



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES**

**"ARAGÓN"**

**DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS ASISTIDO  
POR COMPUTADORA**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**

PRESENTA:

**Pedro Grajeda Estrada**

ASESOR:

**ING. JUAN ANTONIO VILLANUEVA ORTEGA**

**SAN JUAN DE ARAGÓN, EDO DE MÉXICO 2005**

m. 342610



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Pedro Guzmán Estrella

FECHA: 04/03/2005

SIGNA: [Firma]

# DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS ASISTIDO POR COMPUTADORA

Introducción.	1
<b>Capítulo I. Características de Las Instalaciones Eléctricas.</b>	<b>2</b>
Introducción.	
1.1 Elementos de una instalación eléctrica.	3
1.1.1 Definición.	
1.1.2 Objetivo.	
1.2 Conductores eléctricos.	5
1.2.1 Canalizaciones eléctricas.	
1.2.2 Características y usos.	6
1.2.3 Cajas de conexión.	8
1.2.3.1 Formas, dimensiones y usos.	
<b>Capítulo II Concepto de alumbrado.</b>	<b>10</b>
Introducción.	
2.1 Conceptos de iluminación.	11
2.1.1 Aspectos físicos de la luz.	
2.1.2 Fenómenos de la luz.	12
2.1.3 Factores que influyen en visión.	15
2.2 Fuentes luminosas.	16
2.2.1 Lámpara incandescente.	17
2.2.2 Lámparas halógenas.	20
2.2.3 Lámparas fluorescentes.	22
2.2.4 Lámparas compacto fluorescentes, Ahorradoras de energía (CFL'S).	30
2.2.5 Lámparas de alta intensidad de carga (HID).	33
2.2.6 Lámpara de luz mixta.	36
2.2.7 Lámparas de vapor de mercurio.	37
2.2.8 Lámparas de aditivo metálico.	38
2.3 Luminarias.	40
2.4 Curvas fotométricas.	42
2.5 Tipos de iluminación.	
2.6 Consideraciones para seleccionar una lámpara.	43
2.6.1 Temperatura de color.	
2.6.2 Índice de rendimiento de color.	44
2.7 Niveles de iluminación.	
2.8 Iluminación interior.	45

<b>Capítulo III. Métodos para el cálculo de iluminación.</b>	<b>47</b>
Introducción	
3.1 Método de cálculo de los lúmenes.	48
3.1.1. Pasos para el cálculo de iluminación	
3.1.1.1 Determinación del nivel requerido	
3.1.1.2 Determinación del coeficiente de utilización	49
3.1.1.3 Determinación del factor de pérdidas totales	51
3.1.1.4 Cálculo del número total de lúmenes	52
3.1.1.5 Determinación del acomodo de las luminarias	
3.2 Método de punto por punto	53
3.2.1 Componente directa en un punto	54
3.3 Ejemplos	63
<b>Capítulo IV. Selección de conductores</b>	<b>68</b>
4.1 Cálculo de Alimentadores	69
4.2 Cálculo de conductores por capacidad de corriente.	70
4.3 Cálculo de conductores por caída de tensión	71
4.4 Ejemplos	72
<b>Capítulo V. Diseño del programa para el cálculo de iluminación interior y cálculo de conductores.</b>	<b>76</b>
5.1 Visual Basic	77
5.2 Diseño de las pantallas de presentación	
5.3 Forma de selección	81
5.4 Cálculo de iluminación	83
5.4.1 menú desplegable	
5.4.2 Botones de opción (mantenimiento)	86
5.4.3 Cálculo de luminarias	90
5.5 Cálculo de conductores por corriente	89
5.5.1. Potencia menor a 4000 w	
5.5.2 Potencia mayor a 4000 pero menor a 8000 w	
5.5.3 Potencia mayor a 8000	

<b>Apéndice</b>	
<b>A Tablas</b>	<b>117</b>
<b>B Manual de utilización</b>	<b>132</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>142</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>144</b>

## **Introducción**

En una instalación eléctrica tenemos diversos accesorios tales como contactos, apagadores, canaletas, cables, etc., pero no solo, estos elementos son indispensables para obtener las características para una buena instalación como son la seguridad y la funcionalidad.

Por lo que en el presente proyecto de tesis nos hemos dado a la tarea de realizar un software que de manera práctica y sencilla realice los cálculos del número de luminarias y el calibre de conductores necesarios para una instalación dependiendo de la actividad que se desarrolle, así como de la capacidad instalada.

Por lo que es necesario determinar las reflectancias de piso, pared y techo dependiendo de los colores que tendrán, así como el mantenimiento que se le dará a dichas luminarias y las dimensiones del local.

Para el cálculo de conductores se contemplan, el cálculo por corriente y por caída de tensión y se determina el sistema monofásico o trifásico dependiendo de la carga total instalada, además de otro factor importante como el aislamiento que se utilizará y el factor de utilización que casi nunca es del 100%.

El software fue desarrollado en el lenguaje de programación orientado eventos Visual Basic el cual maneja ambiente gráfico con rutinas específicas.

El programa permite calcular el número de luminarias, y el calibre de conductores teniendo una interfase amigable, donde el usuario sólo necesita escribir información en cajas de texto o seleccionarla de menús desplegables

# **CAPÍTULO I**

**Características De Las Instalaciones Eléctricas.**



## **Introducción.**

En la actualidad las instalaciones eléctricas son partes importante de nuestra vida, ya que nos dan confort y proveen de satisfactores que sin ellos la vida sería diferente.

En todos los lugares donde asistimos habrá una instalación eléctrica, ya sea de iluminación, de algún dispositivo o de contactos, etc.

### **1.1 Elementos de una instalación eléctrica.**

#### **1.1.1 Definición.**

Una instalación eléctrica es un conjunto de cables o alambres, tuberías, cajas de conexión, registros, elementos de unión entre tuberías y cajas de conexión, accesorios de control y canalizaciones.

#### **1.1.2 Objetivos.**

Los objetivos de una instalación eléctrica dependen en mucho de las personas que intervienen en el proyecto, tanto el cliente como el ingeniero o la persona encargada de llevarla a cabo, pero en forma general se deben de tomar en cuenta los siguientes factores.

a) **Seguridad.** (Contra accidentes e incendios). La seguridad debe ser considerada como el factor más importante, desde todos los puntos de vista, ya sea para casa habitación como para una industria. Esta instalación debe estar perfectamente planeada y mejor construida para evitar al máximo accidentes e incendios. Muchas muertes son a causa de malas instalaciones.

**b) Eficiencia.** Cuando se respetan las características y la construcción de los elementos. La eficiencia será máxima si toman en cuenta:

- ◆ Los datos de placa.
- ◆ Voltaje.
- ◆ Frecuencia etc.

Además de realizar las conexiones con la mayor calidad y cuidado posible.

**c) Economía.** El ingeniero o la persona encargada del proyecto deber resolver este problema, tomando en cuenta la inversión inicial además de hacer un estudio Técnico-Económico de los pagos por consumo de energía eléctrica, gastos de operación y mantenimiento, así como amortización de materiales y equipo.

Cabe mencionar que la seguridad debe ser considerada antes que la economía.

**d) Mantenimiento.** Este punto no se deberá pasar por alto, ya que es básico e importante para obtener seguridad en una instalación, debe efectuarse periódica y sistemáticamente. En forma fundamental se realizará la limpieza y la reposición de partes, además de cambio de equipo.

Este mantenimiento reduciría costos.

**e) Distribución.** Una buena distribución trae como consecuencia un buen nivel de iluminación constante, tratándose de motores y demás equipo se deberá dejar espacio libre para operarlos y para el personal que su trabajo se desarrolla cerca de estos elementos.

**f) Accesibilidad.** Aunque los controles de iluminación y motores están sujetos a las condiciones del lugar, deben ser colocados en un lugar de fácil acceso en caso de condiciones difíciles. Pero procurando colocarlos en forma tal que al paso de las personas ajenas puedan modificar su operación en forma involuntaria.

## **1.2 Conductores eléctricos.**

### **1.2.1 Canalizaciones y tuberías.**

Estos dos elementos son muy útiles para apoyar o simplemente colocar los conductores eléctricos para protegerlos contra esfuerzos mecánicos y medio ambiente desfavorable como son los húmedos, los corrosivos etc.

#### **Tuberías de uso común.**

**1. Tubo conduit flexible de PVC,** conocido como tubo conduit de plástico no rígido o también como manguera.

**2. Tubo conduit flexible de acero.**

**3. Tubo conduit de acero esmaltado.**

a) Pared delgada.

b) Pared gruesa

**4. Tubo conduit de acero galvanizado.**

a) Pared delgada.

b) Pared Gruesa

**5. Ducto cuadrado.**

## **6. -Tubo conduit de asbesto - cemento**

Clase A-3 y clase A-5

## **7. Tubo de albañal.**

### **1.2.2 Características y usos.**

#### **1. Tubo conduit flexible de PVC.**

Resistente a la corrosión, muy flexible, fácil de cortar y transportar, además de mínima resistencia mecánica, para los cambios de dirección se cuenta con codos y coples del mismo material, generalmente se sujetan a las cajas de conexión. Su uso se ha generalizado, normalmente la tubería debe ir ahogada en pisos, muros, losas, castillos etc.

#### **2. Tubo conduit flexible de acero.**

Fabricado basándose en cintas de acero galvanizado y unidas entre sí a presión en forma helicoidal. Por su consistencia mecánica, tiene mucha flexibilidad gracias a los anillos de acero, se utiliza en la conexión de motores eléctricos y en forma visible para evitar que la vibración llegue a las cajas de conexión y de estas a las canalizaciones, se sujetan sus extremos a las cajas de conexión y a las tapas de conexiones de los motores, por medio de juegos de conectores rectos y curvos según lo requiera.

#### **3. Tubo conduit de acero esmaltado.**

Pared delgada, este tipo de tubo es difícil realizarle cuerda se une con coples a presión, la unión con cajas de conexión se hace con juegos de conectores de

pared gruesa., este tubo trae cuerda de fábrica y se le puede hacer cuando se quiera, la unión de los tubos se realiza con coples de cuerda interior y la unión con la caja de conexión es con juego de contras y monitores. La continuidad mecánica es 100 % efectiva; para cambios de dirección se cuenta con codos de 90° (Grados) en todas las medidas.

#### **4. Tubo conduit de acero galvanizado.**

En sus presentaciones de pared delgada o pared gruesa, reúne las mismas características del tubo conduit de acero esmaltado en cuanto a espesor de paredes, longitud de los tramos, forma de unión y sujeción. El galvanizado es por inmersión que le proporciona las características necesarias para utilizarlos en ambientes húmedos permanentes.

#### **5. Ducto cuadrado.**

Este se encuentra en diferentes formas, para armar por piezas, como tramos rectos, codos, tees, adaptadores, cruces etc. Se utiliza para grandes concentraciones de medidores e interruptores, en instalaciones eléctricas de departamentos, de comercios, de oficinas etc.; también es utilizado en instalaciones industriales donde los conductores tienen un número y calibre considerable.

#### **6. Tubo conduit de asbesto - cemento clase A-3 y clase A-5.**

Se fabrican tramos de 3.95 m, La unión se realiza con coples del mismo material con muescas interiores en donde se colocan los anillos de hule que sirven de empaques de sellamiento para el empalme se utiliza un lubricante especial.

Se ha generalizado el uso de esta tubería en redes subterráneas, como en edificios y la acometida de la compañía suministradora del servicio.

Con respecto a la clasificación se debe a que aguantan (en condiciones normales de trabajo) 3 y 5 atmósferas estándar de presión.

La clase A-7 se utiliza para abastecimiento de agua potable.

## **7. Tuberías de albañal.**

Su utilización en realidad es poca, ya que en general es utilizada para proteger de la humedad a los conductores cuando se está trabajando con la obra negra, así como con cemento, cal etc.

### **1.2.3 Cajas de conexión.**

En esta clasificación incluiremos todas las cajas de conexión fabricadas exclusivamente para instalaciones eléctricas, algunas para instalaciones telefónicas y los registros construidos en el piso.

Para las cajas de conexión para instalaciones eléctricas, se mencionan las siguientes:

1. Cajas de conexión negras o de acero esmaltado.
2. Cajas de conexión galvanizada.
3. Cajas de conexión de PVC, conocidas como cajas de conexión plásticas.

#### **1.2.3.1 Formas, dimensiones y usos.**

##### **1. Caja de conexión tipo chalupa.**

Son rectangulares aproximadamente 6 x10 cm. de base por 38 mm de profundidad, en esta caja se pueden instalar apagadores, contactos, botones de

timbres etc; se recomienda instalar máximo dos dispositivos, para mayor facilidad de algún cambio. Estas cajas solo tienen perforaciones para tuberías de 13 mm de diámetro, además de que no tienen la tapa del mismo material.

## **2. Cajas de conexión redondas (ortogonales).**

Sus medidas aproximadamente son de 7.5 cm. de diámetro por y 38 mm. de profundidad, por lo que su espacio interior es muy limitado. Tienen perforaciones para tuberías de 13 mm. de diámetro, realizadas cada dos lados, una en el fondo y una más en la tapa. Por sus reducidas dimensiones es ocupada en lugares donde los conductores, empalmes y tuberías son pocas, como en arbotantes en baños, patios de servicio.

## **3. Cajas de conexión cuadradas.**

Existen diferentes medidas 13,19,25,32 y 38 cm. etc. Estas medidas dependen de las medidas de los tubos que llegarán a estas cajas.

a) Cajas de conexión cuadradas de 13 mm. Cajas de 7.5 x 7.5 cm. de la base por 38 mm. de profundidad; con perforaciones de tanto en los costados como al fondo.

b) Cajas de conexión cuadradas de 19 mm. Tiene 7.5 x 7.5 cm. de la base por 38 mm. de profundidad; con perforaciones alternadas para tuberías de 13 y 19 mm.

c) Cajas de conexión cuadradas de 25 mm. Con 12 x 12 cm. de la base por 55 mm. de profundidad; con perforaciones alternadas para tuberías de 13, 19 y 25 mm.

También se cuenta con cajas de conexión de 32,38 y 51 mm. para tuberías con diámetros mayores. En los registros de teléfonos por lo regular se utiliza las cajas de 20 x 20 cm. de base por 13 cm. de profundidad.

# **CAPÍTULO II**

**Alumbrado Interior.**



## **Introducción.**

La iluminación es uno de los elementos más importantes para el desarrollo de la mayoría de las actividades a desempeñar. En cada lugar en los que se desarrollan diferentes actividades el grado de iluminación es distinto y se deben de tomar en cuenta los colores de piso, techo, la forma como las lámparas proyectan la luz, el área del lugar etc.

### **2.1 Conceptos de iluminación.**

#### **2.1.1 Aspectos físicos de la luz.**

La luz es una manifestación de energía en forma de radiaciones, capaces de afectar el 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 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 la luz blanca, al atravesar un prisma triangular de vidrio transparente se descompone en una banda continua de colores que contiene los fundamentales del arco iris (rojo, violeta, anaranjado, amarillo, verde y azul) los cuales son radiados dentro de una determinada zona del espectro electromagnético. El espectro electromagnético es el conjunto de todas las manifestaciones de energía.

La luz se puede producir de varias formas, las más importantes se relacionan con las lámparas eléctricas como:

- ♦ Calentando cuerpos sólidos hasta alcanzar su grado de incandescencia (principio 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 (principio de las lámparas de descarga).

En cualquiera de los dos casos es la creación de la luz es una transformación de energía, la luz se transmite a distancia a través del espacio por medio de ondas, las ondas luminosas que se propagan en todas direcciones del espacio (largo, ancho y alto), y sus efectos se pueden percibir a distancia, aunque no necesitan de un medio para propagarse; la luz que propaga el sol en forma de ondas, llega a 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 se forman. Resumiendo, la luz se transmite por medio de ondas, a distancia, en el vacío y en todas direcciones.

La radiación luminosa, al igual que las radiaciones electromagnéticas presentan dos características físicas fundamentales por las cuales se diferencian.

Estas características son:

- ◆ La longitud de onda o distancia entre dos ondas consecutivas.
- ◆ La velocidad de propagación (la velocidad de la luz es de 300,000 kilómetros por segundo).

Además de estas características, la luz se propaga en línea recta que corresponde al eje de las ondas luminosas. La unidad de longitud de onda empleada en la luminotecnia es el nanómetro, de símbolo nm.

### 2.1.2 Fenómenos de la luz.

**REFLEXION.** Si un rayo o un haz de luz de rayos luminosos inciden sobre una superficie lisa, se refleja de tal forma que el ángulo de incidencia, en la reflexión de

la luz intervienen de manera decisiva la constitución de la superficie reflectante, distinguiéndose respecto a la misma las siguientes clase de reflexión:

- ◆ **Dirigida o especular**, producidas por superficies completamente lisas y brillantes como los espejos de vidrio y los metales pulidos.
- ◆ **Difusa**, producida por superficies rugosas y mates, como la tela blanca y el yeso.
- ◆ **Semidirigida**, que se produce por superficies rugosas y brillantes como el papel.
- ◆ **Semidifusa**, producida por superficies blancas y esmantadas.

**TRANSMISION.** Se conoce como el nombre de transmisión de la luz a su propagación a través de los cuerpos transparentes y translúcidos. En este fenómeno la dirección de los rayos luminosos cambia de dirección por reflexión al pasar oblicuamente de un medio a otro de distinta densidad.

La constitución de los cuerpos determina la clasificación de transmisión:

- ◆ **Dirigida**, producida por los cuerpos transparentes, como el vidrio claro.
- ◆ **Difusa**, producida por los cuerpos translúcidos muy densos como el vidrio muy opal.
- ◆ **Semidirigida**, producida por los cuerpos menos transparentes como el vidrio mateado.
- ◆ **Semidifusa**, que se produce por los cuerpos translúcidos menos densos, como el vidrio ligeramente opal.

**ABSORCION.** Los fenómenos de reflexión y transmisión, parte de la luz que incide sobre los cuerpos es absorbida en mayor o menor proporción según la constitución de los materiales que los componen, de aquí, que los fenómenos de reflexión, transmisión y absorción tengan una estrecha relación entre sí, la absorción juega un papel importante en el color de los cuerpos y siempre representa una pérdida de luz.

**COLOR.** La impresión de color de un cuerpo depende, de la composición espectral de la luz con la que se ilumina y de las propiedades que posea de reflejarla, transmitirla o absorberla. Así pues, tenemos que si un cuerpo posee la propiedad de reflejar todos los colores del espectro visible, y si se ilumina con luz blanca de día, este aparecerá de color blanco, si se ilumina con luz monocromática de color amarillo, se reflejará este color y por tanto se verá de color amarillo, si por el contrario en lugar de poseer la propiedad de reflejar todos los colores del espectro visible, posee la de absorberlos, el cuerpo aparecer de color negro tanto si se ilumina con luz blanca como con luz amarilla.

**INFLUENCIA PSICOLÓGICA DE LOS COLORES.** Este tipo de influencia puede llegar incluso a problemas de salud como ansiedad, jaquecas y profundos estados depresivos, tal es el caso de los colores grises, negros o muy chillantes, los colores que mayor contraste producen cuando se combinan, son el negro y el amarillo, negro por su carencia total de cromacidad, el amarillo por ser el que tiene mayor respuesta a la sensibilidad del ojo.

Resulta muy útil para tomar en consideración estos efectos para lograr óptimos resultados ambientales.

Los colores aparecen de diferente manera según la luz que los ilumina; por ello, es conveniente antes de elegir un color, observarlo a la luz del día como a la luz artificial, para poder operar los cambios en el color, para acertar en la elección.

### 2.1.3 Factores que influyen en la visión.

El ojo necesita de la luz para poder transmitir información al cerebro acerca de todo cuanto nos rodea, para este proceso influyen los siguientes factores:

**Iluminación.** Sea comprobado que la capacidad visual depende de la iluminación, y que de esta depende la actitud para desarrollar un trabajo y el estado de ánimo de las personas. Cada actividad requiere de una iluminación nominal que debe existir como valor medio de misma, y depende de los siguientes factores:

- ◆ Tamaño de los detalles a captar.
- ◆ Distancia del ojo y del 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.

**Contraste.** El ojo solo aprecia diferencias de luminancia entre el objeto que se observa y el espacio inmediato; a esto se le conoce como contraste. Los trabajos que exigen mayor agudeza visual deberán tener mayor contraste.

Las mejores condiciones visuales se consiguen cuando el contraste de luminancia entre el objeto visual y las superficies circundantes se mantiene dentro de los límites determinados. La relación de luminancia en el campo visual no debe ser menor de 1:3, ni mayor de 3:1.

**Sombras.** Si no tuviéramos dos ojos, no veríamos los objetos en relieve, es decir, unos más cerca que otros. Ello se debe a que en cada ojo se forma una imagen ligeramente diferente a la otra, y al juntarse las dos en el cerebro dan la sensación relieve; pero además, para poder captar el relieve de los objetos es

preciso que estén presentes unas zonas menos iluminadas que otras, las sombras, las cuales destacan las formas plásticas de los objetos.

**Las sombras**, son en realidad el resultado de una diferencia de luminancia, respecto a otras más iluminadas existen dos clases de sombras: fuertes y suaves; las fuertes son aquellas que resultan de iluminar un objeto con luz dirigida intensa desde un punto determinado más o menos alejado y se caracteriza por su profunda oscuridad con un alto efecto de relieve, las suaves son el resultado de iluminar un objeto con una luz difusa y tiene un relieve menor.

**Deslumbramiento.** Es un fenómeno de la visión que produce molestia o disminución en la capacidad para distinguir objetos, o ambas cosas a la vez, debido a una inadecuada distribución o escalonamiento de luminancias, o como consecuencia de contraste excesivos en el espacio o el tiempo. Este fenómeno actúa sobre la retina del ojo, en la cual produce una reacción energética fotoquímica, insensibilizándola durante un determinado tiempo, transcurrido este se recupera.

## **2.2 Fuentes luminosas.**

Se llama fuente luminosa al dispositivo, aparato u órgano natural o artificial que emite radiaciones visibles para el ojo humano, la excitación de los cuerpos luminosos pueden ser de origen térmico como el sol. En general existen tres grandes fuentes luminosas: la incandescencia, la de descarga y la luminiscencia.

Las lámparas modernas son fuentes luminosas de origen eléctrico; las lámparas incandescentes convencionales o halógenas producen luz por incandescencia.

Las lámparas de descarga aprovechan la luminiscencia como los rayos, mientras que el diodo como las luciérnagas utilizan la fotoluminiscencia.

La eficiencia de una fuente luminosa (su eficiencia en términos de luminotécnica definida en lúmenes por watt LM/W), es una medida de la razón entre la cantidad de luz producida por la lámpara y la potencia que consume. La eficiencia de diferentes fuentes de luz varía considerablemente desde 10 LM/W hasta más de 200 LM/W; si mismo, con el uso de equipos auxiliares eficientes, es posible obtener máximos beneficios del sistema de iluminación.

### **2.2.1 Lámpara incandescente.**

La lámpara tiene tres partes principales el bulbo, la base y el filamento.

El filamento necesita trabajar al vacío o en una atmósfera de gas inerte para impedir su desintegración rápida debida a la oxidación, se cierra en una especie de campana de vidrio sellada que se llama bulbo o ampollita, se utilizan varios tipos de vidrios dependiendo la aplicación de la lámpara; la mayor parte de los bulbos se fabrican en vidrio blando, otras con vidrio duro, resistente al calor. Algunas otras para aplicaciones especiales son hechas de cuarzo.

El filamento es la parte más importante que irradiará energía cuando más elevada sea la temperatura del filamento. Los filamentos utilizados en la actualidad son fabricados de tungsteno.

El tungsteno tiene un alto punto de fusión y un bajo porcentaje de evaporación, por lo que permite alcanzar temperaturas de funcionamiento muy altas, con esto logra una alta eficiencia en la lámpara. Con el hilo de tungsteno se realiza un arrollamiento de doble espiral, esta aumenta la eficiencia luminosa.

Las bases o casquillos. El casquillo es el medio el cual el bulbo se coloca al portalámpara; Los casquillos comúnmente utilizados son los de rosca. La mayor parte de las lámparas de alumbrado general tienen casquillos de rosca medio o rosca Edison, para potencias superiores se usa el casquillo tipo Mogul o rosca Goliath.

Algunas lámparas de pequeña potencia especialmente decorativas indicadoras y para señales, tienen casquillos de rosca intermedia o rosca candelabro (Mignon).

El bulbo de las lámparas se cierra al vacío para evitar que se pudiese quemar el filamento. Actualmente las lámparas menores de 410 W son del tipo al vacío y las mayores utilizan un gas inerte.

En la actualidad los gases más utilizados son el argón y el nitrógeno en una combinación proporcionada en la lámpara. El kriptón es un gas inerte que tiene menor pérdida de calor pero tiene un alto costo.

## **FUNCIONAMIENTO.**

Tanto la duración como el rendimiento luminoso de una lámpara depende de la temperatura del filamento, cuando una lámpara incandescente funciona a una tensión constante, el filamento se evapora, lo que da lugar a una lenta pero continua reducción de su potencia y de su emisión de luz. El término general de vida se lleva a cabo cuando se rompe o se quema por su parte más débil.

Para cuando las condiciones son especiales existen lámparas construidas con características de funcionamiento que se ajustan a esas necesidades

## **TIPOS DE LAMPARAS INCANDESCENTES ESPECIALES.**

Para condiciones especiales se fabrican lámparas con características diferentes.

- ◆ **Lámparas de construcción reforzada:** Estas lámparas son construidas especialmente para ser utilizadas en lugares sometidos a vibraciones o choques; por ejemplo en fábricas y en parques, por esto el filamento esta apoyado en un gran número de soportes.



- ◆ **Lámparas de horno:** Estas lámparas se construyen con filamentos reforzados y vidrio especial para su funcionamiento normal en ambientes con temperaturas elevadas por ejemplo en hornos para panadería, instalaciones de secado.
- ◆ **Lámparas azuladas:** El cristal del bulbo de este tipo de lámparas es de color azul. La lámpara emite una luz similar a la luz de día, ya que el cristal azul actúa de filtro para las radiaciones rojas que dan su color característico a las lámparas de incandescencia normales.
- ◆ **Lámparas infrarrojas:** Estas lámparas emiten energía en la zona infrarroja de espectro electromagnético. Son similares a las incandescentes solo que su filamento trabaja a bajas temperaturas. Lo que trae como consecuencia una baja emisión luminosa, pero en cambio una gran duración.

Las lámparas infrarrojas tienen en su interior un reflector en forma parabólica. Se presentan en acabado claro o rubificado. Su aplicación se da en:

- ◆ **Terapéuticas:** Para reumatismo, dolores musculares, lumbago, etc.
- ◆ **Industriales:** Son utilizadas en el secado de tintas de impresiones gráficas y textiles, secado de películas y negativos, etc.
- ◆ **Pecuaría:** En la cría de aves, lechones, becerros y tiendas de mascotas.

## **VENTAJAS Y DESVENTAJAS**

Las ventajas que tienen estos tipos de lámpara las hacen todavía útiles, donde existen espacio pequeños y requieren niveles bajos de iluminación.

- ◆ **Tamaño compacto.**

- ◆ Bajo costo.
- ◆ Flujo luminoso inalterable por la temperatura circundante.
- ◆ No utiliza accesorios de arranque.
- ◆ La luz de la lámpara resalta todos los colores pero principalmente los rojos, anaranjados y amarillos, dando a las cosas una apariencia familiar.
- ◆ Flujo luminoso controlable en una gran variedad de distribución luminosa.
- ◆ Operación en corriente alterna y continua.

Las desventajas principales son:

- ◆ Corta vida. ( de 750 a 1000 hrs).
- ◆ Baja eficiencia
- ◆ Gran disipación de calor.

### **2.2.2 Lámparas halógenas.**

Este tipo de lámparas son incandescentes pero mejoradas. La luz halógena es más blanca que la luz incandescente convencional, mayor vida útil, bajo mantenimiento, menor consumo de energía y proporciona un mayor flujo luminoso.

En las lámparas de halógeno se introdujo por primera vez en 1959; además de los habituales gases de relleno, los halógenos yodo y bromo, los cuales captan los tonos de tungsteno desprendidos del filamento sin dejarlos que se depositen en

el interior del bulbo (como sucede en la lámparas incandescente), los regresan al filamento. Este es el famoso ciclo del halógeno; esta reacción halógeno- tungsteno funciona muy bien si la temperatura es elevada y la distancia entre el vidrio del bulbo y el filamento se reduce, esto ocasiona grandes temperaturas de  $650^{\circ}\text{C}$ , además de una presión elevada, para limitar la velocidad de evaporación del tungsteno. Estos requisitos los cubre el cuarzo.

### **CUIDADOS PARA OPERAR UNA LAMPARA DE HALOGENO.**

- a) No tocar el vidrio con los dedos.
- b) Deberá existir ventilación para las lámparas en las luminarias, para que no sobrepasen la temperatura máxima permisible ( $250$  a  $300^{\circ}\text{C}$ ).
- c) Evitar el contacto con la humedad.
- d) Utilizar portalámparas para temperaturas altas, adecuadas a la potencia.
- e) Proteger el circuito primario del transformador con un fusible.
- f) Poner un regulador luminoso que permite efectuar el ciclo del halógeno normalmente.
- g) Evitar caídas de tensión entre el transformador y la lámpara, se realiza minimizando la distancia entre ambos.

### **APLICACIONES DE LA LAMPARA DE HALOGENO.**

Estas lámparas son ocupadas en infinidad de usos, debido a sus características, algunas de sus aplicaciones son:

- ◆ **Aplicaciones en la industria:** Donde existen espacios con grandes dimensiones, zonas en construcción, subestaciones al aire libre, etc.
- ◆ **Aplicaciones deportivas:** Campos deportivos, así como en pistas de carreras.
- ◆ **Aplicaciones en transporte:** Es muy útil en la iluminación de aeropuertos, estaciones de ferrocarril, autopistas y puentes.

Además de utilizarse en la iluminación de estudios cinematográficos y de televisión, también son utilizadas en monumentos y construcciones.

## **VENTAJAS.**

- ◆ Luz brillante.
- ◆ Mayor eficiencia luminosa (25 LM/W).
- ◆ Mejor reproducción de colores.
- ◆ Mas vida de duración (hasta 4000 hrs).

### **2.2.3 Lámparas fluorescentes.**

Estas lámparas son las más utilizadas en la actualidad, por dos razones fundamentales, su alta eficiencia luminosa y su larga vida útil. Gracias al desarrollo de nuevas sustancias fluorescentes, sea reducido el uso del arsénico y el cadmio, el mercurio aun sigue siendo imprescindible sea reducido a un 50%, y se siguen incorporando nuevas técnicas que se desarrollan en los laboratorios de los fabricantes.

También el uso de los balastos electrónicos han experimentado un gran avance con el fin de aumentar aun más la economía de las lámparas fluorescentes; las lámparas fluorescentes son de tipo de carga eléctrica, en la cual la luz se produce por la fluorescencia o fosforescencia activada por la energía ultravioleta de un arco de mercurio; consiste en un tubo que tiene prensados (sellados), en los extremos de los electrodos de tungsteno; además, llevan en su interior una pequeña gota de mercurio y un gas inerte a baja presión, una mezcla de gases para el encendido. Las paredes del interior están cubiertas de una capa de fósforo en polvo.

## **FUNCIONAMIENTO.**

Cuando se aplica una diferencia de potencial en los bornes de los electrodos, tiene lugar una descarga de electrones que atraviesa la mezcla de "resistencia negativa" argón-mercurio, que choca con los átomos de mercurio, estos choques emiten sólo una pequeña cantidad de radiaciones visibles ultravioleta, los rayos invisibles y nocivos, son convertidos en luz visible e inofensiva al pasar a través de los polvos de fósforo fluorescente colocados en la pared interna del tubo; en las lámparas fluorescentes, el 99% de la luz se produce por fluorescencia y el resto por las radiaciones del arco de mercurio.

## **FORMAS DE LOS TUBOS PARA LAS LAMPARAS FLUORESCENTES.**

En la eficiencia y la economía, el tubo fluorescente ocupa uno de los primeros puestos: hasta 20000 hrs. de utilización, con la misma potencia y el mismo consumo de energía, el tubo fluorescente produce 6 veces más luz y dura 20 veces más que una lámpara incandescente tipo estándar y emite muy poco calor.

Tubos rectilíneos: 38 mm (T-12), este diámetro es que el más se utilizó originalmente en los primeros años y abarcan todavía un importante mercado que rápidamente se está sustituyendo por tubos T-8. Con tubos de 26 mm de diámetro ofrece al mercado una nueva generación con mayor flujo luminoso y hasta un 40%

menos de consumo de energía, además tiene menos peso y facilitan tanto su manejo como su almacenamiento.

Tubos en forma de U y circular. Estos tubos son los primeros en intento de hacer tubos de tamaño reducido. En la actualidad existen las lámparas curvalumen T-8 de 6" y 15/8" y las lunapet.

## **BASES.**

Para las lámparas de precalentamiento y de arranque rápido, se utilizan cuatro contactos eléctricos, dos de cada extremo de la lámpara., esto se realiza usando una base con dos espigas en cada extremo, existen tres tamaños miniatura, mediana y mogul.

En las lámparas circulares, los cátodos son conectados a una base con cuatro espigas ubicadas entre la unión de los extremos de la lámpara. Las lámparas fluorescentes de alta y muy alta emisión lumínica, tiene bases embutidas de doble contacto. Las lámparas slimline (de arranque instantáneo) requieren solamente una espiga en cada extremo de la lámpara.

## **TIPOS DE LAMPARAS FLUORESCENTES.**

Existen dos grupos para clasificar este tipo de lámparas.

- a) Lámparas que utilizan arrancador para su encendido, llamadas también lámparas precalentadas o de encendido con interruptor.
- b) Lámparas sin dispositivo de encendido. En este tipo de lámpara, el balastro o reactor es el único equipo auxiliar utilizado para proporcionar la tensión y la corriente adecuada para encender la lámpara. Se subdivide en:

- ◆ Lámparas Slimline.

- ◆ Lámparas de encendido instantáneo.
- ◆ Lámparas de encendido rápido.
- ◆ Lámparas de precalentamiento de encendido rápido.
- ◆ Lámparas de alta emisión.
- ◆ Lámparas de power groove.
- ◆ Lámparas de circline (circulares).

En las lámparas Slimline se emplean balastos de alto voltaje, de manera que son encendidas instantáneamente. Los cátodos de estas lámparas están diseñados especialmente para soportar el alto voltaje de arranque. Los electrodos de estas lámparas están en corto circuito, de manera que no pueden utilizar el circuito de precalentamiento de las lámparas del primer grupo.

Al igual que las lámparas Slimline, las de encendido instantáneo requieren de un balastro que les proporcione relativamente el alto voltaje para su encendido; las lámparas de encendido rápido tienen sus electrodos (cátodos) conectados al circuito de caldeo del balastro durante el periodo de encendido y de operación de la lámpara; las lámparas de precalentamiento o de encendido pueden usarse con o sin arrancador, es decir, por medio de circuitos de precalentamiento o de arranque rápido.

Las lámparas de alta emisión operan igual que las anteriores, pero relativamente a altas corrientes. La base de doble contacto retardado fue especialmente diseñada para esta lámpara.

En cuanto a las lámparas power groove, son las de mayor potencia fabricadas hasta ahora, también operan con el principio de las de encendido rápido, se caracterizan por las típicas curvas con muescas en su longitud, de manera que el arco que se forma dentro de la lámpara es forzado a seguir una trayectoria ondulada, lo que equivale a tener una lámpara más larga, se utiliza en donde se requiere de altos niveles de iluminación a costos bajos. También utilizan la base de doble contacto retardado y se fabrican en tamaños de 2.44 m, 1.22 m y 1.83 m. las lámparas circline utilizan bases de cuatro clavillos y trabajan también con el principio de las de arranque rápido.

## **CARACTERISTICAS DE FUNCIONAMIENTO.**

La lámpara fluorescente tiene una larga vida promedio. Durante el ciclo de arranque y el periodo de funcionamiento, el material emisivo es expulsado de los cátodos, el final de la vida se alcanza cuando no queda material emisivo suficiente en ninguno de los cátodos para formar el arco; por este motivo, la vida promedio nominal de lámparas se basa generalmente en un ciclo de encendido.

- ◆ **Efecto de la tensión.** Tanto las tensiones altas como las tensiones bajas, respecto a la tensión nominal de trabajo, perjudican enormemente el buen funcionamiento y duración de la lámpara. Con tensiones bajas el arranque ofrece mayor dificultad, desprendiéndose mayor cantidad de material emisivo que recubre los cátodos, lo que origina una combustión prematura de los mismos que acorta la vida de la lámpara, y una disminución apreciable en el flujo luminoso a causa de un aumento de temperatura interior del tubo. Con altas tensiones las lámparas arrancan con mayor facilidad y el flujo luminoso es mayor, pero su vida se extingue mucho más rápido.
- ◆ **El efecto de la temperatura.** El rendimiento lumínico de las lámparas fluorescentes varía considerablemente con la temperatura de la pared del bulbo. La temperatura afecta la presión del vapor del mercurio, la cual depende del



punto más frío existente en la pared del bulbo. Puesto que los cambios producidos en la temperatura ambiente, van acompañados de cambios en la pared del bulbo, la emisión lumínica se ve afectada por las variaciones de la temperatura ambiente. Los valores nominales se miden a una temperatura ambiente de 25 °C.

Al aumentar la temperatura el rendimiento luminoso decrece, y a temperaturas menores la cantidad de luz depende de la temperatura que alcanza el bulbo. Esta temperatura varía de acuerdo al tipo de lámpara que se use.

- ♦ **Efecto de la humedad.** La carga electrostática sobre la parte externa del bulbo de una lámpara fluorescente afecta la tensión requerida para que salte el arco. El aire húmedo alrededor de la lámpara forma una película de humedad sobre el bulbo al que afecta esta carga y hace necesarias tensiones de arranque mucho más altas.

Las lámparas utilizadas en circuitos de arranque rápido e instantáneo, se fabrican con un revestimiento exterior de sílicona que dispersa la película de humedad y asegura el arranque bajo cualquier condición de humedad. En los tipos de circuitos precalentando la tensión de arranque es suficiente para que salte el arco, incluso cuando hay un alto grado de humedad.

- ♦ **Efecto de la frecuencia.** Las características limitadoras de corriente de una reactancia dependen directamente de una frecuencia de la red y por esta razón las reactancias deben emplearse únicamente en las redes de frecuencia para las que fueron proyectadas. Con una frecuencia inferior, la reactancia inductiva se reduce y circula mayor corriente a través de la lámpara, lo que provoca un acortamiento de vida de esta y un calentamiento excesivo de la reactancia.

Con una frecuencia superior a la proyectada, se reduce la corriente de la lámpara, con el consiguiente acortamiento de su vida y disminución de su emisión

lumínica. El funcionamiento de las lámparas fluorescente a altas frecuencias por ejemplo 400 hz, aumenta la eficacia de la lámpara y hace posible la reducción del tamaño, peso y pérdidas de la reactancia. La utilización práctica de las ventajas mencionadas, dependen del desarrollo de equipo eficiente y económico para obtener dichas frecuencias.

- ◆ **Efecto estroboscópico.** Se conoce como efecto estroboscópico a la variación de la emisión lumínica debida a la variación cíclica de la corriente alterna. El arco de mercurio de una lámpara fluorescente que trabaja en una corriente alterna de 60 hz, se enciende y apaga 120 veces por segundo, la luz de la lámpara también se apagaría sino fuera por el fósforo que tiene "continuidad" o acción fosforescente. Es decir, que continúan brillando por un corto periodo de tiempo después de cortar las radiaciones existentes.

En la actualidad en efecto estroboscópico, rara vez ocasiona problemas en las lámparas fluorescentes, pues el fósforo en la actualidad tiene periodos de continuidad relativamente largos.

- ◆ **Interferencia de radio.**

Todas las lámparas de descarga pueden producir interferencias en los radio receptores cercanos, debido a la radiación electromagnética producida por las lámparas, esta interferencia se manifiesta en forma de ruidos molestos. La interferencia en los radios se puede suprimir mediante el uso de capacitores en los balastos de arranque rápido y de arranque instantáneo y en los arrancadores circuitos de precalentamiento.

Es posible que una lámpara fluorescente cause interferencia de radio de tres formas:

- ◆ Por radiación directa de la lámpara hasta el circuito de antena del aparato de radio.
- ◆ Transmitiendo la interferencia por los conductores eléctricos hasta la proximidad del circuito de antena.
- ◆ Transmitiendo la perturbación desde la lámpara a través de la línea de energía eléctrica hasta el aparato receptor.

En los primeros casos, el problema se resuelve si los elementos (lámpara-conductor), se dejan como a tres metros de distancia del radio receptor. Cuando la interferencia es producida a través de la línea de alimentación, se puede suprimir conectando un filtro en la línea de la luminaria.

#### **DESVENTAJAS.**

- ◆ Su gran tamaño en relación con su potencia.
- ◆ La necesidad de un reactor o balastro, que le proporcione una corriente y un voltaje de acuerdo y una reducción a bajas temperaturas del flujo luminoso.

#### **VENTAJAS.**

- ◆ Alta eficiencia luminosa.
- ◆ Realce de los colores azul, violeta y verde; opacamiento del rojo y el anaranjado, lo cual también puede ser una desventaja.
- ◆ Gran duración 1200 hrs. (en comparación con las 750 o 1000 hrs de las lámparas incandescentes).

#### **2.2.4 Lámparas compacto fluorescentes, Ahorradoras de energía (CFL'S).**

Como su nombre lo indica, son lámparas que funcionan bajo el principio de generación de luz fluorescente y requieren de equipo adicional como un arrancador; un balastro o un adaptador para poder ser instaladas y funcionar adecuadamente. desde el nacimiento de las lámparas fluorescentes compactas (CFL'S), estas no han dejado de aportar éxitos al mundo de la iluminación.

La razón de mantenerse en constante actualidad se debe a sus ventajosas innovaciones que hacen cada vez más rentable su utilización.

Las lámparas CFL'S son un buen sustituto permanente de las lámparas incandescentes debido a su alta eficiencia, su excelente rendimiento de color y amplia variedad de tamaños, formas y potencias que las hacen factibles para innumerables aplicaciones nuevas y remodelaciones.

Las CFL'S fueron introducidas a inicios de la década de los ochentas como una alternativa a la sustitución de las lámparas incandescentes. Comparándolas con las incandescentes. Las CFL'S son una opción más eficiente ya que ahorran un 75% de energía eléctrica por cada lámpara y con una vida útil de 10 veces más, proporcionando una atractiva recuperación de la inversión.

#### **CONSTRUCCION Y FUNCIONAMIENTO DE LAS CFL'S.**

Las CFL'S tienen una sola terminal y poseen un tubo de diámetro reducido el cual se dobla para disminuir su tamaño. Al tener un tubo de menor diámetro hace necesario el uso de fósforo de alta calidad mejorando la emisión lumínica y el rendimiento de color.

Como todas las lámparas de descarga, las CFL'S necesitan de un balastro para su encendido y regulación de corriente eléctrica durante su operación, muchas

CFL'S usan balastos magnéticos, a pesar de que los balastos electrónicos son más ligeros y operan a las lámparas en modo más eficiente. Las CFL'S se encuentran en gran variedad de tamaños y forman que se agrupan en tres categorías.

a) **T-4 (diámetro de 1/2")**: Lámparas de encendido por precalentamiento con dos y cuatro tubos, son una alternativa económicamente viable para sustituir a las incandescentes. A pesar de que las lámparas T-4 tienen cuatro pines, arrancador en su base y usan balastos magnéticos, las lámparas T-4 especiales con dos pines, sin arrancador pueden ser utilizadas con algunos balastos electrónicos.

b) **T-5 (diámetro de 5/8")**: Lámparas de tubo gemelo, generalmente empleadas para sustituir lámparas fluorescentes convencionales en nuevas construcciones o grandes remodelaciones. Están diseñadas para operar con balastro magnético o electrónico.

c) **Lámparas autobalastadas**: consisten de una lámpara y un balastro magnético o electrónico, unidos a una base que se puede introducir prácticamente en cualquier spot para lámparas incandescentes convencionales. Se pueden encontrar en doble, triple y cuádruple tubo, así como de forma circular. Por la combinación de la lámpara y el balastro en un solo módulo, la instalación por sustitución es muy sencilla. Sin embargo, los costos de mantenimiento por sustitución son un poco mayores, ya que cuando la lámpara deja de operar es necesario cambiar la unidad completa. Existen lámparas fluorescentes de tamaño compacto que se pueden aplicar en ciertas situaciones.

## **VENTAJAS DE LAS CFL'S.**

- ◆ Mayor eficiencia comparada con las lámparas incandescentes.
- ◆ Larga vida: 10000 hrs. de la lámpara y 40000 del adaptador mientras que una lámpara incandescente normal solo dura 750-1000 horas.

- ◆ Excelente rendimiento del color: prácticamente similar al de las lámparas incandescentes. Además, están disponibles en diversas temperaturas de color, para lograr varios efectos.
- ◆ Flexibilidad: Se ofrecen en el mercado una variedad de potencias que van de 5 a 40 Watt.
- ◆ Reducción de la carga térmica: reduce la carga por concepto de alumbrado.
- ◆ Encendido rápido sin parpadeos.
- ◆ Ahorros: Ahorro de dinero por la reducción en el consumo de energía, en la calidad de las lámparas reemplazadas y en el costo de lámparas reemplazadas, puede permitir un rápido retorno de la inversión y un alto ahorro en costos operativos.

#### **APLICACIONES DE LAS LAMPARAS CFL'S.**

Las lámparas T-4 de baja potencia son un buen sustituto para las lámparas incandescentes en remodelaciones. Las lámparas de tubo gemelo se pueden usar tanto en iluminación como para dar un nivel de iluminación recomendado para una tarea particular. Debido a su alta emisión lumínica, lámparas de triple o cuádruple tubo se emplean generalmente en luminarias empotrables y baños de pared.

En las nuevas construcciones las CFL'S T-5 de alta potencia se emplean en luminarias de 60 x 60 cm. y pueden reemplazar a los tubos convencionales logrando una similar iluminación empleando la mitad de espacio. Las CFL'S no son recomendables para instalarse en techos de más de 4 metros de altura; ni cuando se necesita un haz de luz muy cerrado.

### **2.2.5 Lámparas de alta intensidad de carga (HID).**

Las lámparas de alta intensidad de descarga son generalmente de fuente de luz más efectiva para interiores y exteriores con altura de montaje mayor a los 5 metros. El uso de lámparas de descarga es para aplicaciones especiales, y ha tomado mucha importancia ya que representa otra opción a la iluminación incandescente y fluorescente.

En el campo de las lámparas de descarga se ofrece una amplia gama que abarca toda clase aplicaciones posibles.

En la actualidad este tipo de lámpara ofrece:

- ◆ Producen luz de alta calidad.
- ◆ Ofrecen alta eficiencia.
- ◆ Dan al diseñador de sistemas de iluminación en interiores, alternativas para proveer al cliente con la fuente de luz más eficiente.

### **FUNCIONAMIENTO DE LAS LAMPARAS HID.**

Su funcionamiento se basa en el fenómeno de la radiación eléctrica, todo ocurre entre los electrodos de un tubo de descarga o "quemador" lleno de una mezcla de gases y de sustancias metálicas. Para aislar la lámpara térmicamente y facilitar el trabajo, el tubo de descarga está protegido por una envoltura de vidrio. En el encendido, después aproximadamente 3 minutos en frío y 6 en caliente, aumenta la presión en el tubo, bajo el efecto de descarga iniciado por el arrancador y aumenta el metal, comienza evaporarse mientras que sus tomos liberan electrones. Esta excitación de los átomos en el vapor metálico es origen del arco eléctrico y de la luz

producida. Un condensador compensa el sistema y asegura que no haya interferencias.

Estas lámparas funcionan 10000 horas. Una óptima eficacia luminosa y una muy alta duración que garantiza un importante ahorro económico.

## **TIPOS DE LAMPARAS.**

A diferencia de las lámparas incandescentes que tienen un espectro continuo, las lámparas de descarga emiten radiaciones a "rayas" visibles según la naturaleza física de las sustancias excitadas. La calidad de una lámpara de descarga, esto es, su eficiencia luminosa y su capacidad de reproducir colores, varía en función de los vapores metálicos y los gases utilizados.

Polvos fluorescentes y gases halógenos completan al mercurio o al sodio para ofrecer una gama completa de temperatura de color. La eficiencia luminosa y la reproducción cromática dependen también de la presión. Dentro de los tipos de fuente de luz de descarga en gas tenemos las siguientes lámparas.

- ◆ Lámpara de luz mixta (LM)
- ◆ Lámpara de vapor de mercurio (VM).
- ◆ Lámparas de aditivos metálicos (MH).
- ◆ Lámparas de vapor de sodio a baja presión (LPS).
- ◆ Lámparas de vapor de sodio a alta presión (LPS).



## **BENEFICIO DE LAS LAMPARAS HID.**

Al remplazar sistemas incandescentes o de vapor de mercurio por sistemas HPS o MH se ofrecen ahorros importantes de energía.

- ◆ Las lámparas HID compactas son más eficientes que las incandescentes.
- ◆ Las lámparas M.H. y HPS convencionales son aproximadamente 3 veces más eficaces que las lámparas V.M.
- ◆ Las lámparas HID proveen de una ventaja adicional; estas compactas fuentes de luz producen más lúmenes que otras fuentes. Como resultado los sistemas HID emplean menos lámparas y luminarias, disminuyendo los costos de instalación al mismo tiempo que producen un diseño más ordenado y atractivo.

## **APLICACIONES.**

Para evaluar la factibilidad del uso de las lámparas HID se debe hacer un estudio de costo del proyecto, de la tarifa eléctrica aplicable y un análisis de la recuperación de la inversión.

Las aplicaciones sugeridas para las lámparas HID son.

- ◆ Tiendas de departamentos.
- ◆ Salas de exposición.
- ◆ Almacenes.
- ◆ Aeropuertos.

- ◆ Lobbies de bancos y hoteles.
- ◆ Instalaciones deportivas.
- ◆ Centro de convenciones.
- ◆ Fábricas.

### **2.2.6 Lámpara de luz mixta.**

Las lámparas de luz mixta (LM), son una combinación de la lámpara de vapor de mercurio a alta presión (VM), y las incandescentes, corrigiendo la luz azulada de las lámparas VM. En estas lámparas la carencia de radiaciones infrarrojas de mercurio, se suple con la adición de un filamento incandescente en el mismo bulbo.

Este tipo de lámpara se construye de la siguiente manera: dentro del mismo tubo exterior se sitúa un tubo de descarga, fabricado de cuarzo y relleno de vapor de mercurio y argón, y un filamento de tungsteno conectado en serie con el tubo. Las características técnicas de este filamento son calculadas de tal manera que su resistencia ohmica, puede estabilizar la descarga eléctrica en el tubo de descarga. De esta manera se evita la utilización de balastro, por lo que este tipo de lámparas puede conectarse directamente a la línea de alimentación. Se diseña para operar a 120 o 240 volts.

Las lámparas de luz mixta son menos eficientes y de menor duración que las de V.M. que funciona con balastro separado. Ello es debido a la baja eficiencia del filamento de tungsteno; este filamento es de larga duración.

## **APLICACIONES DE LAS LAMPARAS DE LUZ MIXTA.**

Las lámparas de L.M. se utilizan en instalaciones interiores y exteriores. En interiores para iluminado de nave de fábricas, talleres, salas de máquinas y otros lugares de trabajo.

En alumbrado exterior se utilizan en calles, plazas, vías de comunicación, etc. Al ser conectadas directamente a la red, pueden sustituir con ventaja a las lámparas de incandescencia en instalaciones ya existentes.

### **2.2.7 Lámparas de vapor de mercurio.**

La lámpara de vapor de mercurio (V.M.) consiste en una bombilla exterior llena de gas inerte (generalmente nitrógeno) que forma un envase protector para el tubo de arco exterior. El tubo de arco contiene mercurio puro; como el mercurio no ejerce mucha presión al vaporizarse a la temperatura ambiente, también se agrega gas argón para facilitar el encendido. Cuando se cierra el circuito se aplica voltaje de arranque al electrodo principal y al de arranque. Esto inicia el arco de argón, lo cual a su vez calienta el mercurio hasta vaporizarlo. Las partículas ionizadas de mercurio reducen la resistencia entre los electrodos principales hasta el punto en que el arco principal ya puede iniciarse.

Cuando todo el mercurio dentro del tubo de arco se ha vaporizado, se dice que la lámpara ya está en condición estable. Como la resistencia del arco principal es mucho más baja que la del circuito de arranque, el arco de arranque cesa. Estas lámparas tardan de 3 a 5 minutos para alcanzar el 80 % de su luminosidad total, este período puede prolongarse más cuando hace frío.

## **APLICACIONES DE LA LAMPARA DE MERCURIO.**

La posibilidad de aplicación de la lámpara de mercurio es mucha, representa una gran economía gracias a su alto rendimiento luminoso y su larga vida permite realizar iluminaciones en las que se requiere una luz abundante con una aceptable reproducción cromática.

Se usa para alumbrado exterior en: alumbrado público, estacionamientos, obras etc. En interiores para iluminar naves industriales, salas de ventas, lobbies, etc.

Este tipo de lámpara debe usarse solamente en luminarias con circuitos equipados propiamente. La operación con equipos incompatibles, puede causar la destrucción de la lámpara pudiendo producir daños físicos a personas como al equipo.

A pesar de que las lámparas de vapor de mercurio de base media pueden usarse en portalámparas ordinarias (base media), nunca deberán usarse en tales sin el balastro adecuado. Se recomienda desconectar el circuito en caso de quitar o colocar la lámpara.

### **2.2.8 Lámparas de aditivo metálico.**

Las lámparas de aditivo metálico, corresponden a la familia de las HID y es la fuente de luz blanca más eficiente disponible hoy en día. Además incorpora todas las características deseables en otra fuente de luz:

- ◆ Alta eficiencia.
- ◆ Largo periodo de vida. (hasta de 20000 horas).

- ◆ **Excepcional rendimiento del color.**
- ◆ **Buen mantenimiento de lúmenes.**

Las lámparas de aditivos metálicos se encuentran en el mercado para capacidades de consumo de 70 a 1500 Watts. El diseño de una lámpara de este tipo, es similar a la de vapor de mercurio y tiene las mismas dimensiones y tamaños para la misma potencia.

### **CONSTRUCCION DE LA LAMPARA DE ADITIVO METALICO.**

Están construidas de un bulbo exterior con un tubo de arco exterior hecho de cuarzo; el tubo de arco actúa a alta presión y a muy altas temperaturas (aprox. 1100 ° C). El tubo de arco y el bulbo exterior podrían romperse debido a diversas causas internas o externas, tales como una falla en la alimentación o en su aplicación.

### **RECOMENDACIÓN DE OPERACION.**

- ◆ **La lámpara debe ser operada con las medidas especificadas, con el equipo eléctrico compatible y luminarias adecuadas según su aplicación.**
- ◆ **Aislar eléctricamente cualquier soporte metálico que esté en contacto con el bulbo exterior para evitar una descomposición del vidrio.**
- ◆ **En operación continua la lámpara deberá apagarse una vez por semana por lo menos 15 minutos, de lo contrario se incrementará el riesgo de una falla prematura.**
- ◆ **Protegerá la lámpara de cualquier contacto con líquidos (tales como lluvia, rocío o nieve). Para evitar una fractura causada por choque térmico.**

- ◆ Enrosque la lámpara firmemente a su base, para asegurar un buen contacto eléctrico y evitar que se afloje por vibración. No aplicar una fuerza excesiva al enroscarla ya que podría ocasionar que se rompiera el bulbo exterior.
- ◆ El bulbo exterior no debe de ser raspado, ya que podría romperse durante su instalación u operación.

### **2.3 Luminarias.**

Las fuentes luminosas estudiadas anteriormente, están casi siempre asociadas a las luminarias de distintas formas y materiales y en casos particulares de lámparas de forma especial.

Estos aparatos de iluminación o luminaria, sirven para dirigir, filtrar o transformar (en general controlar) la luz emitida por las lámparas, comprenden todos los elementos necesarios para fijar y proteger mecánicamente las lámparas y para recibir al circuito de alimentación.

Los aparatos que sirven para modificar la dirección de la luz son denominados reflectores. Se construyen en formas distintas según que se requiera obtener un haz de luz paralelo (reflectores parabólicos) o concéntricos. El rendimiento de los reflectores es por lo tanto la relación entre el flujo luminoso utilizable y el que emite la lámpara, varía entre el 70 y el 80%.

Para atenuar los efectos deslumbrantes de las fuentes luminosas se usan los llamados difusores que pueden ser de vidrio opalino o esmerilado o bien de plástico. El rendimiento de estos aparatos varía entre el 50 y el 80%.

Las luminarias presentan características mixtas que permiten obtener simultáneamente los aspectos fotométricos, estéticos, eléctricos y mecánicos, que condicionan su uso en función del ambiente por iluminar.

Las luminarias se clasifican para su selección como sigue:

- a) En base a la distribución del flujo como ya se mencionó anteriormente, la distribución del flujo correspondiente a los difusores y a los reflectores, los difusores están constituidos básicamente por cubiertas de vidrio de distinto acabado, o de material plástico y se adaptan con lámparas en su interior para la realización de sistemas de iluminación semi-indirecta, difusa o semi-difusa, el flujo luminoso se distribuye casi en forma uniforme en todas las direcciones.

Parte del flujo luminoso emitido por las lámparas se absorbe por el material de los difusores (de un 10 al 20%) aún cuando existen difusores que absorben de un 30% a un 40%, los difusores se usan para lámparas de potencia relativamente baja (40-200 watts).

Los reflectores están constituidos de superficies acabadas (aluminio abrillantado, vidrio plateado, lámina de acero esmaltada blanca, etc.) que reflejan la luz emitida por las lámparas en determinada dirección (haz largo o estrecho según sea el tipo).

- b) En base a la protección contra los contactos indirectos.

Los contactos indirectos se refieren a la forma en como se conectan a tierra las luminarias cuando esta condición se requiera.

- c) En base a las protecciones contra los contactos directos y la penetración de líquidos y polvo.

Con relación a esto, las luminarias se clasifican como: para locales secos y sin polvo, para locales con polvo, para locales húmedos o con goteo y polvo.

## **2.4 Curvas fotométricas.**

Cada lámpara o aparato de iluminación está caracterizado por una distribución particular del flujo luminoso. Por ejemplo, para las lámparas normales incandescentes, la distribución del flujo es tal que la intensidad luminosa es máxima entre los 30 y 60 grados con respecto al eje de la lámpara o luminaria en donde la iluminación es mínima (parte superior) o máxima (parte inferior).

Las luminarias se caracterizan por un diagrama polar de intensidad luminosa llamado también curva fotométrica. Por simplicidad estas curvas se limitan solo a dos dimensiones.

## **2.5 Tipos de iluminación.**

Los tipos de iluminación se pueden clasificar de acuerdo a la distribución del flujo luminosa como:

### **a) Iluminación directa.**

El flujo luminoso es directo hacia abajo, las luminancias de este tipo tienen por lo general un rendimiento elevado (90-100%).

### **b) Semidirecta.**

El flujo luminoso es directo en gran parte hacia abajo (60-90%) y en parte hacia arriba (10-40%).

### **c) Mixta.**

El flujo luminoso está distribuido uniformemente hacia abajo (40-50%) y hacia arriba (50-60%).

### **d) Semiindirecta.**

El flujo luminoso es prevalente hacia la parte superior (60-90%).



**e) Indirecta.**

El rendimiento es bajo y la visión poco nítida por la falta del efecto de sombra, la iluminación hacia arriba es del 90 al 100%.

Otra clasificación que se puede hacer de los tipos de iluminación es en base a los aparatos destinados a la iluminación, pudiendo ser:

- **Iluminación general.**
- **Iluminación localizada.**
- **Iluminación suplementaria.**

## **2.6 Consideraciones para seleccionar una lámpara.**

### **2.6.1 Temperatura de color.**

La temperatura del color es una medida que se especifica en las lámparas y se refiere a la apariencia o la tonalidad de la luz que emite una fuente luminosa. La forma con que vemos cierto ambiente depende de la tonalidad de la luz de la lámpara y es crucial para establecer una atmósfera de confort y frescura.

La temperatura de color ( $T_c$ ) es el "color aparente" de una fuente luminosa medida en grados Kelvin ( $K=C+273$ ) con referencia al cuerpo negro de Plank calentado hasta el punto que emita luz. Las temperaturas de color por debajo de los 3400 °K son consideradas cálidas; 3500 °K es considerado neutral; de 3600 a 4900 °K y por debajo de este valor son consideradas frías.

Las diferentes temperaturas de color hacen que la iluminación sea más versátil, produciendo diferentes efectos y ambientes según la aplicación de la lámpara.

## **2.6.2 Índice de rendimiento de color.**

El rendimiento del color es una medida que describe la calidad de la luz de la lámpara y debe ser considerada en toda la aplicación de iluminación; se mide en una escala de 0 a 100. La luz del sol y la luz incandescente tienen un CRI de 100.

Es conveniente saber que los objetos y las personas iluminadas bajo luz con alto CRI se ven más naturales, además de que el nivel de iluminación se percibe en mayor intensidad. La aplicación de lámparas con alto CRI hacen que las mercancías sean más atractivas a los clientes, las comidas sean más apetitosas en un restaurante y la gente luzca más natural. En las oficinas incrementa la productividad del trabajador, reduce el ausentismo y disminuye riesgos.

## **2.7 Niveles de iluminación.**

El nivel de iluminación que se toma en consideración es el disponible sobre el plano de trabajo, es decir, sobre el lugar en donde se encuentran los objetos por observar. Normalmente el plano de trabajo se encuentra en un plano horizontal localizado entre 0.80 m. y 0.90 m. sobre el nivel del suelo.

Para el diseño de iluminación de locales interiores como exteriores, que comprenden una gran variedad de posibilidades en cuanto a las actividades a realizar, como son: escuelas, oficinas, negocios, supermercados, grandes almacenes, industrias de diferente naturaleza, calles, parques y jardines, etc.

Para la selección del nivel de iluminación, las sociedades de iluminación o grupos de trabajo relacionados con el tema, han elaborado tablas que dan los llamados niveles de iluminación recomendados en función del tipo de ambiente a iluminar. En los niveles de iluminación se habla con frecuencia de la calidad de la iluminación, pero también de la economía de la energía y es por lo que se debe de ser cuidadoso en la elección de estos niveles, puesto que existirán siempre

contradicciones no sólo en los libros y revistas relacionados con los problemas de la iluminación, también en las normas y especificaciones técnicas, lo mismo ocurre con los fabricantes, de lámparas y luminarias.

En una época en donde ahorrar energía es importante, no solo por los altos costos que adquiere, también por la necesidad de hacer un uso más eficiente de la misma, la iluminación es una de las fuentes de economía de la energía, por lo que se deben considerar los siguientes elementos básicos:

- El nivel de iluminación.
- La eficiencia de las lámparas.
- El rendimiento de las luminarias.
- El proyecto de la instalación.
- El mantenimiento de la instalación.

Algunos niveles de iluminación recomendados, se dan en la tabla 1. Valores diferentes a estos pueden ser usados de acuerdo al criterio del proyectista y se publican con mayor detalle en los órganos de difusión de los Comités de Iluminación o también en libros o manuales especializados en el tema. Pero recuerde son sólo recomendaciones, siempre existe la posibilidad de aplicar valores diferentes.

## **2.8 Iluminación interior.**

Las condiciones necesarias para obtener una buena iluminación se deben considerar tres factores fundamentales.

- a) **El nivel de iluminación** adecuado a las características de los locales por iluminar y a las que se desarrollen.
- b) **Una distribución apropiada.**
- c) **El tipo de fuente luminosa** y los aparatos de iluminación (luminarias).

Los requisitos para una buena iluminación se pueden resumir como:

- **Una adecuada iluminación** de los diversos espacios y planos de trabajo.
- **Una relación de la luminancia** tal que se puedan crear contrastes, sombras apropiadas y se facilite la visión de los objetos por iluminar.
- **Ausencia del deslumbramiento.**
- **Ausencia del efecto estroboscópico.**
- **Tonalidad de colores satisfactoria.**

# **CAPÍTULO III**

**Métodos De Cálculo Para Iluminación Interior.**

## **Introducción.**

Uno de los elementos importantes par el cálculo de iluminación es el tipo de actividad que va desempeñar el local, las dimensiones y el tipo de luminaria a utilizar, puede haber infinidad de lámparas, los colores del local que serán determinantes en el cálculo

### **3.1 Método de cálculo de los lúmenes.**

Este método se utiliza únicamente para alumbrado de interiores y está basado en la definición de lux, que es igual a un lumen por metro cuadrado. Con la información del fabricante sobre la emisión luminosa inicial de cada lámpara; la cantidad instalada y el área de la zona considerada (en metros cuadrados), pueden obtenerse el número de lúmenes por metro cuadrado o luxes:

$$E = \frac{\theta_e}{s} = \frac{\text{Lúmenes - emitidos}}{\text{Área}(m^2)} = \text{Luxes}$$

Este valor difiere de los luxes medidos, debido a que algunos lúmenes son absorbidos por la misma luminaria o por la influencia de otros factores tales como la suciedad de la luminaria y la disminución gradual de la emisión de lux de las lámparas, entre otras.

#### **3.1.1 Pasos para el cálculo de iluminación.**

##### **3.1.1.1 Determinación del nivel requerido.**

Existen en la actualidad niveles de iluminación recomendados por la International Commission on Illumination (Comisión Internacional de Iluminación) constituida por los comités nacionales de 30 países (Manual de alumbrado de Phillips de 1983). Estas recomendaciones representan los valores mínimos en el lugar

mismo de la tarea visual de acuerdo con la práctica actual, una total comodidad puede requerir valores superiores. (Apéndice A).

### **3.1.1.2 Determinación del coeficiente de utilización.**

El coeficiente de utilización es el coeficiente de los lúmenes que llegan al plano de trabajo (plano de trabajo situado a 75 cm del suelo) y los totales generados por las lámparas. Este factor toma en cuenta la eficacia y la distribución de la luminaria.

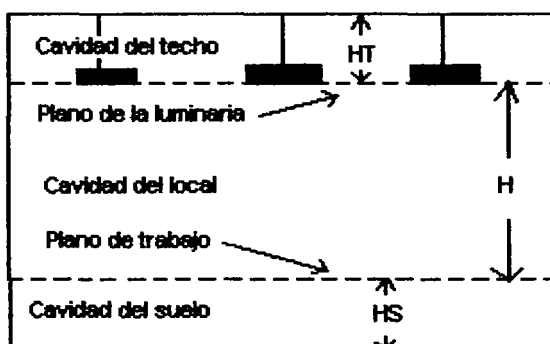
Se deben de tomar en cuenta los diversos elementos como las reflectancias del local, sus dimensiones y la altura de montaje. A causas de múltiples reflexiones que tienen dentro del local, una parte de la luz pasa hacia abajo del plano imaginario de trabajo por lo que el coeficiente de utilización sobrepasa la unidad; aunque cuando el local es más alto y estrecho, mayor será la proporción de luz absorbida por las paredes y menor el coeficiente de utilización. Este efecto se considera en la relación de cavidad del local (RCL) que se define como sigue:

$$RCL = \frac{5H(LARGO + ANCHO)}{LARGOXANCHO}$$

Los datos técnicos para distintas luminarias se encuentran reunidos en las tablas de fabricante. Cuando se trabaja con luminarias no incluidas en dichas tablas, el coeficiente de utilización deberá ser tomado de la tabla de otra luminaria de eficacia y curva de distribuciones similares. El coeficiente de utilización buscado puede determinarse entonces por la propia relación de cavidad del local y las reflectancias de la pared y de la cavidad de la cavidad del techo. Para las luminarias empotradas en el techo, reflectancia de la cavidad del techo es igual que la del techo

real; en cambio para luminarias suspendidas es necesario obtener la reflectancia efectiva como sigue:

a) Determinar la relación de cavidad del techo con la misma expresión utilizada para determinar la cavidad del local considerando  $H$  como la distancia desde el plano de colocación de las luminarias al techo (Figura 3.1). Entonces la relación de cavidad del techo es igual a la del local multiplicado por el coeficiente de distancia del techo a las luminarias entre la altura de la cavidad del local.



**Fig.3.1 Dimensiones de cavidad de un local**

De la figura 3.1:

$H$  = Altura de la cavidad del local

$HT$  = Altura de la cavidad del techo

$HS$  = Altura de la cavidad del suelo

a) Determinar la reflectancia efectiva de la cavidad del techo utilizando las reflectancias base del techo y de la pared (correspondiente a la parte que está sobre el nivel de las luminarias).



### **3.1.1.3 Determinación del factor de pérdidas totales ( FPT).**

El factor de pérdidas totales es el resultado final por la presencia de todos los factores parciales. Se define como el cociente de la iluminación cuando alcanza su nivel más bajo en el plano de trabajo (antes de efectuar una acción correctora) entre el nivel nominal de iluminación de las lámparas (sin considerar factores parciales de pérdidas).

#### **Depreciación de los lúmenes de la lámpara (DLL).**

Es un valor proporcionado por el fabricante, que compensa las pérdidas de los lúmenes de salida de la lámpara conforme envejece.

#### **Depreciación por polvo en el luminario (DPL).**

Compensa las pérdidas ocasionadas por la acumulación de polvo en lámparas y luminarios. El valor depende del diseño del luminario y de las condiciones ambientales; por ejemplo, la pérdida es mayor en una fundición que en una oficina con aire acondicionado y filtrado. El factor DPL se determina con exactitud aproximada mediante el empleo de tablas apropiadas o gráficas.

#### **Depreciación por suciedad del local (DPSL).**

Compensa las pérdidas que ocasiona la suciedad de la reflectividad de las superficies del local. Se determina de la tabla 2.4 Apéndice A  
Incluyendo estos factores tenemos la ecuación de las pérdidas totales.

$$FPT = (DLL)(DPL)(DPSL)$$

Teniendo la siguiente ecuación.

$$LUXES = \frac{(LUMENES)(CU)(FPT)}{AREA}$$

#### 3.1.1.4 Cálculo del número total de lúmenes.

El diseño de iluminación implica determinar el número total de lúmenes (por tanto el número de luminarias) requeridos para producir un nivel específico de luxes el cual es un valor conocido. Otro factor de la ecuación anterior es:

$$LUMENESTOTALES = \frac{(LUXES)(AREA)}{CU(FPT)}$$

Cada luminaria tiene un número conocido de lámparas, cada lámpara genera una cantidad conocida de lúmenes; por lo tanto, la cantidad de lúmenes producidos dentro de cada luminaria es:

$$LUMENES \text{ POR LUMINARIO} = (\text{No DE LAMPARAS}) (\text{LUMENES POR LAMPARA})$$

El paso final consiste en determinar el número requerido (N) de luminarias.

Estos pasos pueden quedar combinados en la siguiente ecuación.

$$N = \frac{(LUXES)(AREA)}{(CU)(FPT)(\text{No DELAMPARAS})(LUMENESPORLAMPARA)}$$

Una vez determinado "N", el diseñador de iluminación traslada esta información al "arreglo de luminarias". La geometría del local y, las condiciones mecánicas pueden requerir ligeras modificaciones a la cantidad de luminarias.

### **3.1.1.5 Determinación del acomodo de las luminarias.**

La colocación de las luminarias depende de la arquitectura general, de las dimensiones del edificio, del tipo de luminaria y de la ubicación de las tomas de energía existente.

## **3.2 METODO DE CALCULO “PUNTO POR PUNTO”**

El método de “punto por punto”, se basa en la cantidad real de luz que se ha producido en cada punto del área iluminada. Este método se utiliza para determinar la iluminación (lux) producida por una o varias lámparas en un punto de la superficie iluminada. Su uso está restringido al cálculo de la iluminación con proyectores.

Esto requiere un conocimiento de la manera según la cuál la luz se distribuye desde fuentes de luz de diversas formas y tamaños. Existen las siguientes relaciones fundamentales:

- 1) Fuentes puntuales:** La iluminación es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia y directamente proporcional a la intensidad de iluminación, al coseno  $\delta$  del ángulo formado entre el rayo de luz y la norma a la superficie.

Una lámpara incandescente, sola o en un globo cerrado, puede generalmente será tratada como una fuente de luz puntiforme.

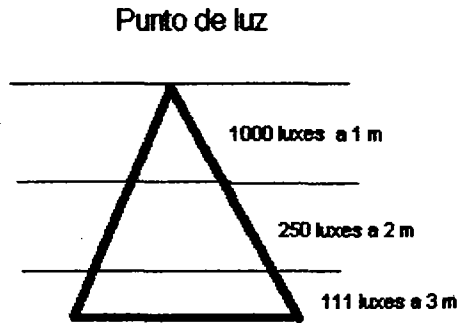


FIGURA 3.2 Fuente de la luz puntual.

### 3.2.1. COMPONENTE DIRECTA EN UN PUNTO.

La componente directa de iluminación horizontal y vertical en un punto determinado, con una fuente puntual única (figura 2), está dada por las siguientes ecuaciones:

$$E_{Horizontal} = \frac{I \cos \theta}{D^2} \quad E_{Vertical} = \frac{I \sin \theta}{D^2}$$

Y como,  $\sin \theta = \frac{R}{D}$  y,  $\cos \theta = \frac{H}{D}$  las fórmulas pueden escribirse de la

siguiente forma:

$$E_p = \frac{I \cos^3 \theta}{H^2} \quad \text{Componente horizontal}$$

$$E_p = \frac{I \cos^2 \theta \sin \theta}{H^2} \text{ Componente vertical}$$

Donde:

E = Nivel luminoso en lux

I = Intensidad luminosa en candelas

D = Distancia de la fuente de luz al lugar iluminado en metros

H = Altura del montaje de la fuente de luz en metros

θ = Angulo formado entre el rayo luminoso y la vertical de la luminaria

Este cálculo debe hacerse para cada luminaria y la suma:

$$E_{p(\text{tot})} = E_{p1} + E_{p2} + E_{p3} + \dots$$

Da el valor de la componente directa total.

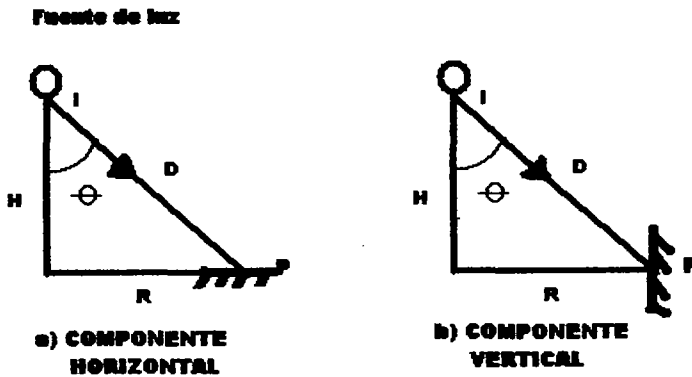


Figura 3.3 Componentes directa de la iluminancia horizontal (a) y vertical (b) en un punto bajo una fuente de luz.

2) fuentes de luz lineales de longitud infinita: La iluminación es inversamente proporcional a la distancia y directamente proporcional a la intensidad luminosa.

Una fila continua de lámparas fluorescentes o incluso una lámpara fluorescente a corta distancia, se aproximan a una fuente de luz lineal, a distancias suficientemente cortas de cualquier fuente lineal, se verá que los valores del nivel luminoso varían más próximamente con las relaciones de las distancias que con los cuadrados de éstas.

La iluminación en un punto debido a una fuente de luz lineal puede expresarse mediante fórmulas sencillas, si dicha fuente está irradiando difusamente y su longitud es por lo menos varias veces la altura de montaje.

Las componentes horizontal y vertical en un punto están dadas por las siguientes ecuaciones:

$$E_p = \frac{\Pi I \cos^2 \theta}{2H} \quad \text{Componente horizontal}$$

$$E_p = \frac{\Pi I \sin^2 \theta}{2R} \quad \text{Componente vertical}$$

Donde I es la intensidad luminosa de la fuente de luz para un ángulo  $\theta$ .

El valor  $I$  se puede obtener del diagrama de la intensidad luminosa de la luminaria, pero referido a un metro de longitud de la fuente de luz. En el caso de un tubo fluorescente desnudo,  $I$  puede calcularse de flujo  $\phi$  por metro de longitud según la fórmula:

$$I = \frac{\Phi}{9.25}$$

Debajo de los extremos de una larga hilera de luminarias la iluminancia será la mitad del valor dado por la fórmula arriba indicada.

4) Fuente superficial de área infinita.: La iluminación es directamente proporcional a la luminancia o brillo fotométrico (figuras 3.5 y 3.6).

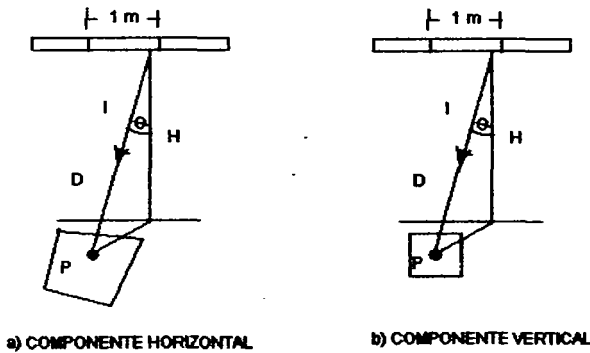


Figura 3.4 Componente horizontal (a) y vertical (b) de la iluminancia en un punto bajo una fuente de luz lineal.

Las fuentes superficiales como los plafones luminosos no siguen la proporcionalidad inversa del cuadrado de la distancia, ya que el flujo luminoso no varía con el ángulo sólido y en todo caso la intensidad es proporcional al brillo y a la superficie.

Sea  $B$  la densidad de intensidad iluminación o brillo fotométrico en  $\frac{cd}{m^2}$  y  $dA$

Un elemento diferencial de área, los cuales producen un diferencial de intensidad en el punto  $P$  que vale:  $dI = B dA = B \cdot R \cdot d\beta = dR$ .

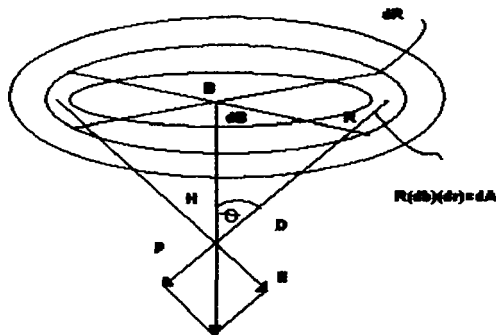


Figura 3.5 Deducción de la fórmula para el cálculo de la iluminación a partir de la Figura.

La iluminación en  $P$  debida al elemento diferencial  $dI$  es:

$$dE = \frac{dI \cos \theta}{D^2} = \frac{BRdBdR}{D^2} \cos \theta$$



por lo tanto

$$\int_0^{2\pi} \int_0^R \frac{BRdBdR}{D^2} \cos\theta \dots\dots (1)$$

Por otra parte:

$$D^2 = H^2 + R^2 \quad \cos\theta = \frac{H}{\sqrt{H^2 + R^2}}$$

Sustituyendo en (1), la iluminación total debida a la fuente luminosa superficial

es:

$$\begin{aligned} E &= B \int_0^{2\pi} \int_0^R \frac{RdBdRH}{(H^2 + R^2)\sqrt{H^2 + R^2}} = B2\pi H \int_0^R \frac{RdR}{(H^2 + R^2)^{3/2}} \\ &= 2\pi BH \left[ \frac{-I}{\sqrt{H^2 + R^2}} \right]_0^R = 2\pi BH \left[ \frac{-I}{\sqrt{H^2 + R^2}} + \frac{I}{H} \right] \\ &= 2\pi B \left[ I \frac{H}{\sqrt{H^2 + R^2}} \right] = 2\pi B(I - \cos\theta) \end{aligned}$$

Si  $\theta = 90^\circ$ , la superficie es infinita y  $E=2\pi B(I-0)$ . Es decir, la iluminación es directamente proporcional a la luminancia o brillo de las luminarias.

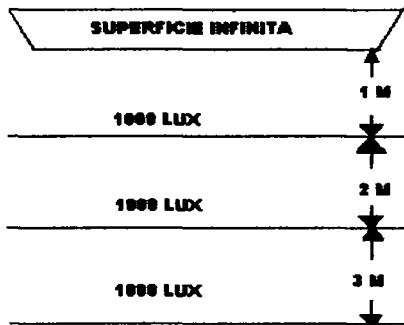


Figura 3.6 Fuente superficial de área infinita.

4) Haz paralelo de luz. La iluminación es directamente proporcional a la luminancia y no cambia con la misma distancia (figura 3.7).

Una fuente puntual dentro de un reflector parabólico cae dentro de este caso.

Podemos considerar que todo el flujo luminoso de la fuente se proyecta hacia el plano de trabajo, es decir:

$$\phi = 4\pi I$$

$$E = \frac{\phi}{A} = \frac{4\pi I}{A}$$

por lo tanto  $E = 4\pi I$

### PUNTO DE REFLEXIÒN PARABÒLICO

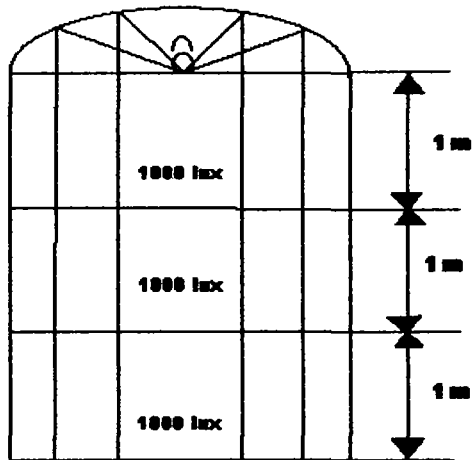


Figura 3.7. Haz paralelo de luz

La ley de la inversa de los cuadrados se puede usar para calcular la iluminación de proyectores, focos concentradores y otras luminarias productoras de haces, más allá de una cierta distancia mínima, determinada por el diámetro y la distancia focal del reflector, y el tamaño de la fuente de luz. A pesar de que la inversa

del cuadrado de las distancias de los equipos productores de haces, es sustancialmente mayor que la considerada como adecuada para fuentes de luz difusoras, ellas están aún generalmente dentro de las distancias para las que se usan estas unidades.

La tendencia citada hacia fuentes lineales y hacia líneas continuas de luz, es el resultado del aumento del uso de lámparas fluorescentes, al igual que la popularidad creciente de elementos arquitectónicos iluminados, subraya la necesidad de conocer las limitaciones de la ley de la inversa de los cuadrados y reconocer las condiciones bajo las cuales no puede ser usada.

Teóricamente, la ley de la inversa de los cuadrados está basada en una fuente de luz puntual que radia uniformemente en todas direcciones. Así, donde la fuente de luz es grande y extensa, sea una línea de luz o un área de gran superficie, no podrá generalmente usarse el método de punto por punto para calcular la iluminación para distancias normales de trabajo. Se podría usar en todo caso para cualquier fuente de luz, a condición de que la distancia entre la fuente y la superficie iluminada sea suficientemente grande con respecto al tamaño de la fuente. Con fuentes difusoras de luz, se acepta generalmente como distancia mínima, para poder calcular con exactitud razonable la iluminación, cinco veces la dimensión mayor de la fuente.

### 3.3 Ejemplos

1. Calcular el número de luminarias necesarias para una casa de bombas con las siguientes características:

Longitud	= 15 m
Ancho	= 6 m
Altura	= 3 m
Altura del plano de trabajo	= 0.90 m

La luminaria será del tipo sobreponer, fluorescente 2X40 watts, 127 volts, 5600 lúmenes iniciales.

Colores existentes en el interior:

Color crema en el techo  
Color gris oscuro en el piso

a) Determinar el nivel de iluminación recomendado

De la tabla de niveles de iluminación recomendados observamos que el nivel recomendado para casa de bombas es 100 luxes.

Las dimensiones del local a iluminar son:

Largo = 15m  
Ancho= 6 m  
Altura = 3 m

b) Determinar la reflectancia en pisos y techos:

De la tabla 9 determinamos los valores de reflectancia de acuerdo a los colores que tienen el techo y el piso.

Reflectancia en piso (gris oscuro)= 20%

Reflectancia en techo (crema)= 70

c) Determinar el factor de mantenimiento aplicando la siguiente expresión.

$$F.M. = D \times d$$

De la tabla 10 su depreciación es del 9% por lo que  $D = 0.91$ .

De la tabla 11 y 12, la categoría de mantenimiento a la cual pertenece la lámpara seleccionada es la categoría V, suponiendo que se realice limpieza cada dos años y se encuentre en un ambiente sucio tenemos de  $= 0.75$ .

$$F.M. = 0.91 \times 0.75 = 0.682$$

d) Para calcular el CU, se determina primero el índice de cuarto

$$I_c = \frac{L \times A}{H(L + A)} = \frac{15 \times 6}{2.1(15 + 6)} = 2.04$$

donde  $I_c$  = índice de cuarto

De los datos fotométricos de la luminaria observamos que  $CU = 0.51$

e) Calcule el número de luminarias

$$No. Luminarias = \frac{100(90)}{5600(0.682 \times 0.59)} = 3.99 \cong 4$$

f) Para calcular el espaciamiento promedio entre luminarias

$$Es = \sqrt{\frac{90}{4}} = 4.74$$

a) Para el arreglo de las luminarias

$$\text{Número de luminarias emplazadas a lo largo} = \frac{15}{4.74} \cdot 3.16 \cong 3 \text{ Lu min arias}$$

$$\text{Número de luminarias emplazadas a lo ancho} = \frac{6}{4.74} = 1.26 \cong 1 \text{ Lu min ari a}$$

h) Calculando las distancias

A lo largo del local    A lo ancho del local

Entre luminarias  $\frac{15}{3} = 5$   $\frac{6}{1} = 6m$

Entre luminarias y la pared  $\frac{5}{2} = 2.5m$   $\frac{6}{2} = 3m$

Por lo que la distribución de las luminarias queda como se muestra en la figura 3.8

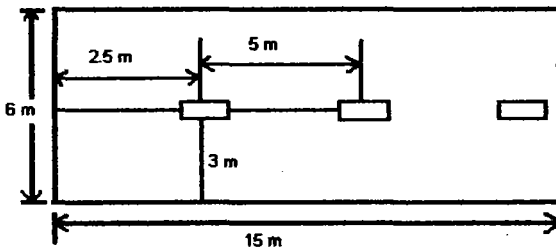
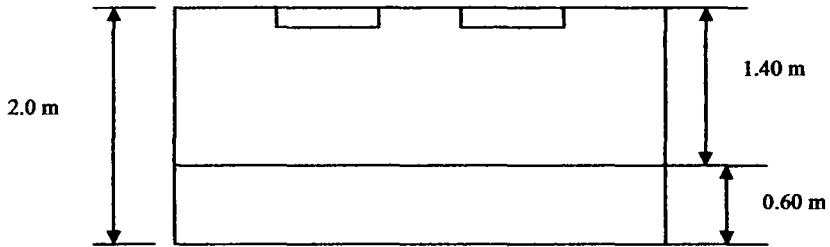


Fig. 3.8 Distribución de luminarias en casa de bombas

2. Tenemos una área que se ocupará como oficinas, manejaremos color azul en paredes y gris oscuro en piso y blanco en el techo, el local tiene 8 m de ancho, 5 de largo y 3m de alto, además ocuparemos lámparas fluorescentes



### Relaciones de cavidad

$$R_{\text{techo}} = 0$$

$$R_{\text{Piso}} = \frac{5(0.60)(5+3)}{15} = \frac{3(8)}{15} = \frac{24}{15} = 1.6$$

$$R_{\text{L}} = \frac{5(1.40)(8)}{15} = \frac{5(11.20)}{15} = \frac{56}{15} = 3.73$$

### Reflectancias (de catálogo) Crouse Hinds Domex

Piso (Gris claro)= 0.75

Techo (Blanco)=0.75

Pared (Azul)=0.75

### Para calcular el número de luminarias

$$N = \frac{ES}{\phi \cdot L \cdot Cu \cdot FTP}$$

Donde:

N= Número de luminarias

E=Iluminación requerida



S= Superficie

$\phi$  = Flujo luminoso por lámpara

L = Número de lámparas por luminaria

Datos:

Oficina = 500 luxes (tabla # 1)

S=8x5 =40

$\phi$  = 300 lumens (40 watts Slimline)

De tablas para R<sub>cL</sub> = 3.73 tenemos un Cu=0.5462

F<sub>tp</sub>= 0.573 De tabla 12)

$$N = \frac{500 \text{luxes}(40 \text{metros}^2)}{3000(2)(0.5462)(0.573)} = \frac{20000}{1877.8356} = 10.65 \cong 12$$

Para  $\phi$  = 4300 a 60 watts

$$N = \frac{20000}{4300(2)(0.5462)(0.573)} = \frac{20000}{2691.5643} = 7.43 \cong 8$$

Para  $\phi$  = 6850 lumens 110 watts

$$N = \frac{20000}{6850(2)(0.5462)(0.573)} = \frac{20000}{4287.7246} = 4.66 \cong 6$$

# **CAPÍTULO IV**

**Selección De Conductores.**

#### 4.1 Cálculo de Alimentadores.

La resistencia de un conductor comercial de cobre (un alambre de 1 m de longitud y una sección transversal de 1 mm<sup>2</sup>) es usualmente de 0.017 a 0.018 OHMS a una temperatura de 24° centígrados.

Para nuestros cálculos se tomará un valor promedio de 0.0175 OHMS por mm<sup>2</sup>/m. La resistencia eléctrica de cualquier conductor será:

$$R = r \frac{L}{S}$$

$$R = 0.0175 \frac{L}{S}$$

Donde:

R = Resistencia del cobre en Ohms.

r = Resistividad del cobre a 24° C.

r = 0.0175 Ohms mm<sup>2</sup>/m.

S = Sección del conductor en mm<sup>2</sup>.

De la ley de Ohm:

$$e = IR$$

Sustituyendo R en la ecuación anterior:

También

$$e = \frac{0.0175 LI}{S} \dots\dots\dots 1$$

Y

$$I = \frac{eS}{0.0175 LS} \dots\dots\dots 2$$

$$S = \frac{0.0175 LI}{e} \dots\dots\dots 3$$

donde:

L = Longitud del circuito en metros.

La fórmula 1 da la caída de tensión para un calibre determinado y circulando una corriente específica.

La fórmula 2 indica la corriente que produce una caída de tensión en un alambre de calibre dado.

La fórmula 3 indica el calibre correcto para una cierta caída de tensión y una corriente específica.

#### 4.2 Cálculo de conductores por capacidad de corriente.

La corriente alterna de línea en un conductor para diferentes sistemas de distribución, se puede determinar partiendo de las siguientes fórmulas.

Una fase (2 Hilos)

$$I = \frac{W}{E_f \cos \phi}$$

Tres fases (3 Hilos)

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} E_f \cos \phi}$$

$$I = \frac{W}{3E_N \cos \phi}$$

## Tres fases (4 Hilos)

Donde:

I = Corriente en el conductor.

W = Potencia en Watts.

Cos  $\phi$  = Factor de potencia.

$E_f$  = Tensión entre fases.

$E_N$  = Tensión entre fase y neutro.

### 4.3 Cálculo de conductores por caída de tensión.

El cálculo de la sección transversal de un conductor para diferentes sistemas de distribución en corriente alterna partiendo de las siguientes fórmulas:

Una fase (dos hilos)

$$S = \frac{4 LI}{E_f e \%}$$

Tres fases (tres hilos)

$$S = \frac{2 \sqrt{3} LI}{E_f e \%}$$

Donde:

I = Corriente en el conductor.

$E_f$  = Tensión entre fases.

$E_N$  = Tensión entre fase y neutro.

e% = Caída de tensión expresada en por ciento.

S = Sección del conductor en mm<sup>2</sup>.

## 4.4 Ejemplos

1. Calcular la corriente, calibre de conductores eléctricos con aislamiento tipo TW, si en una instalación eléctrica se tiene una carga total instalada de 3800 watts, resultado de sumar sólo cargas parciales monofásicas (alumbrado y contactos).

Datos:

$W = 3800$  watts

$E_n = 127.5$  volts

Como son solo cargas monofásicas y la suma total no sobrepasa el valor de 4000 watts, el sistema debe ser monofásico a dos hilos ( $1\phi - 2h$ ), por lo tanto.

$$W = EnI\cos\theta$$

Entonces despejando la corriente

$$I = \frac{W}{En\cos\theta}$$

Cuando no se da el factor de potencia (f.p) o  $\cos\phi$  como dato se supone que variará entre 0.85 y 0.90 ya que en ningún caso la carga es totalmente resistiva

$$I = \frac{W}{En\cos\theta} = \frac{3800}{127.5 \times 0.85} = \frac{3800}{108.35} = 35amp$$

Como en ninguna instalación eléctrica se utiliza la carga total instalada, se necesita el factor de demanda o factor de utilización que varía de (0.6 a 0.9), como no se especifica es si se trata de casa habitación o de oficinas, etc., se aplicará un  $F.U = F.D. = 0.70$  al multiplicar la corriente calculada por F.U, se obtiene la corriente máxima efectiva, conocida como corriente corregida.

$$I_c = 35 \times 0.70 = 24.5$$

Para una corriente de 24.5, se necesitan conductores eléctricos con aislamiento tipo TW calibre # 10 que transportan hasta 30 Amp. (Ver tabla 8)

2. Calcular la corriente, el calibre de los conductores eléctricos (alimentadores generales) para una carga total instalada de 7400 watts, resultado de sumar solo cargas monofásicas.

Datos:

$W = 7400$  watts

$E_n = 127.5$

$\text{Cos}\phi = 0.85$

F.U. = F.D. = 0.70

Aislamiento T.H.W

Si todas las cargas son monofásicas y el valor de la carga total es mayor a 4000 watts pero menos a 8000 wattts, el sistema es monofásico a tres hilos ( $2\phi - 3h$ ), por lo tanto.

$$W = 2EnICos\phi$$

$$I = \frac{W}{2EnCos\phi}$$

$$I = \frac{7400}{2 \times 127.5 \times 0.85} = \frac{7400}{216.75} = 34.14 \text{ Amp}$$

$$I_c = I \times F.U = I \times F.D = 34.14 \times 0.70 = 13.9$$

Para una corriente efectiva máxima aproximada de 23.9 Amp., es necesario instalar conductores eléctricos con aislamiento tipo THW calibre 12 como mínimo ver tabla 8

en virtud de de que el Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas impide calibres menores al # 12 para alimentadores generales.

3. Calcular el calibre de los conductores eléctricos (alimentadores generales) por corriente, para una carga total instalada de 8200 watts, resultado de sumar sólo cargas trifásicas

Datos

$$W = 8200 \text{ watts}$$

$$E_f = 220 \text{ volts}$$

$$\text{Cos}\phi = 0.85$$

$$F.U = F.D = 0.80$$

Considerando una eficiencia promedio  $n = 0.80$

Y un aislamiento TW

Si todas cargas son trifásicas, el sistema debe ser necesariamente un trifásico a tres hilos ( $3\phi - 3h$ )

$$W = \sqrt{3}E_f I \text{Cos}\phi n$$

$$I = \frac{W}{\sqrt{3}E_f \text{Cos}\phi n}$$

$$I = \frac{8200}{1.73 \times 220 \times 0.85 \times 0.80} = \frac{8200}{258.81} = 31.68$$

$$\text{Corriente corregida} = I_c = I \times F.U.$$

$$I_c = 31.68 \times 0.80 = 25.34 \text{ Amp}$$



**Para una corriente efectiva aproximada de 25.34 Amp., es necesario utilizar conductores eléctricos con aislamiento tipo TW calibre # 10 que conducen en condiciones normales hasta 30 Amp.**

# **CAPÍTULO V**

**Diseño Del Programa Para El Cálculo De Iluminación Interior Y  
Cálculo De Conductores**

## 5.1 Visual Basic

Es un poderoso lenguaje de programación que permite elaborar aplicaciones en ambiente gráfico Windows. Este consiste en cuatro elementos fundamentales:

- a) las formas donde diseñamos propiamente nuestro programa
- b) las propiedades que marcan las características particulares de cualquier control y definen como lo verá el usuario.
- c) Los eventos que marcan el comportamiento de los controles como ejemplo cuando damos click en un botón o doble click en una etiqueta.

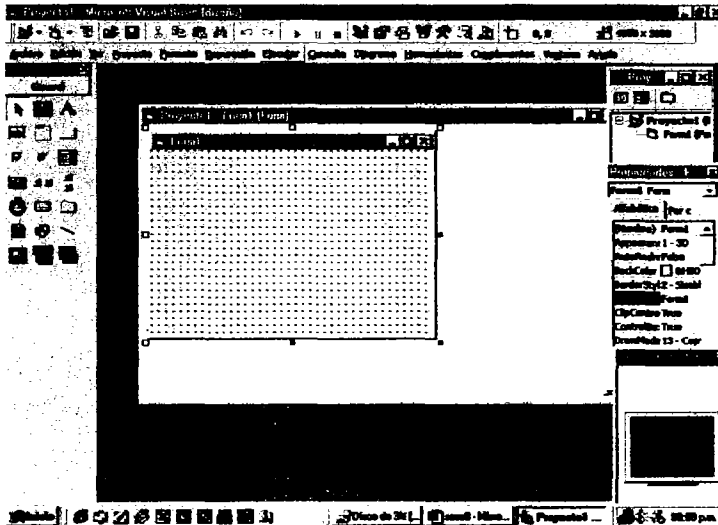


Figura 5.1 Pantalla de Visual Basic

## 5.2 Diseño de las pantallas de presentación

Dentro de los elementos que maneje para la presentación ubique dos imágenes en un control llamado picture donde visualizamos el escudo de nuestra

casa de estudios y el de la Enep Aragón. Coloque 6 etiquetas sin ningún caption ya que aparecerán al momento de correr el programa los datos que aparecerán son:

- A) Universidad Nacional Autónoma de México
- B) Escuela de Estudios Profesionales
- C) Aragón
- D) El nombre de quien presenta la tesis
- E) Y el del asesor

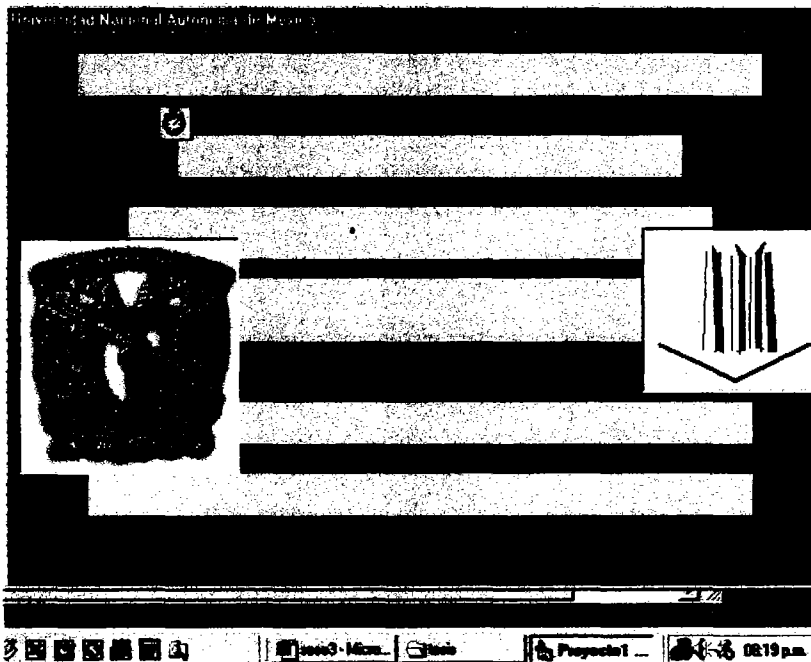


Figura 5.2. Pantalla de presentación en modo de edición

Para realizar el movimiento del texto coloque un timer que es un control el cual me permite dar un tiempo para manejar un control a una acción el código utilizado es:

```
Private Sub Timer1_Timer()
```

Se define las características de la forma

Form1.BackColor = &HFF0000

color de fondo

Timer1.Enabled = 0

deshabilito el timer

Picture2.BackColor = &HFF0000

El color de la imagen 2

Picture1.BackColor = &HFF0000

El color de la imagen 1

For a = 6000 To 1200 Step -1

Con el ciclo for identifico el

píxel que tomará la propiedad top y la variable a para colocar la etiqueta número 1. Iniciará desde el píxel 6000 y terminará en 1200

Label1.BackColor = &HFF0000

Label1.FontItalic = 1

Para el primer letrero(label1) el

Label1.FontSize = 15

tipo de letra será cursiva, tama-

Label1.Top = a

ño 15

Label1.Caption = "UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO"

b = a + 1000

Para el letrero 2 es la posición a

Label2.BackColor = &HFF0000

más 1000

Label2.Top = b

Label2.Caption = " ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES"

c = b + 1000

Label3.BackColor = &HFF0000

Así para cada caso

Label3.FontItalic = 1

Label3.FontSize = 25

Label3.Top = c

Label3.Caption = "ARAGON"

d = c + 1000

Label4.BackColor = &HFF0000

Label4.Top = d

Label4.Caption = "PROYECTO DE TESIS"

E = d + 1000

Label5.BackColor = &HFF0000

Label5.Top = E

Label5.FontSize = 15

Label5.Caption = "PRESENTA: PEDRO GRAJEDA ESTRADA"

F = E + 1000

Label6.BackColor = &HFF0000

Label6.Top = F

Label6.Caption = "ASESOR: ING. JUAN ANTONIO VILLANUEVA ORTEGA"

Next a

For I = 1 To 50000000

Este ciclo for es para dar un

Next I

retardo y se pueda leer todos

Unload Me

los datos, después del retardo

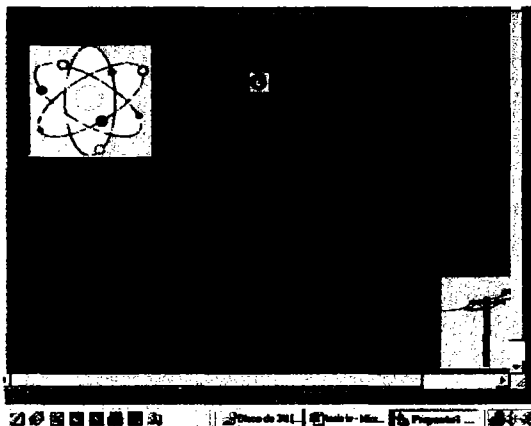
Form2.Show

pasará directamente a la forma 2

End Sub

Para la forma 2 decidí mover tanto el texto como las imágenes para a diferencia de la primera forma estos se moverán en sentido horizontal.

Para la cual la coloque también dos imágenes y dos textos.



### 'MOVIMIENTO DE LAS LETRAS

For c = 4000 To 2000 Step -30

Beep

Label1.Top = 2715

Utilice un ciclo for inverso para que las fueran de derecha a izquierda utilizando la propiedad

```

Label1.FontSize = 40
Label1.Caption = "C I I A C"
Label1.Left = c
d = c + 500
Label2.Top = 3500
Label2.FontSize = 15
Label2.Caption = "Cálculo de Iluminación Interior Asistido por computadora"
Label2.Left = 5000 - d
Next c
'MOVIMIENTO DE LAS FIGURAS
For a = 7500 To 300 Step -50
Picture2.Left = a
b = 7500 - a
Picture1.Left = b
Beep
Next a
Timer1.Enabled = 0
Form3.Show

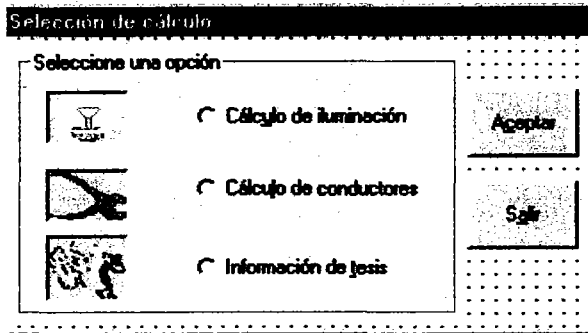
```

### 5.3 Forma de selección

Para esta forma decidí colocar un frame con tres botones de selección

- a) calculo de Iluminación
- b) Cálculo de conductores
- c) Información de la tesis

Un botón de comando par colocar el código donde maneje instrucciones if then else que permiten manejar dos condiciones.



Private Sub Command1\_Click()

If Option1 = True Then      Utilice botones de opción para seleccionar ya

Form4.Show                      sea Cálculo de iluminación, cálculo de con-  
 Unload Form2                      ductores o la información de la tesis.

Unload Form3                      El código es mediante if para checar que

Elseif Option2 = True Then      option button esté seleccionado

Form5.Show

Unload Form2

Unload Form3

Elseif Option3 = True Then

Form6.Show

Unload Form2

Unload Form3

Else

End If

End Sub

Private Sub Command2\_Click()

End

End Sub

Private Sub Picture1\_DbClick()

En cada picture en el evento



Form4.Show  
Unload Form2  
Unload Form3

doble click coloque el código  
para que se vaya a la forma  
correspondiente

End Sub

Private Sub Picture2\_DblClick()  
Form5.Show  
Unload Form2  
Unload Form3

## **5.4 Calculo de iluminación**

### **5.4.1 menús desplegables**

En la forma necesitamos colocar en el evento load todos los elementos que se desplegará desde los colores de piso, paredes y techo. También maneje los tipos de lámpara que utilice para el cálculo aclarando que no son las únicas para poder utilizar. Otro elemento que utilizaremos como menú desplegable son las actividades que se desempeñarán en cada local.

```
Private Sub Form_Load()  
' 0.75 Reflectancia  
Combo1.AddItem "Blanco"  
Combo1.AddItem "Azul cielo"  
Combo1.AddItem "Crema"  
Combo1.AddItem "Ante o gris oscuros"  
'0.50 Reflectancia  
Combo1.AddItem "Verde"  
Combo1.AddItem "Amarillo"  
Combo1.AddItem "Gis medianos"
```

Combo1.AddItem "Azul rey"

'0.30 Reflectancia

Combo1.AddItem "Gris oscuro"

Combo1.AddItem "Azul oscuro"

Combo1.AddItem "Cafe"

Combo1.AddItem "Verde oscuro"

'0.10 Reflectancia

Combo1.AddItem "Acabados en madera"

' 0.75 Reflectancia

Combo2.AddItem "Blanco"

Combo2.AddItem "Azul cielo"

Combo2.AddItem "Crema"

Combo2.AddItem "Ante o gris oscuros"

'0.50 Reflectancia

Combo2.AddItem "Verde"

Combo2.AddItem "Amarillo"

Combo2.AddItem "Gris medianos"

Combo2.AddItem "Azul rey"

'0.30 Reflectancia

Combo2.AddItem "Gris oscuro"

Combo2.AddItem "Azul oscuro"

Combo2.AddItem "Cafe"

Combo2.AddItem "Verde oscuro"

'0.10 Reflectancia

Combo2.AddItem "Acabados en madera"

' 0.75 Reflectancia

Combo3.AddItem "Blanco"

Combo3.AddItem "Azul cielo"

Combo3.AddItem "Crema"

**Combo3.AddItem "Ante o gris oscuros"**

**'0.50 Reflectancia**

**Combo3.AddItem "Verde"**

**Combo3.AddItem "Amarillo"**

**Combo3.AddItem "Gis medianos"**

**Combo3.AddItem "Azul rey"**

**'0.30 Reflectancia**

**Combo3.AddItem "Gris oscuro"**

**Combo3.AddItem "Azul oscuro"**

**Combo3.AddItem "Cafe"**

**Combo3.AddItem "Verde oscuro"**

**'0.10 Reflectancia**

**Combo3.AddItem "Acabados en madera"**

**'tipos de lámparas**

**Combo4.AddItem "Iluminación comercial tbs305 2X2"**

**Combo4.AddItem "Iluminacion comercial tbs305 1X4"**

**Combo4.AddItem "HI-LO Iluminación interior"**

**Combo4.AddItem "MAXIFLEX Iluminación interior"**

**Combo5.AddItem "ACERO"**

**Combo5.AddItem "ACUMULADORESmanufactura de (Moldeado de celdas)"**

**Combo5.AddItem "ARCILLA Y CEMENTO, PRODUCTOS DE (Molienda, prensa filtrado, hornos de secado vaciado y desvastado"**

**Combo5.AddItem "ARCILLA Y CEMENTO, PRODUCTOS DE (Esmaltado, pintura y vidriado (trabajo burdo))"**

**Combo5.AddItem "ARCILLA Y CEMENTO, PRODUCTOS DE (Pintura y vidriado (Trabajo fino))"**

**Combo5.AddItem "AUTOMOVILES, MANUFACTURA DE(Ensamblado bastidor"**

Combo5.AddItem "AUTOMOVILES, MANUFACTURA DE(Ensamblado chasis)"

Combo5.AddItem "AUTOMOVILES, MANUFACTURA DE(Ensamble final e inspección)"

Combo5.AddItem "AUTOMOVILES, MANUFACTURA DE(Ensamblado bastidor)"

Combo5.AddItem "AUTOMOVILES, MANUFACTURA DE(Manufactura carrocería (Ensamblado)) "

Combo5.AddItem "AUTOMOVILES, MANUFACTURA DE(Manufactura carrocería (Partes))"

Combo5.AddItem "AUTOMOVILES, MANUFACTURA DE(Manufactura carrocería (Acabado e inspección))"

Combo5.AddItem "AVIONES, MANUFACTURA DE(PARTES (Producción))"

Combo5.AddItem "AVIONES, MANUFACTURA DE(PARTES (Inspección))"

Combo5.AddItem "AVIONES, MANUFACTURA DE(ACABADO DE PIEZAS(taladrado, remachado y apretado de tornillos.))"

Combo5.AddItem "AVIONES, MANUFACTURA DE(Cuarto pintura)"

Private Sub maxi\_Click()  
 Form10.Show  
 End Sub

#### **5.4.2 Botones de opción (mantenimiento)**

Para estos coloque botones de opción y generé tres tipos de mantenimiento, donde deberemos de seleccionar uno de ellos englobando el mantenimiento que llevaremos a cabo el factor de pérdidas totales reúne las características del mantenimiento

$$FPT = (DLL)(DPL)(DPSL)$$

a) "Atmósfera y trabajos completamente sucios, mantenimiento pobre o esporádico del equipo de iluminación. Reemplazo de lámparas sólo quemadas"

b) "Condiciones atmosféricas menos favorable, limpieza de luminarias a intervalos frecuentes y reemplazo de lámparas sólo después de haberse quemado"

c) "Aire limpio, libre de humos y polvos, luminarios programados para limpieza frecuente y sistemático de lámparas"

#### 5.4.3 Cálculo de luminarias

Coloqué un botón para calcular el número de luminarias, que tomarán el valor de las cajas de texto y representarán :

a = Val(Text1.Text)	El largo del local
b = Val(Text2.Text)	El ancho
c = Val(Text3.Text)	Alto del local
d = Val(Text4.Text)	Distancia del techo a la lámpara
E = Val(Text5.Text)	Altura del área de trabajo

Con las fórmulas siguientes calculamos las relaciones de cavidad

$$RCL = \frac{5H (LARGO+ANCHO)}{LARGO \times ANCHO}$$

$$rct = (5 * d * (a + b)) / (a * b)$$

$$rcf = (5 * (c - d - E) * (a + b)) / (a * b)$$

$$rcp = (5 * E * (a + b)) / (a * b)$$

El código que vemos a continuación, calcula el tipo de mantenimiento para un mantenimiento bueno:

```
If Option1 = True Then
    mant = 0.85
Else
    para un mantenimiento mediano
If Option2 = True Then
    mant = 0.75

Else
    Para un mantenimiento pobre
If Option3 = True Then
    mant = 0.65
Else
End If
End If
End If
```

Finalizo tomando todos los valores y encontrando el número de luminarias para cada caso e imprimiendo en la etiqueta 13.

```
N = (nivel * (a * b)) / (flujo * tabla * L * mant)
Label13.Caption = Format$(N)
End Sub
Private Sub Command3_Click()
Text1.Text = ""
```

Text2.Text = ""

Text3.Text = ""

Text4.Text = ""

Text5.Text = ""

End Sub

## 5.5 cálculo de conductores por corriente

Para el cálculo de conductores necesitamos la potencia en contactos y luminarias, necesitamos también el factor de potencia, el de utilización y tipo de aislamiento que manejaremos.

### 5.5.1. Potencia menor a 4000 w

Para una potencia menor a 4000 w, tendremos un sistema monofásico a 2 hilos para ello utilizaremos la fórmula siguiente.

$$I = \frac{W}{E \cos \theta}$$

Y corregiremos la I multiplicándola por el factor de utilización y manejaremos esta corriente corregida para encontrar el valor de tablas

### 5.5.2 Potencia mayor a 4000 pero menor a 8000 w

Para una potencia mayor a 4000 pero menor a 8000. tendremos un sistema monofásico a tres hilos

$$I = \frac{W}{2 E \cos \theta}$$

Y corregiremos la I multiplicándola por el factor de utilización y manejaremos esta corriente corregida para encontrar el valor de tablas

### 5.5.3 Potencia mayor a 8000 w

Para cargas monofásicas para alumbrado y contactos pero que sobrepasan 8000 W el sistema elegido será un trifásico a 4 hilos

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} E_f \cos \phi}$$

Para el cálculo de estas corrientes utilizaremos dos textbox para tomar los datos y los guardaremos en:

W1 = Val(Text1.Text)

W2 = Val(Text2.Text)

Sumamos la potencia total

W3 = W1 + W2

' CARGAS MONOFÁSICAS

' todo para carga monofásica y potencia de alumbrado

If W3 < 4000 Then

Cargamos el sistema que se utilizará para esta potencia

Label3.Caption = "Sistema monofásico a 2 hilos(1f-2h)"



Junto con su diagrama

Picture1.Picture = LoadPicture("C:\TESIS\MONO2hilos.jpg")

Seleccionamos el factor de potencia desde el combo3 e ira de 0.70 a 1

Select Case Combo3.Text

Case "0.70"

a = 0.7

Case "0.75"

a = 0.75

Case "0.80"

a = 0.8

Case "0.85"

a = 0.85

Case "0.90"

a = 0.9

Case "0.95"

a = 0.95

Case "1"

a = 1

End Select

$I = W3 / (110 * a)$

Calculamos la corriente que circulará por los conductores y seleccionamos del combo1 el factor de utilización para corregir la corriente

Label10.Caption = I

'selecciona el F.U

Select Case Combo1.Text

Case "0.60"

b = 0.6

Case "0.65"

b = 0.65

Case "0.70"

b = 0.7

Case "0.75"

b = 0.75

Case "0.80"

b = 0.8

Case "0.85"

b = 0.85

Case "0.90"

b = 0.9

End Select

ic = I \* b

Label12.Caption = ic

Imprimimos la corriente corregida en label12 y seleccionamos el tipo de aislamiento solo tome en cuenta el TW y el THW para comparar los datos de la tabla 2 del apéndice

Selecciona el tipo de aislamiento

Cuando seleccionamos el tipo de aislamiento compararemos al corriente corregida con los valores de la tabla dándonos el calibre del conductor a utilizar y lo imprimiremos en la etiqueta 7

```
Select Case Combo2.Text
```

```
Case "TW"
```

```
If ic < 20 Then
```

```
Label7.Caption = 12
```

```
Else
```

```
If 20 < ic < 30 Then
```

```
Label7.Caption = 10
```

```
Else
```

```
If 30 < ic < 40 Then
```

```
Label7.Caption = 8
```

```
Else
```

```
If 40 < ic < 55 Then
```

```
Label7.Caption = 6
```

```
Else
```

```
If 55 < ic < 70 Then
```

```
Label7.Caption = 4
```

```
Else
```

```
If 70 < ic < 95 Then
```

```
Label7.Caption = 2
```

```
Else
```

```
If 95 < ic < 125 Then
```

```
Label7.Caption = 0
```



End If

---

'para un aislador THW

Case "THW"

If ic < 30 Then

c = 12

Label7.Caption = Format(c)

Else

If 30.1 > ic < 40 Then

c = 10

Label7.Caption = Format(c)

Else

If 40.1 > ic < 50 Then

c = 8

Label7.Caption = Format(c)

Else

If 50.1 > ic < 70 Then

c = 6

Label7.Caption = Format(c)

Else

If 70.1 > ic < 90 Then

c = 4

Label7.Caption = Format(c)

Else

If 90.1 > ic < 120 Then

c = 2

Label7.Caption = Format(c)

Else

If 120.1 > ic < 155 Then

c = 0

Label7.Caption = Format(c)

Else

If 155.1 > ic < 185 Then

Label7.Caption = "00"

Else

If 185.1 > ic < 210 Then

Label7.Caption = "000"

Else

If 210.1 > ic < 235 Then

Label7.Caption = "0000"

```
Else
If 235.1 > ic < 270 Then
Label7.Caption = "250"
Else
If 270.1 > ic < 300 Then
Label7.Caption = "300"
Else
If 300.1 > ic < 325 Then
Label7.Caption = "350"
Else
If 325.1 > ic < 360 Then
Label7.Caption = "400"

Else
If 261.1 > ic < 405 Then
Label7.Caption = "500"
```

```
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End Select
Else
'
```

---

```
If W3 > 4000 And W3 <= 8000 Then
Label3.Caption = "Sistema monofásico a 3 hilos(2f-3h)"
Picture1.Picture = LoadPicture("C:\TESIS\MONO3hilos.jpg")
```

```
Select Case Combo3.Text
Case "0.70"
a = 0.7
Case "0.75"
a = 0.75
Case "0.80"
a = 0.8
```

Case "0.85"

a = 0.85

Case "0.90"

a = 0.9

Case "0.95"

a = 0.95

Case "1"

a = 1

End Select

$I = W3 / (2 * 110 * a)$

Label10.Caption = I

'selecciona el F.U

Select Case Combo1.Text

Case "0.60"

b = 0.6

Case "0.65"

b = 0.65

Case "0.70"

b = 0.7

Case "0.75"

b = 0.75

Case "0.80"

b = 0.8

Case "0.85"

b = 0.85

Case "0.90"

b = 0.9

End Select

ic = I \* b

Label12.Caption = ic

'selecciona el tipo de aislamiento

Select Case Combo2.Text

Case "TW"

if ic < 20 Then

Label7.Caption = 12

Else

If 20 < ic < 30 Then

Label7.Caption = 10

Else

```
If 30.1 > ic < 40 Then
    Label7.Caption = 8
Else
If 40.1 > ic < 55 Then
    Label7.Caption = 6
Else
If 55.1 > ic < 70 Then
    Label7.Caption = 4
Else
If 70.1 > ic < 95 Then
    Label7.Caption = 2
Else
If 95.1 > ic < 125 Then
    Label7.Caption = 0
Else
If 125.1 > ic < 145 Then
    Label7.Caption = "00"
Else
If 145.1 > ic < 165 Then
    Label7.Caption = "000"
Else
If 165.1 > ic < 195 Then
    Label7.Caption = "0000"
Else
If 195.1 > ic < 215 Then
    Label7.Caption = "250"
Else
If 215.1 > ic < 240 Then
    Label7.Caption = "300"
Else
If 240.1 > ic < 260 Then
    Label7.Caption = "350"
Else
If 260.1 > ic < 280 Then
    Label7.Caption = "400"
```





```
Label7.Caption = Format(c)
Else
If 120.1 > ic < 155 Then
c = 0
```

```
Label7.Caption = Format(c)
```

```
Else
```

```
If 155.1 > ic < 185 Then
Label7.Caption = "00"
```

```
Else
```

```
If 185.1 > ic < 210 Then
Label7.Caption = "000"
```

```
Else
```

```
If 210.1 > ic < 235 Then
Label7.Caption = "0000"
```

```
Else
```

```
If 235.1 > ic < 270 Then
Label7.Caption = "250"
```

```
Else
```

```
If 270.1 > ic < 300 Then
Label7.Caption = "300"
```

```
Else
```

```
If 300.1 > ic < 325 Then
Label7.Caption = "350"
```

```
Else
```

```
If 325.1 > ic < 360 Then
Label7.Caption = "400"
```

```
Else
```

```
If 360.1 > ic < 405 Then
Label7.Caption = "500"
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End If
End If
End If
End Select
Else
If W3 > 8000 Then
Label3.Caption = "Sistema elegido trifásico a 4 hilos (3f-4h)"
Picture1.Picture = LoadPicture("C:\TESIS\TRIFA4HILOS.jpg")
```

```
Select Case Combo3.Text
```

```
Case "0.70"
```

```
a = 0.7
```

```
Case "0.75"
```

```
a = 0.75
```

```
Case "0.80"
```

```
a = 0.8
```

```
Case "0.85"
```

```
a = 0.85
```

```
Case "0.90"
```

```
a = 0.9
```

```
Case "0.95"
```

```
a = 0.95
```

```
Case "1"
```

```
a = 1
```

```
End Select
```

```
I = W3 / (Sqr(3) * 2200 * a)
```

```
Label10.Caption = I
```

```
'selecciona el F.U
```

```
Select Case Combo1.Text
```

```
Case "0.60"
```

```
b = 0.6
```

```
Case "0.65"
```

```
b = 0.65
```

```
Case "0.70"
```

```
b = 0.7
```

```
Case "0.75"
```

```
b = 0.75
```

```
Case "0.80"
```

```
b = 0.8
```

```
Case "0.85"
```

```
b = 0.85
```

```
Case "0.90"
```

```
b = 0.9
End Select
ic = l * b
Label12.Caption = ic
'selecciona el tipo de aislamiento
Select Case Combo2.Text
Case "TW"
If ic < 20 Then
    Label7.Caption = 12

Else
If 20.1 > ic < 30 Then

    Label7.Caption = 10

Else
If 30.1 > ic < 40 Then

    Label7.Caption = 8
Else
If 40.1 > ic < 55 Then
    Label7.Caption = 6

Else
If 55.1 > ic < 70 Then
    Label7.Caption = 4

Else
If 70.1 > ic < 95 Then
    Label7.Caption = 2

Else
If 95.1 > ic < 125 Then
    Label7.Caption = 0

Else
If 125.1 > ic < 145 Then

    Label7.Caption = "00"

Else
If 145.1 > ic < 165 Then
    Label7.Caption = "000"

Else
If 165.1 > ic < 195 Then
    Label7.Caption = "0000"
```

```
Else
If 195.1 > ic < 215 Then
Label7.Caption = "250"
```

```
Else
If 215.1 > ic < 240 Then
Label7.Caption = "300"
```

```
Else
If 240.1 > ic < 260 Then
Label7.Caption = "350"
```

```
Else
If 260.1 > ic < 280 Then
Label7.Caption = "400"
```

```
Else
If 280.1 > ic < 300 Then
Label7.Caption = "500"
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End If
```

-----  
para un aislador THW

```
Case "THW"
```

```
If ic < 30 Then
```

```
c = 12
```

```
Label7.Caption = Format(c)
```

```
Else
```

```
If 30.1 > ic < 40 Then
```

```
c = 10
```

```

Label7.Caption = Format(c)
Else
If 40.1 > ic < 50 Then
c = 8
Label7.Caption = Format(c)
Else
If 50.1 > ic < 70 Then
c = 6
Label7.Caption = Format(c)
Else
If 70.1 > ic < 90 Then
c = 4
Label7.Caption = Format(c)
Else
If 90.1 > ic < 120 Then
c = 2
Label7.Caption = Format(c)
Else
If 120.1 > ic < 155 Then
c = 0

Label7.Caption = Format(c)

Else
If 155.1 > ic < 185 Then
Label7.Caption = "00"

Else
If 185.1 > ic < 210 Then
Label7.Caption = "000"

Else
If 210.1 > ic < 235 Then
Label7.Caption = "0000"
Else
If 235.1 > ic < 270 Then
Label7.Caption = "250"
Else
If 270.1 > ic < 300 Then
Label7.Caption = "300"
Else
If 300.1 > ic < 325 Then
Label7.Caption = "350"
Else
If 325.1 > ic < 360 Then
Label7.Caption = "400"

```

```
Else
If 261.1 > ic < 405 Then
Label7.Caption = "500"
```

```
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End Select
Else
End If
End If
End If
End Sub
```

```
Private Sub Command2_Click()
```

```
Const MB_OK = 0, MB_OKCANCEL = 1 ' Define el boton.
Const MB_YESNOCANCEL = 3, MB_YESNO = 4
Const MB_ICONSTOP = 16, MB_ICONQUESTION = 32 ' Define el icono
Const MB_ICONEXCLAMATION = 48, MB_ICONINFORMATION = 64
Const MB_DEFBUTTON2 = 256, IDYES = 6, IDNO = 7
Dim DgDef, Msg, respuesta, Titulo ' Declaración de variables.
Titulo = "motores"

Msg = "Da la eficiencia del sistema"
Msg = Msg & " Si o NO?"
DgDef = MB_YESNO + MB_ICONSTOP + MB_DEFBUTTON2 ' Describe dialog.
```

```
W1 = Val(Text1.Text)
W2 = Val(Text2.Text)
W3 = W1 + W2
If W3 > 4000 Then
Label14.Caption = "Sistema trifásico a 4 hilos"
Picture2.Picture = LoadPicture("C:\TESIS\TRIFA4HILOS.jpg")
```

Select Case Combo3.Text

Case "0.70"

a = 0.7

Case "0.75"

a = 0.75

Case "0.80"

a = 0.8

Case "0.85"

a = 0.85

Case "0.90"

a = 0.9

Case "0.95"

a = 0.95

Case "1"

a = 1

End Select

clave = InputBox\$("Eficiencia del Sistema.")

N = Val(clave)

$I = \sqrt{3} / (\text{Sqr}(3) * 220 * a * N)$

Label16.Caption = I

'selecciona el F.U

Select Case Combo1.Text

Case "0.60"

b = 0.6

Case "0.65"

b = 0.65

Case "0.70"

b = 0.7

Case "0.75"

b = 0.75

Case "0.80"

b = 0.8

Case "0.85"

b = 0.85

Case "0.90"

b = 0.9

End Select

ic = I \* b

Label18.Caption = ic

'selecciona el tipo de aislamiento

```

Select Case Combo2.Text
Case "TW"
  If ic < 20 Then
    Label21.Caption = 12
    Label24.Caption = 14
  Else
  If 20.1 > ic < 30 Then

    Label21.Caption = 10
    Label24.Caption = 12
  Else
  If 30.1 > ic < 40 Then

    Label21.Caption = 8
    Label24.Caption = 10
  Else
  If 40.1 > ic < 55 Then
    Label21.Caption = 6
    Label24.Caption = 8
  Else
  If 55.1 > ic < 70 Then
    Label21.Caption = 4
    Label24.Caption = 6
  Else
  If 70.1 > ic < 95 Then
    Label21.Caption = 2
    Label24.Caption = 0
  Else
  If 95.1 > ic < 125 Then
    Label21.Caption = 0
    Label24.Caption = "00"
  Else
  If 125.1 > ic < 145 Then

    Label21.Caption = "00"
    Label24.Caption = "000"
  Else
  If 145.1 > ic < 165 Then
    Label21.Caption = "000"
    Label24.Caption = "0000"
  Else
  If 165.1 > ic < 195 Then
    Label21.Caption = "0000"
    Label24.Caption = "250"
  Else
  If 195.1 > ic < 215 Then
    Label21.Caption = "250"

```





```

Else
If 40.1 > ic < 50 Then
c = 8
Label21.Caption = Format(c)
Label24.Caption = 10
Else
If 50.1 > ic < 70 Then
c = 6
Label21.Caption = Format(c)
Label24.Caption = 8
Else
If 70.1 > ic < 90 Then
c = 4
Label21.Caption = Format(c)
Label24.Caption = 6
Else
If 90.1 > ic < 120 Then
c = 2
Label21.Caption = Format(c)
Label24.Caption = 4
Else
If 120.1 > ic < 155 Then
c = 0
Label21.Caption = Format(c)
Label24.Caption = 2
Else
If 155.1 > ic < 185 Then
Label21.Caption = "00"
Label24.Caption = 0
Else
If 185.1 > ic < 210 Then
Label21.Caption = "000"
Label24.Caption = "00"
Else
If 210.1 > ic < 235 Then
Label21.Caption = "0000"
Label24.Caption = "000"
Else
If 235.1 > ic < 270 Then
Label21.Caption = "250"
Label24.Caption = "0000"
Else
If 270.1 > ic < 300 Then
Label21.Caption = "300"

```

```

Label24.Caption = "250"
Else
If 300.1 > ic < 325 Then
Label21.Caption = "350"
Label24.Caption = "300"
Else
If 325.1 > ic < 360 Then
Label21.Caption = "400"
Label24.Caption = "350"
Else
If 261.1 > ic < 405 Then
Label21.Caption = "500"
Label24.Caption = "500"
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End If
End Select
End If
End Sub

```

```
Private Sub Command3_Click()
```

```

Const MB_OK = 0, MB_OKCANCEL = 1 ' Define el botón.
Const MB_YESNOCANCEL = 3, MB_YESNO = 4
Const MB_ICONSTOP = 16, MB_ICONQUESTION = 32 ' Define el icono
Const MB_ICONEXCLAMATION = 48, MB_ICONINFORMATION = 64
Const MB_DEFBUTTON2 = 256, IDYES = 6, IDNO = 7
Dim DgDef, Msg, respuesta, Titulo ' Declaración de variables.
Titulo = "motores"

```

```
Msg = "Da la eficiencia del sistema"
```

```
Msg = Msg & " Si o NO?"
```

```
DgDef = MB_YESNO + MB_ICONSTOP + MB_DEFBUTTON2 ' Describe dialog.
```

```
W1 = Val(Text1.Text)
W2 = Val(Text2.Text)
W3 = W1 + W2
```

```
Label25.Caption = "Sistema trifásico a 3 hilos"
Picture3.Picture = LoadPicture("C:\TESISTRIFA3HILOS.jpg")
```

```
Select Case Combo3.Text
```

```
Case "0.70"
```

```
a = 0.7
```

```
Case "0.75"
```

```
a = 0.75
```

```
Case "0.80"
```

```
a = 0.8
```

```
Case "0.85"
```

```
a = 0.85
```

```
Case "0.90"
```

```
a = 0.9
```

```
Case "0.95"
```

```
a = 0.95
```

```
Case "1"
```

```
a = 1
```

```
End Select
```

```
clave = InputBox$("Eficiencia del Sistema,")
N = Val(clave)
```

```
I = W3 / (Sqr(3) * 220 * a * N)
```

```
Label27.Caption = I
```

```
'selecciona el F.U
```

```
Select Case Combo1.Text
```

```
Case "0.60"
```

```
b = 0.6
```

```
Case "0.65"
```

```
b = 0.65
```

```
Case "0.70"
```

```
b = 0.7
```

```
Case "0.75"
```

```
b = 0.75
```

```
Case "0.80"
```

```
b = 0.8
```

```
Case "0.85"
```

```
b = 0.85
Case "0.90"
b = 0.9
End Select
ic = l * b
Label29.Caption = ic
'selecciona el tipo de aislamiento
Select Case Combo2.Text
Case "TW"
If ic < 20 Then
    Label31.Caption = 12

Else
If 20.1 > ic < 30 Then

    Label31.Caption = 10
    Else
If 30.1 > ic < 40 Then

    Label31.Caption = 8
    Else
If 40.1 > ic < 55 Then
    Label31.Caption = 6

Else
If 55.1 > ic < 70 Then
    Label31.Caption = 4

Else
If 70.1 > ic < 95 Then
    Label31.Caption = 2

Else
If 95.1 > ic < 125 Then
    Label31.Caption = 0
    Else
If 125.1 > ic < 145 Then
    Label31.Caption = "00"

Else
If 145.1 > ic < 165 Then
    Label31.Caption = "000"
    Else
If 165.1 > ic < 195 Then
    Label31.Caption = "0000"
    Else
If 195.1 > ic < 215 Then
```



```
Else
If 40.1 > ic < 50 Then
c = 8
Label31.Caption = Format(c)

Else
If 50.1 > ic < 70 Then
c = 6
Label31.Caption = Format(c)

Else
If 70.1 > ic < 90 Then
c = 4
Label31.Caption = Format(c)

Else
If 90.1 > ic < 120 Then
c = 2
Label31.Caption = Format(c)
Else
If 120.1 > ic < 155 Then
c = 0

Label31.Caption = Format(c)

Else
If 155.1 > ic < 185 Then
Label31.Caption = "00"

Else
If 185.1 > ic < 210 Then
Label31.Caption = "000"

Else
If 210.1 > ic < 235 Then
Label31.Caption = "0000"

Else
If 235.1 > ic < 270 Then
Label31.Caption = "250"

Else
If 270.1 > ic < 300 Then
Label31.Caption = "300"

Else
If 300.1 > ic < 325 Then
```

```
Label31.Caption = "350"
```

```
Else
```

```
If 325.1 > ic < 360 Then
```

```
Label31.Caption = "400"
```

```
Else
```

```
If 261.1 > ic < 405 Then
```

```
Label31.Caption = "500"
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End Select
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()
```

```
Combo2.AddItem "TW"
```

```
Combo2.AddItem "THW"
```

```
Combo3.AddItem "0.70"
```

```
Combo3.AddItem "0.75"
```

```
Combo3.AddItem "0.80"
```

```
Combo3.AddItem "0.85"
```

```
Combo3.AddItem "0.90"
```

```
Combo3.AddItem "0.95"
```

```
Combo3.AddItem "1"
```

```
Combo1.AddItem "0.60"
```

```
Combo1.AddItem "0.65"
```

```
Combo1.AddItem "0.70"
```

```
Combo1.AddItem "0.75"
```

```
Combo1.AddItem "0.80"
```

```
Combo1.AddItem "0.85"
```



```
Combo1.AddItem "0.90"  
End Sub
```

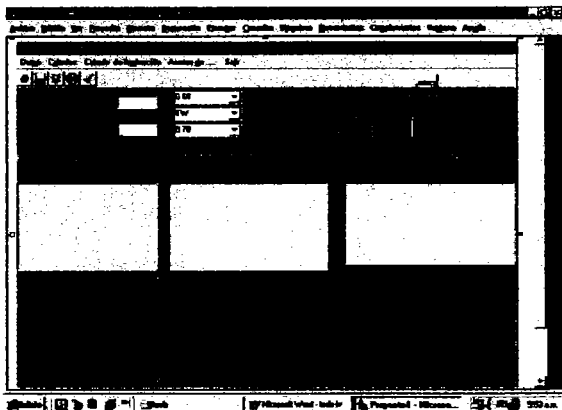
```
Private Sub imp_Click()  
Form5.PrintForm  
End Sub
```

```
Private Sub Label23_Click()  
End  
End Sub
```

```
Private Sub Label44_Click()  
End  
End Sub
```

```
Private Sub Label8_Click()  
End  
End Sub
```

```
Private Sub progra_Click()  
Form1.Show  
End Sub
```



```
Private Sub sal_Click()  
End  
End Sub
```

```
Private Sub Toolbar1_ButtonClick(ByVal Button As MSCComctlLib.Button)  
Select Case Button.Key  
Case "uno"  
Form4.PrintForm
```

```
Case "dos"  
Case "tres"  
Form4.Show  
Unload Me  
Case "cuatro"  
Form1.Show  
Case "cinco"  
End  
End Select  
End Sub
```

# Apéndice

## A

**Niveles de Iluminación. Tabla 1**

La siguiente lista es para interiores recomendados para interiores, medidos en medio del periodo transcurrido entre la puesta en servicio de la instalación y el primer mantenimiento. Se refiere al promedio interior y con un plano de trabajo situado a 75 cm arriba del nivel del suelo. Cuando la zona de trabajo está en diferente posición, el nivel de iluminación será considerado en esa posición.

<b>Lugares</b>	<b>Nivel de Iluminación (Luxes)</b>
<b>Zonas Generales de edificios</b>	
Zonas de circulación (Pasillos)	100
Escaleras fijas y eléctricas	150
Roperos y lavabos	150
Almacenes y archivos	150
<b>Talleres de montaje</b>	
Trabajos pesados: ensamble de maquinaria pesada	300
Trabajos semi-pesados: ensamble de motores y de carrocerías	500
Trabajos finos: ensamble de maquinaria electrónica y de oficinas	750
Trabajos muy precisos: ensamble de instrumentos	
Reproducción e impresión de colores	1500
Grabado en cobre y acero	
Encuadernado	1500
Recortado y enlomado	2000
	500
	750
<b>Industria textil</b>	
Desmenuzado, cardado, estirado	300
Hilado, ovillado, devanado, peinado y teñido	500
Hilado (fino), torcido y trenzado	750
Cosido e inspección	1000
<b>Carpinterías y fábricas de muebles</b>	
Aserraderos	200
Trabajos en banco y ensamble	300
Ebanistería y marquetería	500

Acabado e inspección final	750
<b>Oficinas</b>	
Oficinas normales, mecanografiado y salas de proceso de datos	500
Oficinas generales extensas	750
Salas de dibujo	750
Salas de conferencias	500
<b>Escuelas</b>	
Salones de clase y auditorios	300
Laboratorios, bibliotecas, salas de lectura y pintura	500
<b>Tiendas, comercios y zonas de exposición</b>	
Tiendas tradicionales	300
Supermercados	750
Museos y galerías de arte	
◆ Objetos sensibles a la luz	150
◆ Objetos insensibles a la luz	300
<b>Edificios públicos</b>	
Cines:	
◆ Sala de proyección	50
◆ Vestíbulo	150
Teatros y salas de concierto:	
◆ Salón	100
◆ Vestíbulo	200
Iglesias	
◆ Nave	100
◆ Coro	150
<b>Hogares y hoteles</b>	
Hogares:	
Dormitorios:	
◆ General	50
◆ En las cabeceras de la cama	200
Cuartos de aseo:	
◆ General	100
◆ Afeitado y maquillado	500
Cuartos de estar	
◆ General	100
◆ Lectura y costura	500
Escaleras	100
Cocinas:	
◆ General	300
◆ Zonas de trabajo	500
Cuartos de trabajo o estudio	300
Cuartos de niños	150
Hoteles:	
Vestíbulo de entrada	
Comedor	300
Cocina	200
Dormitorios, baños:	500
◆ General	
◆ Local	100
	300
<b>Hospitales</b>	

Salas y habitaciones	
◆ Alumbrado general	100
◆ Examen	300
◆ Lectura	200
◆ Circulación nocturna	5
Salas de Examen:	
◆ Alumbrado general	500
◆ Inspección localizada	1000
Terapia intensiva:	
◆ Cabeceras de cama	50
◆ Observación	750
	300
Salas de enfermeras	
Quirófanos:	
◆ General	750
◆ Local	30000
Laboratorios y farmacias:	
◆ General	500
◆ Local	750
Salas de autopsia:	
◆ General	750
◆ Local	10000
Salas de consulta:	
◆ General	500
◆ Local	750
<b>Plantas de proceso</b>	
Zonas generales del interior de la planta	300
Procesos automatizados	150
Zonas de control y laboratorio	500
Manufacturas farmacéuticas	500
Inspección	750
Comprobación de colores	1000
Manufactura de neumáticos	500
<b>Talleres de confección</b>	
Costura	750
Inspección	1000
Planchado	500
<b>Industrias Eléctricas</b>	
Fábricas de cables	300
Ensamble de aparatos telefónicos	500
Embobinados	750
Montaje de receptores de radio y TV	1000
Ensamble de componentes electrónicos y trabajos de precisión	1500
<b>Industria alimentaria</b>	
Zonas generales de trabajo	300
Procesos automáticos	200
Aderezo manual, inspección	500
<b>Fundiciones</b>	
Naves de fundición	200
Moldeados pesados	300
Moldeados finos, fabricación de núcleos e inspección	500
<b>Vidrio y cerámica</b>	
Zonas de hornos	150

Zonas de mezclado, formado, moldeado y recocido	
Acabados, esmaltados y lustrados	300
Coloreado y decorado	500
Esmerilado de lentes y vajillas	750
Trabajos de precisión	1000
	1500
<b>Hierro y acero</b>	
Plantas de producción que no precisan intervención manual	100
Plantas de producción que precisan intervención manual esporádica	150
Puestos de trabajo permanentemente ocupados	300
Plataformas de control e inspección	500
<b>Industria del cuero</b>	
Zonas generales de trabajo	300
Prensado, cortado, cosido y fabricación de zapatos	
Clasificado, comprobación y control de calidad	750
	1000
<b>Máquinas y talleres de ajuste</b>	
Trabajos ocasionales	200
Trabajos pesados de máquina o banco y soldadura	
Trabajos semi-pesados de máquina o banco y máquinas herramientas	300
Trabajos finos de máquina o banco, máquinas de herramientas precisas, inspección y prueba	500
Trabajo de alta precisión, calibrado e inspección de piezas pequeñas y complicadas	750
	1500
<b>Talleres de pintura y cabinas de aspersión</b>	
Lavado y aspersión burda	300
Pintado, aspersión y revestido ordinario	500
Pintado, aspersión y revestido fino	750
Retocado e igualación de colores	1000
<b>Fábricas de papel</b>	
Fabricación de papel y cartón	300
Procesos automáticos	200
Inspección, clasificación	500
<b>Imprentas y encuadernación</b>	
Máquinas de impresión	500
Composición y corrección de pruebas	750
Pruebas de precisión, retocado y mordentado	1000

**Tabla 2 Clasificación de conductores y características de los aislamientos.**

NOMBRE COMERCIAL	TIPO	TEM. MAX EN °C	MATERIAL AISLANTE	CUBIERTA EXTERIOR	UTILIZACIÓN
Hule resistente al calor	RH	75	Hule resistente al calor	Resistente a la humedad, retardadora	Locales secos
Hule resistente Al calor	RHH	90	Hule resistente al calor	De la flama no metálica	Locales secos
Hule resistente al calor y al humedad	RHW	75	Hule resistente al calor y a la humedad	Resistente a la humedad retardadora de la flama, no metálica	Locales húmedos y secos
Hule látex, resistente al calor	RUH	75	90 % de hule, no molido sin grano	Resistente a la humedad retardadora de la flama, no metálica	Locales secos
Hule látex, resistente a la humedad	RUW	60	90 % de hule, no molido sin grano	Resistente a la humedad retardadora de la flama, no metálica	Locales húmedos y secos
Termoplástico	T	60	Compuesto termoplástico, retardador de la flama	Ninguna	Locales secos
Termoplástico resistente a la humedad	TW	60	Termoplástico resistente al calor, retardador de la flama	Ninguna	Locales se cos y húmedos
Termoplástico resistente al calor	THHN	90	Termoplástico, resistente al calor , retardador de flama	Nylon o equivalente	Locales secos
Termoplástico resistente al calor y la humedad	THW	75	Termoplástico resistente al calor y la humedad	Ninguna	Locales secos y húmedos
		90		Ninguna	Aplicaciones especiales dentro de equipos de alumbrado de destello. Limita a 100 V menos en circuito abierto
Termoplástico resistente al calor y la humedad	THWN	75	Termoplástico, resistente al calor y la humedad, retardador de la flama	Nylon y equivalente	Locales húmedos y secos

Poliétileno vulcanizado resistente a la humedad y al calor	XHHW	75	Poliétileno vulcanizado, retardadora de la flama	Ninguna	Locales húmedos
		90			Locales secos
Termoplástico resistente al calor, a la humedad y al aceite de flama	MTH	60	Termoplástico, resistente a la humedad, al calor y al aceite retardador de la flama	Ninguna o Nylon	Alumbrado de máquinas herramientas en locales húmedos
		90			Alumbrado de máquinas herramientas en locales secos
Termoplástico y asbesto	TA	90	Termoplástico y asbesto	No metálica y retardador de la flama	Alumbrado de tableros solamente
Termoplástico y malla exterior fibrosa	TBS	90	Termoplástico	No metálica, retardadora de la flama	Alumbrado de tableros solamente

Continuación tabla 2

Sintético resistente al calor	SIS	90	Hule resistente al calor	Ninguna	Alumbrado de tableros solamente
Aislamiento mineral (cubierta metálica)	MI	85	Oxido de magnesio	Cobre	Locales húmedos y secos
		250		Cobre	Aplicaciones especiales
Conductor monofásico para alimentador o circuito derivado en instalaciones subterráneas	UF	60	Resistente al calor	Integral al aislamiento	Para uso subterráneo directamente enterrado, como alimentador o circuitos derivados con protección de sobrecorriente adecuado
		70	Resistente al calor y a la humedad		
Conductor monofásico para servicio de acometida subterránea	USE	75	Resistente al calor y la humedad	No metálica y resistente a la humedad	Acometida subterránea como alimentador o circuitos derivados subterráneos
Silicon y asbesto	SA	90	Hule silicón	Asbesto o fibra de vidrio	Locales secos
		125			Aplicaciones especiales
Etileno propileno fluorinado	FEP	90	Etileno propileno fluorinado	Ninguna	Locales secos
	FEPB	200		Malla de fibra de vidrio o de asbesto	Locales secos y aplicaciones especiales
Cambray y	V	85	Cambray y	No metálica o de	Locales secos



barnizado			barnizado	plomo	
Cambray barnizado y asbesto	AVA	110	Cambray barnizado y asbestos impregnados	Malla de asbesto o fibra de vidrio	Locales secos
	AVL	110		Cubierta de plomo	Locales húmedos y secos
	AVB	90	Cambray barnizado y asbestos impregnados	Malla de algodón retardadora de plomo flama (alumbrado de tableros)	Locales secos únicamente
Asbestos	A	200	Asbesto	Sin malla de asbesto	Locales secos, solamente para guías dentro de aparatos en tuberías de alimentación conectadas a aparatos limitados a 300 Volts
	AA	200	Asbesto	Con malla de asbesto o fibra de vidrio	
	AI	125	Asbesto impregnado	Sin malla de asbesto	
	AIA	125	Asbesto impregnado	Con malla de asbesto o fibra de vidrio	Locales secos, solamente para guías dentro de aparatos, en tuberías conectadas a aparatos en alumbrado abierto
Papel		85	Papel	Cubierta de plomo	Para conductores de servicio subterráneo y distribución

Transcrita de la tabla 3.5.1.a del MANUAL CENELEC

**Tabla 3 Factores de corrección por temperatura.**

TEMPERATURA AMBIENTE EN °C	PARA TEMPERATURAS SUPERIORES A 30° C. MULTIPLIQUE LAS AMPICIDADES MOSTRADAS EN LA TABLA ANTERIOR POR EL FACTOR APROPIADO PARA DETERMINAR EL MÁXIMO PERMISIBLE DE CORRIENTE DE CARGA							
	60° C	75° C	85° C	90° C	110° C	125° C	200° C	250° C
31 A 40	0.82	0.88	0.90	0.91	0.94	0.95		
41 A 45	0.71	0.82	0.85	0.85	0.90	0.92		
46 A 50	0.58	0.75	0.80	0.82	0.87	0.89		
51 A 55	0.41	0.67	0.74	0.75	0.83	0.86		
56 A 60		0.58	0.67	0.71	0.79	0.83	0.91	0.95
61 A 70		0.35	0.52	0.58	0.71	0.76	0.87	0.91
71 A 75			0.43	0.52	0.66	0.72	0.86	0.89
76 A 80			0.30	0.41	0.61	0.68	0.84	0.87
81 A 90					0.50	0.61	0.80	0.83
91 A 100						0.51	0.77	0.80
101 A 120							0.69	0.72
121 A 140							0.59	0.59
141 A 160								0.54

161 A 180								0.50
181 A 200								0.43
201 A 225								0.30

Tabla obtenida de la NOM-001-SEMP-2000

Tabla 4. Factores de corrección por agrupamiento cuando el número de conductores en una canalización o cableados excede de 3, la corriente de carga máxima permisible de cada conductor deberá reducirse multiplicando por el factor de corrección por agrupamiento correspondiente que se encuentra en la tabla siguiente:

NUMERO DE CONDUCTORES *	POR CIENTO DEL VALOR INDICADO EN LA TABLA
4 A 6	80
7 A 24	70
25 A 42	60
ARRIBA DE 43	50

\* Nos deben considerar conductores neutros o de control

Tabla 5 calibre de los conductores para puesta a tierra de equipos de y canalizaciones interiores.

CAPACIDAD NOMINAL O AJUSTE DEL DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE UBICADO ANTES DEL EQUIPO. CONDUCTOR. ETC	CALIBRE DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA (AWG O MCM)	
	NO MAYOR DE (AMPERES)	COBRE
15	14	12
20	14	12
30	12	10
40	10	8
60	10	8
100	8	6
200	6	4
400	4	2
600	2	2/0
800	1/0	3/0
1000	2/0	4/0
1200	3/0	250 MCM
1600	4/0	350 MCM
2000	250 MCM	400 MCM
2500	350 MCM	500 MCM
3000	400 MCM	600 MCM
4000	500 MCM	800 MCM
5000	700 MCM	1000 MCM
6000	800 MCM	1200 MCM

Tabla 206.58 de las NTIE

**Tabla # 8. Capacidad de corriente promedio de los conductores de 1 a 3 en tubo conduit (todos hilos de fase) y a la intemperie.**

CALIBRE AWG O M.C.M.	TIPO DE AISLAMIENTO			A LA INTERPERIE	
	TW	THW	VINANEL-NYLON Y VINANEL 900	TW	VINANEL NILON9000 THW
14	15	25	25	20	30
12	20	30	30	25	40
10	30	40	40	40	55
8	40	50	50	55	70
6	55	70	70	80	100
4	70	90	90	105	135
2	95	120	120	140	180
0	125	155	155	195	245
00	145	185	185	225	285
000	165	210	210	260	330
0000	195	235	235	300	385
250	215	270	270	340	425
300	240	300	300	375	480
350	260	325	325	420	530
400	280	360	360	455	575
500	320	405	405	515	660
<b>FACTORES DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA AMBIENTE MAYOR DE 30°</b>					
CO	<b>MULTIPLIQUESE LA CAPACIDAD DE CORRIENTE POR LOS SIGUIENTES FACTORES</b>				
40	NO SE USA A MAS DE 35°	0.88 NO A MAS DE 40°	0.90		
45			0.85		
50			0.80		
55			0.74		
<b>FACTORES DE CORRECCIÓN POR AGRUPAMIENTO</b>					
DE 4 A 6 CONDUCTORES 80%					
DE 7 A 20 CONDUCTORES 70%					
DE 21 A 30 CONDUCTORES 60%					

**Tabla # 9 Reflectancias (Referencia: I.E.S. LIGHTING HAND BOOK 1959)**

<b>REFLECTANCIAS EN ACABADO MADERA</b>	
<b>COLOR</b>	<b>REFLECTANCIAS</b>
Maple (claro)	48 %
Encino (claro)	34 %
Avellana (medio)	19 %
Nogal (oscuro)	16 %
Caoba (oscuro)	12 %

<b>REFLECTANCIAS EN ACABADO METALICO</b>	
<b>COLOR</b>	<b>REFLECTANCIAS</b>
Blanco porcelanizado o esmalte horneado	70 - 88 %
Aluminio pálido (especular)	80 - 85 %
Aluminio mate (difuso)	75 %
Pintura aluminio (claro)	79 %
Pintura aluminio (medio)	0 %

<b>REFLECTANCIAS EN VIDRIO</b>	
<b>COLOR</b>	<b>REFLECTANCIAS</b>
Vidrio claro	10 %
Vidrio opaco	15 - 30 %
Con acabado mármol (claro)	20 - 40 %

<b>REFLECTANCIAS EN PLÁSTICO</b>	
<b>COLOR</b>	<b>REFLECTANCIAS</b>
Claro	5 - 10 %
Oscuro	15 - 30 %

<b>REFLECTANCIAS EN ACABADO MATE</b>	
<b>COLOR</b>	<b>REFLECTANCIAS</b>
<b>Blanco</b>	<b>80 - 88 %</b>
<b>MUY CLARO</b>	
<b>Azul verde</b>	<b>76 %</b>
<b>Verde</b>	<b>72 %</b>
<b>Crema</b>	<b>80 %</b>
<b>Amarillo crema</b>	<b>76 %</b>
<b>Azul</b>	<b>70 %</b>
<b>Gris</b>	<b>73 %</b>
<b>CLARO</b>	
<b>Azul verde</b>	<b>70 %</b>
<b>Verde</b>	<b>64 %</b>
<b>Crema</b>	<b>70 %</b>
<b>Amarillo crema</b>	<b>66 %</b>
<b>Azul</b>	<b>55 %</b>
<b>Gris</b>	<b>49 %</b>
<b>Café</b>	<b>35 %</b>
<b>MEDIO</b>	
<b>Azul verde</b>	<b>54 %</b>
<b>Verde</b>	<b>33 %</b>
<b>Crema</b>	<b>44 %</b>
<b>Amarillo crema</b>	<b>55 %</b>
<b>Azul</b>	<b>22 %</b>
<b>Gris</b>	<b>38 %</b>
<b>Café</b>	<b>44 %</b>
<b>OBSCURO</b>	
<b>Amarillo</b>	<b>50 %</b>
<b>Naranja</b>	<b>25 %</b>
<b>Gris</b>	<b>25 %</b>
<b>Rojo</b>	<b>12 %</b>
<b>Café</b>	<b>10 %</b>
<b>Azul</b>	<b>8 %</b>
<b>Verde</b>	<b>7 %</b>

**Tabla # 10 Lámparas Eléctricas (Referencia: Información del Fabricante)**

W	VOLT	BASE	BULBO	ACABADO	LONGITUD TOTAL CM	VIDA HORAS	LUMENES INICIALES	DEPRECIACIÓN
<b>SERVICIO GENERAL</b>								
15	125	MEDIA	A-15	PERLA	8.6	1000	144	13%
25	"	"	A-19	"	9.8	1000	265	15%
40	"	"	"	CL. O PER	10.5	1000	470	9%
60	"	"	"	"	10.5	1000	855	6%
75	"	"	"	"	10.5	1000	1180	6%
100	"	"	"	"	10.7	1000	1720	6%
150	"	"	A-23	"	14.8	1000	2730	9%
200	"	"	PS-25	"	17.0	1000	3750	9%
300	"	"	PS-30	"	20.0	1000	6000	12%
300	"	MOGUL	PS-35	"	23.0	1000	5700	12%
500	"	"	PS-40	CLARO	24.1	1000	9900	12%
750	"	"	PS-52	"	32.4	1000	15600	12%
1000	"	"	"	"	32.4	1000	21600	15%
1500	"	"	"	"	32.4	1000	33000	21%
<b>REFLECTORES DE USO INTERIOR</b>								
30	125	MEDIA	R-20	DIFUSO	10.2	2000	200	15%
50	125	MEDIA	R-20	DIFUSO	10.2	2000	430	15%
75	125	MEDIA	R-30	Dif. O Con.	12.7	2000	840	15%
150	125	MEDIA	R-40	Dif. O Con.	15.9	2000	1725	15%
200	125	MEDIA	R-40	Dif. O Con.	15.9	2000	3600	15%
300	125	MED. FALD.	R-40	Dif. O Con.	16.5	2000	6500	15%
500	125	MOG. MEC	R-40	Dif. O Con.	17.8	2000	6500	15%
500	125	MOGUL	R-52	DIFUSO	29.0	2000	8300	15%
750	125	MOGUL	R-52	DIFUSO	29.0	2000	12700	15%

**Continuación Tabla # 10**

REFLECTORES USO EXTERIOR								
75	125	MEDIA	PAR-38	Dif. O Con	15.6	2000	730	15%
150	125	MEDIA	PAR-38	Dif. O Con	15.6	2000	1730	15%
200	125	MED. PROL	PAR-56	Dif. O Con	12.7	2000	3660	15%
500	125	MED. PROL	PAR-64	Dif. O Con	15.3	2000	6000	15%

**Continuación Tabla # 10**

FLOURESCENTES								
WATT	TIPO	ENCENDIDO	BULBO	ACABADO	LONG. TOTAL CM	VIDA HORAS	LUMENS INICIALES	DEPRECIACIÓN
<b>SERVICIO GENERAL</b>								
15	STANDARD	STANDARD	T-8	B.FRÍO	45.7	7500	830	15%
15	"	"	"	L.DIA	"	"	710	"
15	"	"	T-12	B.FRÍO	"	"	735	14%
15	"	"	"	L.DIA	"	"	620	"
20	"	"	"	B.FRÍO	61.0	"	1170	13%
20	"	"	"	L.DIA	"	"	935	"
40	E RAPIDO	RAPIDO	"	B.FRÍO	122.6	9000	3160	10%
40	"	"	"	L.DIA	"	"	2600	"
32	SLIMLINE	INSTANTÁNEO	"	B.FRÍO	"	"	2000	14%
38	"	"	"	L.DIA	"	"	2400	"
55	"	"	"	B.FRÍO	183.0	"	4280	9%
55	"	"	"	L.DIA	"	"	3690	"
74	"	"	"	B.FRÍO	244.0	"	8050	"
74	"	"	"	L.DIA	"	"	5660	"
87	H.O.	RAPIDO	"	B.FRÍO	183.0	"	6200	11%
87	"	RAPIDO	"	L.DIA	"	"	5170	"

### Continuación Tabla # 10

WATTS	TIPO	ENCENDIDO	BULBO	ACABADO	LONGITUD TOTAL (CM)	VIDA HORAS	LUMENES INICIALES	DEPRECIACIÓN
110	"	"	"	B.FRÍO	244.0	"	6900	12%
140	"	"	"	L.DÍA	"	"	7500	"
110	V.H.O	"	"	B.FRÍO	122.0	6000	6900	20%
110	"	"	"	L.DÍA	"	"	5900	"
160	"	"	"	B.FRÍO	183.0	"	11100	"
160	"	"	"	L.DÍA	244.0	"	9700	"
215	"	"	"	B.FRÍO	"	"	10000	"
215	"	"	"	L.DÍA	"	"	13300	"
110	P.GROOVE	"	PG-17	B.FRÍO	122.0	"	6900	"
110	"	"	"	L.DÍA	"	"	6150	"
160	"	"	"	B.FRÍO	183.0	"	10900	"
160	"	"	"	L.DÍA	"	"	9700	"
215	"	"	"	B.FRÍO	144.0	"	15500	"
215	"	"	"	L.DÍA	"	"	13300	"

### VAPORES METÁLICOS

WATTS	BASE	BULBO	ACABADO	LONG. TOTAL (CM)	VIDA HORAS	LUMENES	DEPRECIACIÓN %	POSICION	PERDIDA EN EL BALASTRO WATTS
SERVICIO GENERAL									
175	MOGUL	BT-28	FOSFORADO	21.1	7500	14000	27	VERTICAL	34
175	"	"	"	"	10000.0	12000	30	HORIZONTAL	"
250	"	"	"	"	"	20500	22	VERTICAL	43
250	"	"	"	"	"	19.500	26	HORIZONTAL	"
400	"	E 27	"	17.7	17500.0	34000	28	VERTICAL	51
400	"	"	"	"	"	32000	30	HORIZONTAL	"
1000	"	BT-56	"	38.2	11000.0	105000	22	VERTICAL	130
1000	"	"	"	"	10000.0	100000	21	HORIZONTAL	"

### LUZ MIXTA

WATTS	BASE	BULBO	ACABADO	LONG. TOTAL (CM)	VIDA HORAS	LUMENES	DEPRECIACIÓN %	POSICION	VOLTS
SERVICIO GENERAL									
180	MFOIA	BT-28	BLANCO	21.1	8000	2900	18	HOR. o VERT	220
250	MOGUL	BT-28	BLANCO	22.6	6000	5500	15	HOR. o VERT	220
500	MOGUL	BT-36	BLANCO	29.2	6000	12500	17	HOR. o VERT	220

### Continuación Tabla # 10

TUBO CUARZO (HALOGENAS)									
WATTS	VOLTS	BASE	BULBO	ACABADO	LONG. TOTAL (CM)	VIDA HORAS	LUMENES INICIALES	DEPRECIACIÓN	
SERVICIOS GENERALES									
500	120	R7S-15	T30/CI-RSC	CLARO	11.6	2000	10500	12%	
1000	220	"	"	"	18.6	2000	22000	12%	
1500	220	"	"	"	25.4	2000	35000	12%	
2000	220	F-4	"	"	32.0	2000	44000	12%	
100	120	MINICAN	T-4	"	6.9	1000	1800	4%	
150	120	"	"	"	8.9	1500	2900	4%	
200	120	RSC	T-3	"	7.9	1500	3460	4%	
250	120	MINICAN	T-4	"	7.1	2000	4550	4%	
300	120	RSC	T-3	"	11.0	2000	5050	4%	
400	120	"	T-4	"	7.9	2000	7750	4%	
500	120	"	T-3	"	11.9	2000	10950	4%	
1000	220	"	"	"	25.5	2000	21600	4%	
1500	220	"	"	"	28.6	2000	35800	4%	
2000	220	MOG.POSTE	T-30	"	25.4	2000	46000	6%	

### Continuación Tabla # 10

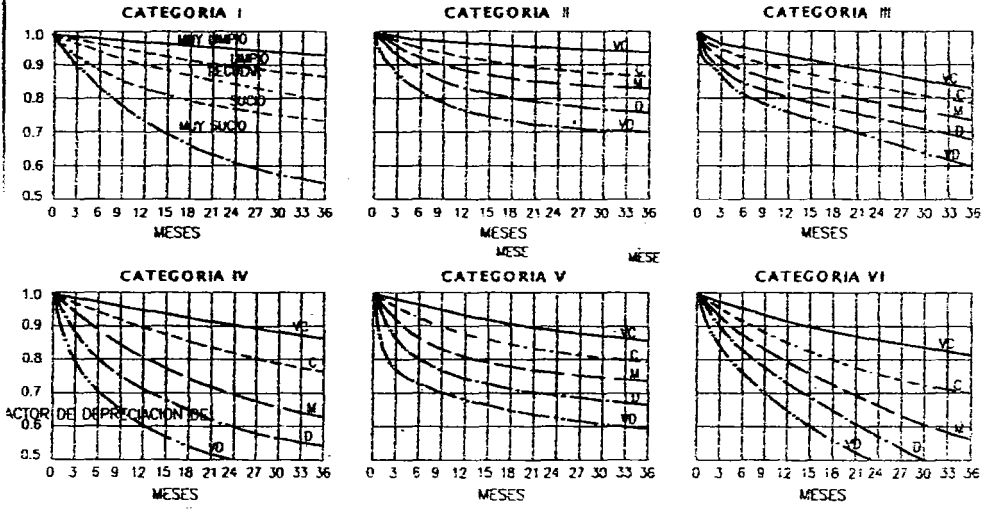
VAPOR DE MERCURIO									
WATTS	BASE	BULBO	ACA BADO	LOG. TOTA L (CM)	VIDA HORAS	LUMEN ES INICIAL ES	DEPRECI ACIÓN %	POSICIÓN	PERDIDA EN EL BALAS TRO WATTS
<b>SERVICIO GENERAL</b>									
175	MOGUL	BT-26	B. DE	21.1	24000	6500	11	VERTICAL	26
250	MOGUL	BT-29	B. DE	21.1	24000	12775	16	VERTICAL	34
400	MOGUL	BT-37	B. DE	29.2	24000	23125	14	VERTICAL	39
700	MOGUL	BT-46	B. DE	36.8	24000	42760	16	VERTICAL	70
1000	MOGUL	BT-56	B. DE	39	24000	61670	23	VERTICAL	100

### Tabla # 11 Factor de Mantenimiento (categoría de mantenimiento)

CATEGORÍA DE MANTENIMIENTO	PARTE SUPERIOR	PARTE INFERIOR
I	1. NADA	1. NADA
II	1. NADA 2. TRANSPARENTE CON 15% O MAS DE LUZ HACIA ARRIBA A TRAVÉS DE LAS ABERTURAS 3. TRANSLUCIDA CON 15% O MAS DE LUZ HACIA ARRIBA A TRAVÉS DE LAS ABERTURAS 4. OPACA CON 15% O MAS DE LUZ HACIA ARRIBA A TRAVÉS DE LAS ABERTURAS	1. NADA 2. REJILLAS O REFLECTORES
III	1. NADA 2. TRANSPARENTE CON MENOS DEL 15% DE LUZ HACIA ARRIBA A TRAVÉS DE LAS ABERTURAS 3. TRANSLUCIDA CON MENOS DEL 15% DE LUZ HACIA ARRIBA A TRAVÉS DE LAS ABERTURAS 4. OPACA CON 15% O MAS DE LUZ HACIA ARRIBA A TRAVÉS DE LAS ABERTURAS	1. NADA 2. REJILLAS O REFLECTORES
IV	1. TRANSPARENTE SIN ABERTURAS 2. TRANSLUCIDO SIN ABERTURAS 3. OPACO SIN ABERTURAS	1. NADA 2. REJILLAS
V	1. TRANSPARENTE SIN ABERTURAS 2. TRANSLUCIDO SIN ABERTURAS 3. OPACO SIN ABERTURAS	1. TRANSPARENTE SIN ABERTURAS 2. TRANSLUCIDO SIN ABERTURAS
VI	1. NADA 2. TRANSPARENTE SIN ABERTURAS 3. TRANSLUCIDO SIN ABERTURAS 4. OPACO SIN ABERTURAS	1. TRANSPARENTE SIN ABERTURAS 2. TRANSLUCIDO SIN ABERTURAS 3. OPACO SIN ABERTURAS



**Tabla # 12 Categorías de Depreciación**



# Apéndice

## B

### Manual de utilización

#### B1. Requisitos del sistema

Procesador 486 o posterior

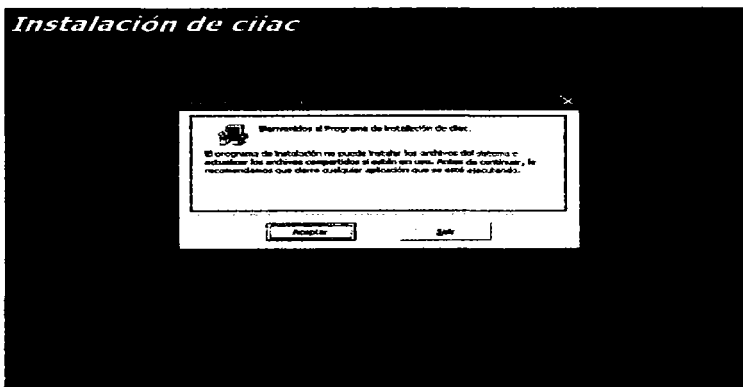
32 megabyte en Ram mínimo

Espacio en disco duro de 5 megabytes

Mouse

#### B.2 Instalación

Para instalar el programa necesitamos colocar el disco en la unidad de CD que se auto ejecutará colocando la ventana siguiente, donde nos dará la bienvenida. Debemos presionar aceptar para continuar la instalación.



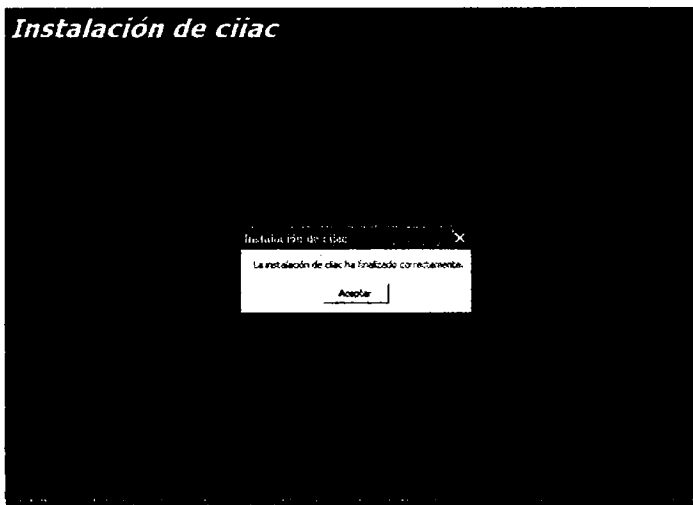
La ventana que aparece nos permitirá ubicar en que directorio se instalará o en su defecto cambiarlo y presionaremos el botón.



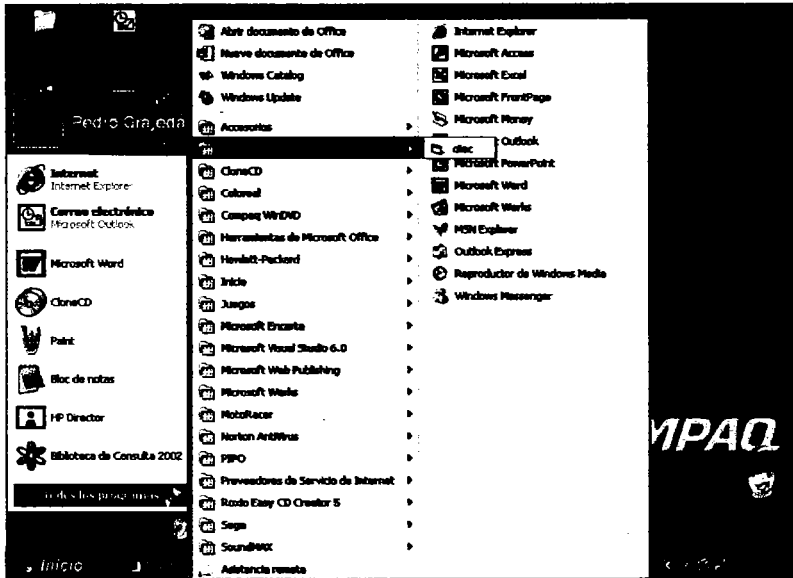
Presionaremos el botón continuar para instalar el software y crear los iconos del programa



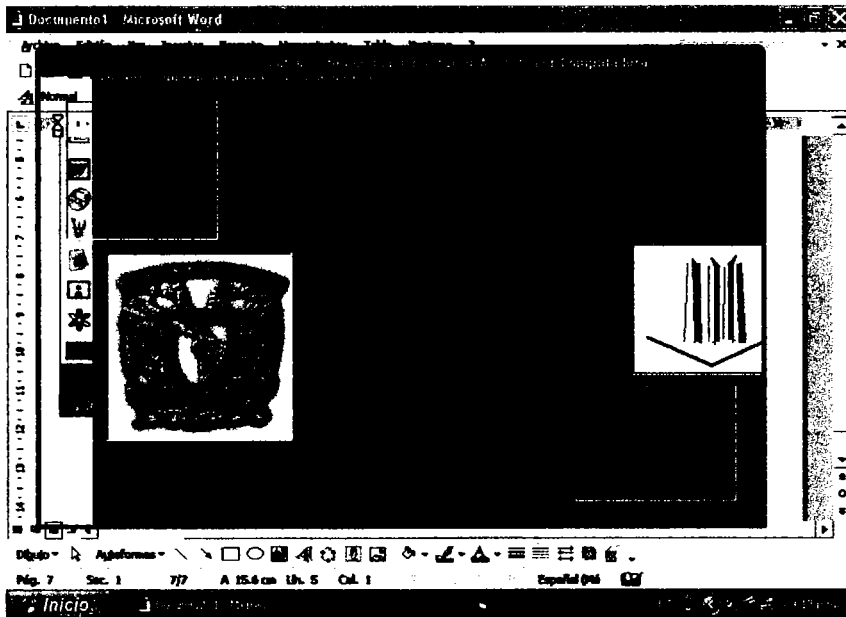
Aparece la finalización de la instalación



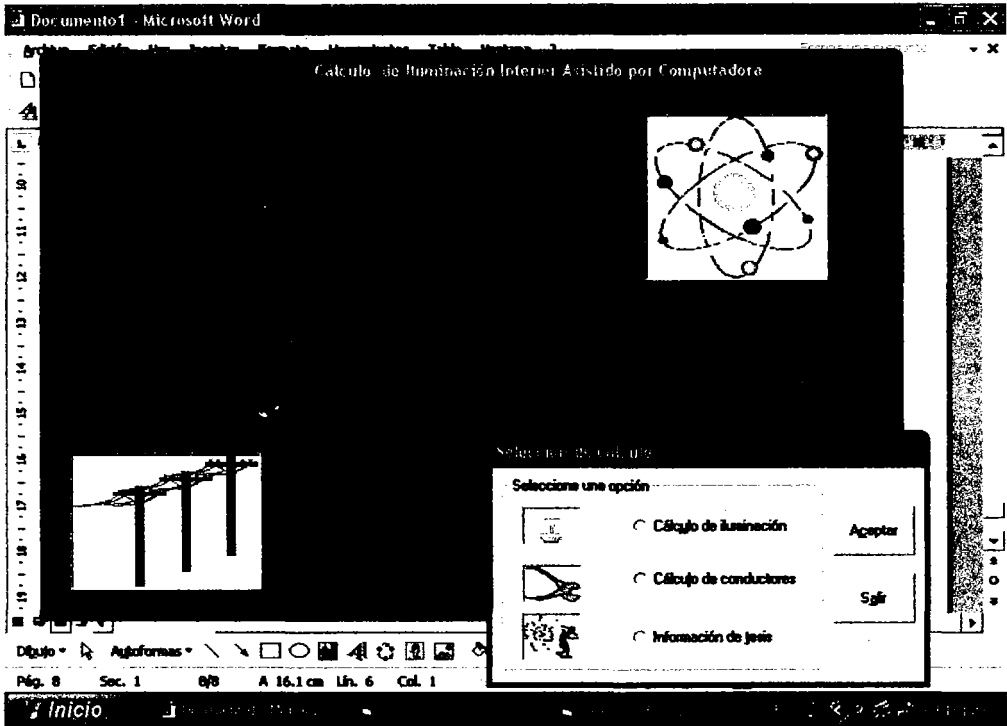
Para acceder al software del CIAC debemos de entrar el menú inicio, todos los programa y seleccionamos ciac



### B.3 Pantallas de presentación



La primera pantalla contiene los datos principales de la institución y los datos del sustentante, así como el nombre del asesor. Esta pantalla estará por unos segundos mientras que se desplazan los datos, automáticamente desaparece y entra la siguiente pantalla donde se desplazan las imágenes y el nombre del proyecto en sentido horizontal.



## B.4 menú de opciones

Para seleccionar un cálculo tendremos este menú donde presionaremos una opción y daremos click al botón de comando o presionando doble click sobre cada imagen esta nos llevará cada pantalla de cálculo. Otra forma de acceder a los cálculos es presionar las letras subrayadas. Ejemplo

Para cálculo de iluminación Alt+u para activar la opción y después Alt+c para activar el botón e ir a la opción deseada. Esto para cada uno de los casos.

En el caso de que no quisiera algún cálculo podrá seleccionar el botón salir que lo sacará del sistema

## B.5. Cálculo de iluminación

Calculo de Iluminacion

Datos Tipo de lámparas Cálculo conductores Acerca de ..... Salir

Largo

Ancho

Alto

Distancia del techo a la lámpara

Altura del área de trabajo

Tipo de lámpara

Ver el color de la habitación

Seleccione la actividad del local

EDIFICIOS INDUSTRIALES

OFICINAS, ESCUELAS Y EDIFICIOS PÚBLICOS

HOSPITALES

HOTELES, RESTAURANTES, TIENDAS Y RESIDENCIAS

ÁREAS COMUNES

Número de lámparas

### B.5.1 Datos a capturar y/o seleccionar.

Para el cálculo de iluminación necesitamos colocar el largo, ancho y alto de nuestro local en metros, además de la distancia del techo a la lámpara y la altura del área de trabajo, en el recuadro que dice seleccione el color del local, seleccionaremos el color que aplicaremos para piso, techo y pared.

También debemos seleccionar el tipo de mantenimiento, cuando lo hagamos a la derecha encontraremos un recuadro que nos dirá el tipo de mantenimiento que se aplicaría.

También debemos seleccionar el tipo de lámpara a utilizar, cabe mencionar que sólo son las de prueba, que podríamos colocar más en el programa, cuando seleccionemos el tipo de lámpara nos llevará a una tabla donde seleccionaremos el cu y regresaremos a la pantalla de cálculo de iluminación, donde debemos presionar el botón que está a la derecha de la selección de la lámpara, por último seleccionaremos la actividad que desempeñará el local y presionaremos el botón del foco para obtener el número de luminarias.

## B 5.2 Menús.

a) Datos

b) Tipos de lámparas

Podremos ver las lámparas disponibles en este programa y su tabla para seleccionar el cu

c) Cálculo de conductores

Nos permite ir directamente a la pantalla de cálculo de conductores

d) Acerca de

Nos da la información del programador y el lenguaje utilizado

e) salir

Permite salir del sistema

## B 5.3 Barras de herramientas



Manda a imprimir la forma



Guarda los datos (en construcción)



Permite pasar al cálculo de conductores



Nos manda a la pantalla de la información





Salir del sistema

## B 6. Cálculo de conductores

Cálculo de conductores

Datos Cálculos Cálculo de iluminación Acercar de ..... Salir

0.60  
TW  
0.70

### B 6.1 Datos a introducir

Para calcular los conductores necesitamos

- Potencia de las luminarias
- Potencia de contactos

Seleccionaremos un factor de utilización que va de 0.60 a 1, también el tipo de aislante TH o THW cabe mencionar que son los que elegí para probar el sistema pero que se pueden agregar los aislantes que se necesiten y el factor de utilización que va de 0.70 a 1

Teniendo estos valores presionaremos el botón 1 si la carga es monofásica, el botón 2 si la carga es monofásica y trifásica y el 3 si es completamente trifásica.

Obtendremos la conexión posible para esa potencia, la corriente del sistema, la corriente corregida y los cables o alambre AWG o MCM en forma automática.

Otra forma de cálculo es dar la potencia de contactos y luminarias, seleccionar el factor de potencia, el tipo de aislamiento y el factor de utilización, se va al menú cálculos y seleccionaremos el submenú correspondiente.

Cabe aclarar que este programa es susceptible a manejarlo como cualquier aplicación de Windows, como abrir menús presionando la tecla ALT + la letra subrayada.

## **B 6.2 Menús.**

- a) Datos
- b) En este menú podremos seleccionar el tipo de cálculo que haremos
  - Monofásico
  - Monofásico/Trifásico
  - Trifásico
- c) Cálculo de Iluminación

Desde este menú podremos pasar directamente al cálculo de conductores

- d) En el menú acerca de aparecen los datos del sustentante y del lenguaje de programación
- d) El menú salir permite salir completamente del sistema

## **B 6.3 Herramientas**



Imprime la pantalla con los datos




Guarda los datos (en construcción)



Pasa a al cálculo de iluminación

 Información del programa y programador




 Salir

## B 7. Información de la tesis

En esta forma o pantalla encontraremos la información de la tesis, donde podremos seleccionar parte ella y colocarla en algún procesador de texto.

Información de la tesis

Cálculo de iluminación Cálculo de conductores salir

### I. Características de Las Instalaciones Eléctricas.

#### Introducción.

#### 1.1 Elementos de una instalación eléctrica.

##### 1.1.1 Definición de instalación eléctrica.

Una instalación eléctrica es un conjunto de cables o alambres, tuberías, cajas de conexión, registros, elementos de unión entre tuberías y cajas de conexión, accesorios de control y canalizaciones.

Tiene 3 menús para pasar al cálculo de iluminación, de conductores o salir en forma directa.



Pasa al cálculo de iluminación



Pasa al cálculo de conductores



Sale del sistema

## **Conclusiones**

La seguridad debe ser la parte más importante a considerar en una instalación eléctrica, más allá del costo o de la estética; por lo tanto el mantenimiento es primordial para ello, además del buen funcionamiento.

La elección del sistema monofásico o trifásico está en función de la capacidad y la actividad a desarrollar en un local determinado.

La iluminación de un local depende de muchas características, que se deberán tomar en cuenta como los colores, la actividad, las dimensiones, las luminarias y el grado de mantenimiento.

La elaboración del freeware me sirvió para elaborar un trabajo profesional y obtener resultados concretos y minimizar el trabajo de escritorio. Lo más importante que este trabajo de tesis y el programa desarrollado sirva en gran medida para evitar cálculos en forma manual y el trabajo sea más eficiente. Además de que lo puedan utilizar como modelo para la elaboración de un software más completo.

Otro punto interesante es la utilización de los conocimientos de la carrera y de mi actividad profesional, conjuntándolos obtuve la elaboración de este freeware; cabe mencionar que sólo es la etapa inicial, y que cualquier persona con conocimientos básico de del lenguaje de programación podrá adecuarlo.

Dentro de la ingeniería de software el usuario que utilizará el freeware forma parte fundamental para desarrollo del programa, ya que este programa es un prototipo deberá ser probado y utilizado por los usuarios para poder modificar y ofrecer las características de calidad.

# **Bibliografía**

**Luis Joyanes Aguilar**

**Fundamentos de Programación (Algoritmos y estructura de datos)**

**Ed. Mc Graw Hill**

**Primera Edición**

**Madrid, España**

**Ramírez Vázquez José**

**Materiales Electrotécnicos, Enciclopedia de CEAC de Electricidad**

**Ediciones CEAC, S.A.**

**Visual Basic I**

**Grupo Cultural Icel**

**Visual Basic II**

**Grupo Cultural Icel**

**Díaz Caballero Antonio**

**Iturbide Sánchez Cesar**

**Tesis: Análisis y propuesta del sistema de alumbrado para el edificio L2 del campus Aragón-Unam**

**Instalaciones eléctricas residenciales**

**Accesorios Eléctricos, S. A. Catalogo General de Alta Tensión Catalogo: AEI**

**Bratu Serban N. Y Campero Littlewood E. Instalaciones Eléctricas conceptos básicos y diseño. Ediciones Alfa omega**

**Enríquez Harper G. Estudio de Cortocircuito en Sistemas Eléctricos**

**Industriales**

Lazar Irwin. Análisis y Diseño de Sistemas Eléctricos para plantas industriales. Editorial Limusa

Ramírez Vázquez José. Materiales Electrotécnicos. Enciclopedia CEAC de Electricidad. Ediciones CEAC; S.A

Squared (1193). Equipos de Distribución Eléctrica. Catálogo Compendiada

Phillis. Manual de Alumbrado Phillips. Ed. Paraninfo. S.A

WestingHouse. Manual de Alumbrado. Ed. DOSSAT S.A

Emilia Carranza Castellanos. Luminotecnia y sus Aplicaciones. Ed. Diana

Croose Himds Domex. S.A. de C.V. Iluminación

NOM-001-SEMP-2000