente**
Holophane S. A. de C. V.