

UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABI



**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**TESIS DE GRADO:**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:  
INGENIERO ELECTRICO

**TEMA:**

**ILUMINACIÓN E INSTALACIÓN ELECTRICAS DEL PATIO CUBIERTO UBICADO EN LA  
PARTE EXTERIOR DEL COLEGIO JUAN MONTALVO”**

**AUTORES:**

MANUEL TOMALA CATUTO

LUIS SALTOS MANTUANO

**DIRECTOR DE TESIS:**

ING. KLEBER ALCIVAR

**MANTA - MANABI – ECUADOR**

**2011**

## **APROBACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS**

En mi calidad de Director de Tesis del trabajo de investigación y desarrollo de sistema con el tema:

**“ILUMINACION E INSTALACION ELECTRICAS DEL PATIO CUBIERTO UBICADO EN LA PARTE EXTERIOR DEL COLEGIO JUAN MONTALVO”**

De los egresados Manuel Tomala Catuto y Luis Saltos Mantuano, considero que el presente trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del tribunal examinador que las autoridades pertinentes de la Facultad de Ingeniería designen.

Manta, Julio del 2011

.....

**Ing. Kleber Alcivar**

**DIRECTOR DE TESIS**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los miembros del tribunal examinador aprueban el informe y proyecto de la investigación sobre **“ILUMINACION E INSTALACION ELECTRICAS DEL PATIO CUBIERTO UBICADO EN LA PARTE EXTERIOR DEL COLEGIO JUAN MONTALVO”**. A los estudiantes Sr. Manuel Tomala Catuto y el Sr. Luis Saltos Mantuano, luego de haber sido analizado por los señores miembros de tribunal de grado de la Facultad de Ingeniería Eléctrica, y en cumplimiento de lo que establece la ley se da aprobada.

Manta, Julio del 2011

Para constancia firman:

**MIEMBROS DEL TRIBUNAL**

**NOTAS DE CALIFICACION**

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de tesis de forma espiritual a Dios, por ser guía y fuerza que llena mi espíritu lo que ayuda a enfrentar y alcanzar mis metas.

A mis padres Félix y Francisca, siendo la razón y mi guía de mis logros, a mis hermanos, siendo ellos el apoyo moral en momentos difíciles de mi vida y a todas las personas que al pasar del día también sueñan alcanzar o llegar al infinito.

**MANUEL CATUTO TOMALA.**



## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco al personal instructor docente, siendo los indicados a compartir sus enseñanzas al paso del día a día dando justificaciones de mi cultura de aprendizaje.

También a mis padres y hermanos por darme valor y fuerza para lograr mis metas propuestas.

A mi esposa e hija por ayudarme a compartir los momentos difíciles de nuestra vida como hogar para lograr el éxito alcanzado.

**MANUEL CATUTO TOMALA.**

## **DEDICATORIA**

Dedico este tema de grado primero a Dios porque es el que hace posible todos los sueños de una persona.

También a mis Padres por su inmenso amor que me han dado a lo largo de mi vida y su armonía durante mi etapa de estudio.

A mis hermanos por sus sabios consejos y a mi Rosita por ser mi amiga.

**LUIS SALTOS MANTUANO.**

## **AGRADECIMIENTO**

Mis eternos agradecimientos a mis profesores de la Facultad de Ingeniería Eléctrica a todos en general, por compartir sus conocimientos en clases que me han servido hasta el día de hoy para mejorar como persona.

Personalmente a mis hermanos Diana, Ricardo y Ruth por ser mis amigos, quiero que ellos sepan que los quiero mucho y siempre los llevare en mi corazón.

A mis compañeros que siempre los recuerdo por haber compartido todos días durante los años de estudio.

Al Ingeniero Alcivar por habernos ayudado en nuestro tema de tesis.

**LUIS SALTOS MANTUANO.**

## RESUMEN

El siguiente proyecto de tesis se entra a fondo en un estudio de alumbrado de interior para lo cual se toma en cuenta recursos y equipos didácticos para el mencionado estudio.

Se da a conocer el funcionamiento básico de una instalación eléctrica de tipo industrial en este campo, enlazando demostraciones y análisis práctico.

Con el proyecto se aportara al conocimiento de futuros estudiantes a poder realizar un cálculo eléctrico de alumbrado de interiores.

**INDICE DE TESIS**

-

**APROBACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS.....i**

**APROBACION DEL TRIBUNAL.....ii**

**DEDICATORIA.....iii**

**AGRADECIMIENTO.....iv**

**DEDICATORIA.....v**

**AGRADECIMIENTO..... vi**

**RESUMEN.....vii**

**CAPÍTULO I..... I**

**1. TEMA DE TESIS..... 1**

**1.2. ASPECTOS DE INVESTIGACION ..... 1**

**1.2.1. CONTEXTUALIZACION..... 1**

**1.2.2. ANALIS CRÍTICO..... 2**

**1.3. FORMULACION DEL PROBLEMA ..... 2**

**1.4. OBJETIVOS..... 2**

**1.4.1. GENERAL:..... 2**

**1.4.2. ESPECIFICOS: ..... 3**

**1.5. JUSTIFICACION..... 3**

**1.6. IMPACTOS ESPERADOS..... 4**

**1.6.1. IMPACTO CIENTIFICO..... 4**

**1.6.2. IMPACTO AMBIENTAL ..... 4**

**1.6.3. IMPACTO SOCIALES..... 5**

**1.7. PREGUNTAS DE INVESTIGACION ..... 6**

**1.8. DESCRIPCION DE LOS PROCESOS METODOLOGICOS..... 6**

**1.9. DISEÑOS DE INVESTIGACION..... 6**

**1.10. RESPONSABLES DE LA INVESTIGACION ..... 6**

**1.11. RECURSOS..... 6**

**1.11.1. RECURSOS HUMANOS..... 7**

**1.11.2. RECURSOS MATERIALES..... 7**

**CAPÍTULO II..... 8**

**2. DESARROLLO DEL MARCO TEORICO..... 8**

2.1. CONCEPTOS GENERALES EMPLEADO EN EL PROYECTO.....	8
2.1.1. LAMPARAS.- .....	8
2.1.1.1. LUMINARIAS.....	9
2.1.1.2 CLASIFICACION .....	10
2.1.1.2.1. CLASIFICACION SEGÚN LAS CARACTERISTICAS OPTICAS DE LA LAMPARA. ....	11
2.1.1.2.2 CLASIFICACION SEGÚN LAS CARACTERISTICAS MECANICAS DE LA LAMPARA. 13	
2.1.1.2.3. CLASIFICACION SEGÚN LAS CARACTERISTICAS SEGÚN LAS CARACTERISTICAS ELECTRICAS DE LA LÁMPARA.....	14
2.1.1.2.4. OTRAS CLASIFICACIONES.....	15
2.1.2. LA LUZ Y VISION.....	15
2.1.2.1 LA LUZ.....	15
2.1.2.2. LA VISION. ....	16
2.1.3. ILUMINACION.-.....	18
2.1.4. ILUMINACIÓN INDUSTRIAL .....	19
2.1.5. GENERALIDADES.....	19
2.1.6. PAUTAS PARA LA SELECCIÓN DE LÁMPARAS Y LUMINARIAS .....	21
1. LUMINARIAS.....	21
2. LÁMPARAS .....	21
2.1.7. NIVELES DE ILUMINACIÓN.....	21
2.1.8. TIPOS DE EDIFICIOS INDUSTRIALES.....	22
2.1.8.1 EDIFICIOS DE 3.0 a 4.0 m.....	23
2.1.8.2 EDIFICIOS DE 4.0 a 7.0 m.....	23
2.1.8.3 EDIFICIOS DE MAS DE 7.0 m.....	24
2.1.9. TAREAS ESPECIALES .....	25
2.1.10. PUNTOS CLAVE A TENER EN CUENTA PARA UNA BUENA ILUMINACION INDUSTRIAL.....	26
2.1.11. PASOS A SEGUIR EN EL DISEÑO DE ALUMBRADO .....	27
2.1.12. NIVELES DE ILUMINACION SUGERIDOS .....	29
2.1.13. CLASIFICACION DE LAMPARAS GRANDES: .....	30
2.1.14. APARIENCIA DEL COLOR. ....	31
2.1.15. REPRODUCCION DEL COLOR: .....	31
2.1.16. TEMPERATURA DE COLOR: .....	32
2.2. CLASES DE LAMPARAS DE DESCARGA .....	32
2.2.1. LÁMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO.....	33
2.2.1.1. LÁMPARAS FLUORESCENTES.....	33
2.2.1.1.2. LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS: .....	40
2.2.1.1.3. LÁMPARAS FLUORESCENTES SIN ELECTRODOS: .....	40
2.2.1.2. LÁMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO A ALTA PRESION.....	41
2.2.1.3. LÁMPARA DE LUZ DE MEZCLA.....	44
2.2.1.4. LÁMPARAS CON HALOGENUROS METALICOS.....	46
2.2.1. LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO. ....	48
2.2.2.1. LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO A BAJA PRESION. ....	48
2.2.2.2. LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESION.....	51
2.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS .....	57

2.3. INFORMACION SOBRE LA LAMPARA UTILIZADA .....	58
LAMPARA DE HALURO METALICO .....	58
FUNCIONAMIENTO .....	59
COMPONENTES .....	60
BALASTROS .....	61
2.4. MONTAJES DE PANELES .....	62
2.4.1 CIRCUITO DE CONTROL DE LAMPARAS .....	62
2.4.2 PLANO MULTIFILAR .....	63
2.4.3 PLANO UNIFILAR .....	64
2.4.4 CIRCUITO DE MANDO O CONTROL .....	64
2.4.5 TABLERO DE CONTROL .....	65
CAPITULO III .....	66
3. MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION Y REALIZACION DEL SISTEMA DE ILUMINACION .....	66
3.1. MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIONES DE TABLEROS .....	66
3.2. MATERIALES PARA LA REALIZACION DEL SISTEMA DE ALUMBRADO. ....	66
1. REFLECTOR SIMETRICO 400W .....	66
2. BREAKER DE RIEL DE 2 POL MG 16AMP .....	67
3. SELECTOR PLAST 2POS 1NA ED21 .....	68
4. ALAMBRE GALVANIZADO DE 14 .....	68
5. CONTACTOR 2POLS LG DE 220V .....	69
6. TUBO ½ PVC CARIVE .....	75
7. CAJETIN ORTOGONAL DE PVC .....	75
8. CABLE THHN N°8 .....	76
9. TUBO PESADO CONDUIT 1" REFORSADO .....	77
10. CONECTOR PATA DE MULA .....	77
11. TAPA CIEGA REDONDA PVC .....	77
12. ROLLO DE CABLE N°12 FLEXIBLE H .....	78
13. TABLERO PLAST HI-BOX PIDS/AGIAT .....	78
14. PLAFON MET HI-BOX PIDS/AGIAT .....	79
15. MANGUERA ANILLADA DE ½ NE .....	79
16. METRO DE MANGUERA ANILLADA 1" .....	79
17. CODO PVC TIPO PESADO DE 1" P .....	80
18. SILICON TRANSPARENTE DE 10 ONZ .....	81
19. AMARRA PLASTICA COLOR NEGRO DE 31x4.8 .....	81
CAPITULO IV .....	82
4 DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROYECTO .....	82
4.1 PLANTEAMIENTO DEL ÁREA DE ACCION DEL PROYECTO: INTERRELACION DE LOS AGENTES QUE CONFIGURA EL PROCESO DEL DESARROLLO DEL PROYECTO. ....	82
4.2 CALCULOS PARA TIPOS DE LUMINARIAS. ....	83
4.2.1. METODOS DE LOS LÚMENES .....	84
4.2.2. DATOS DE ENTRADAS .....	84

4.2.3. CÁLCULOS .....	89
4.2.4. CÁLCULO DEL NÚMERO DE LUMINARIAS.....	89
4.2.5. EMPLAZAMIENTO DE LAS LUMINARIAS.....	90
4.2.6. COMPROBACIÓN DE LOS RESULTADOS. ....	92
4.2.7. MÉTODO DEL PUNTO POR PUNTO. ....	92
4.2.8. COMPONENTE DIRECTA EN UN PUNTO. ....	94
4.2.9. CÁLCULO DE LAS ILUMINANCIAS HORIZINTALES EMPLEANDO CURVAS ISOLUX.....	96
4.2.10. COMPONENTE INDIRECTA O REFLEJADA EN UN PUNTO. ....	98
4.3. CALCULOS DE ILUMINACIÓN .....	99
4.3.1 ALTURA DE LUMINARIAS.....	100
4.3.2. ÍNDICE DE LOCAL.....	101
4.3.3. RENDIMIENTO DE LOCAL.....	101
4.3.4. RENDIMIENTO DE LA LUMINARIA.....	102
4.3.5. RENDIMIENTO DE LA ILUMINACIÓN. ....	102
4.3.6. FACTOR DE CONSERVACIÓN.....	102
4.3.7. FLUJO LUMINOSO TOTAL NECESARIO. ....	102
4.3.8. NÚMERO DE PUNTOS DE LUZ RESPECTIVAMENTE DE LUMINARIA. ....	103
4.4. FACTIBILIDAD TECNICA. ....	106
4.5. FACTIBILIDAD OPERATIVA. ....	106
4.6. CARACTERIZACIÓN DEL ANALISIS Y PLANIFICACIÓN. ....	107
4.7. ANALISIS ECONOMICO Y FINANCIERO. ....	107
CAPITULO V.....	110
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	110
5.1. CONCLUSIONES.....	110
5.2. RECOMENDACIONES. ....	111
DICCIONARIO .....	114
ANEXO 1.....	117
ANEXO 2.....	119
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	126



# **CAPÍTULO I**

## **1. TEMA DE TESIS.**

**“ILUMINACION E INSTALACION ELECTRICAS DEL PATIO CUBIERTO  
UBICADO EN LA PARTE EXTERIOR DEL COLEGIO JUAN MONTALVO”.**

## **1.2. ASPECTOS DE INVESTIGACION**

### **1.2.1. CONTEXTUALIZACION.**

El objeto de un diseño de alumbrado es proporcionar iluminación suficiente para una tarea visual dada, sin producir malestar, Y AL MÍNIMO COSTO POSIBLE. No es difícil obtener suficiente luz con las modernas fuentes luminosas, pero si se colocan y controlan en forma inadecuada, se obtendrá una buena iluminación.

Al realizar los análisis de iluminación es necesario aclarar que no es conveniente una iluminación escasa ni tampoco una iluminación intensa, porque en el primer caso se realizará mayor esfuerzo al órgano de la visión, y

el segundo caso produce deslumbramiento en los objetos iluminados afectando también al órgano de la visión.

### **1.2.2. ANALIS CRÍTICO.**

La falta de una buena iluminación en el patio cubierto del Colegio Juan Montalvo que le permita estar en un buen ambiente que les sirva para poder hacer actos nocturnos.

### **1.3. FORMULACION DEL PROBLEMA**

Actualmente el patio cubierto del Colegio Juan Montalvo no cuenta adecuadamente con una respectiva iluminación, por la que se ve obligada a ser uso de lámparas industriales tipo campana.

Nuestro proyecto de tesis consiste en realizar y emprender una alternativa para mejorar el problema que enfrenta dicha institución

A continuación se muestra fotografías del problema formulado. Ver el Anexo 1.

### **1.4. OBJETIVOS**

#### **1.4.1. GENERAL:**

**“Iluminación e Instalaciones Eléctricas del patio cubierto ubicado en la parte exterior del Colegio Juan Montalvo”**

**1.4.2. ESPECIFICOS:**

1. Colocar un tablero plástico donde se coloquen el sistema de control de las luces mediante breaker térmico, selectores, contactores y luces pilotos.
2. Proteger conductores con tubería plásticas PVC para evitar contactos con los rieles de la cubierta y cortocircuito a futuros.
3. Exhibir una buena iluminación con lámparas adecuadas para que en eventos nocturnos que el plantel disponga no interfiera indirecta o directamente.
4. Darles mantenimiento a los reflectores de las canchas múltiples.

**1.5. JUSTIFICACION**

El presente trabajo pretende tener orientación claramente práctica que facilite su aplicación a la realidad que se necesite, asiendo ver la importancia que tienen las lámparas industriales tipo campanas y sus necesidades en iluminación de exteriores.

El proyecto consiste en realizar la instalación eléctrica de una fachada en el patio cubierto que se encuentra en el exterior del Colegio Juan Montalvo, el cual permita que las autoridades pueden realizar cualquier tipo de eventos

nocturnos para su mejor funcionamiento serán controlados con un breaker térmico, botoneras, luces pilotos para su mejor funcionamiento.

Para atender esta necesidad, se ha propuesto plantear este tema de tesis que es la **“Iluminación e Instalaciones Eléctricas del patio cubierto ubicado en la parte exterior del Colegio Juan Montalvo”**. Para la cual sería beneficiosa para el personal administrativo y alumnados que integran dicho plantel.

## **1.6. IMPACTOS ESPERADOS**

### **1.6.1. IMPACTO CIENTIFICO.**

“Iluminación e Instalaciones Eléctricas del patio cubierto ubicado en la parte exterior del Colegio Juan Montalvo” se pretende aprovechar como un medio o canal para fortalecer la iluminación en exteriores o de tipo industrial.

La aplicación de este tipo de iluminaria cada vez más se convierte en un juego de la máxima competitividad en el que solo la innovación y la experiencia combinadas tendrán un papel fundamental.

### **1.6.2. IMPACTO AMBIENTAL**

Dentro de la evolución integral del proyecto se incluye el impacto ambiental con el propósito de garantizar un compromiso armónico de este con el medio ambiente.

Adaptar nuevas tecnología y asumir una actitud positiva hacia el cambio sin perjudicar el medio ambiente y será la obligación de cualquier organización o institución que no desee ser superada por otra más eficiente

### **1.6.3. IMPACTO SOCIALES.**

Sin importar el tipo de cliente interno (por ejemplo: docentes, personal administrativo, etc.) o externo (estudiante, público en general) serán de gran ayuda para actos nocturnos en que se quiera utilizar la iluminación, esto debe reunir una serie de requisitos para ser eficaz y exige de sus responsables: una aproximación realista con la situación organizacional se eliminara papelería.

Tecnología y globalización demanda una nueva forma de gestión y tecnología de liderazgo.

El impacto social de los proyecto se relacionan con el impacto económico los mismo que se enmarcan dentro de las evaluaciones. Esto nos proporciona información para justificar la mitigación o evitar el impacto en el entorno.

Este impacto se verá reflejado principalmente en los sectores y entidades tanto como en el sector público y privado de la ciudad de Manta.

### **1.7. PREGUNTAS DE INVESTIGACION**

- A. ¿Cuál es la incidencia en la instalación eléctrica residencial de lámparas tipo campana?
- B. ¿Qué tipo de lámparas se debe utilizar para el área cuadrada de este espacio donde su exterior hay luz de día?

### **1.8. DESCRIPCION DE LOS PROCESOS METODOLOGICOS.**

Para alcanzar los objetivos propuestos en esta investigación se aplicaran herramientas vinculas al problema tales como observación, revisión de datos estadísticos y encuestas, a continuación se describen brevemente las características particulares de la metodología a utilizarse.

### **1.9. DISEÑOS DE INVESTIGACION**

El diseño de la investigación a aplicar es de tipo de campo.

### **1.10. RESPONSABLES DE LA INVESTIGACION**

El responsable de la investigación será el proponente

### **1.11. RECURSOS**

Los siguientes recursos son necesarios en el desarrollo de la tesis.

**1.11.1. RECURSOS HUMANOS**

- a. Estudiantes.
- b. Asesor de la tesis
- c. Profesores entendido en el tema
- d. Ingenieros

**1.11.2. RECURSOS MATERIALES.**

- a. Memorias
- b. Esferos
- c. Computadores
- d. Cuadernos
- e. Hojas bond
- f. Cartuchos para impresoras

## CAPÍTULO II

### 2. DESARROLLO DEL MARCO TEORICO

#### 2.1. *CONCEPTOS GENERALES EMPLEADO EN EL PROYECTO*

##### 2.1.1. LAMPARAS.-

Las **lámparas**, **lámparas** o **luminarias** son aparatos que sirven de soporte y conexión a la red eléctrica a los dispositivos generadores de luz (llamados a su vez lámparas, bombillas o focos). Como esto no basta para que cumplan eficientemente su función, es necesario que cumplan una serie de características ópticas, mecánicas y eléctricas entre otras.



A nivel de óptica, la luminaria es responsable del control y la distribución de la luz emitida por la lámpara. Es importante, pues, que en el diseño de su sistema óptico se cuide la forma y distribución de la luz, el rendimiento del conjunto lámpara-luminaria y el deslumbramiento que pueda provocar en los usuarios.

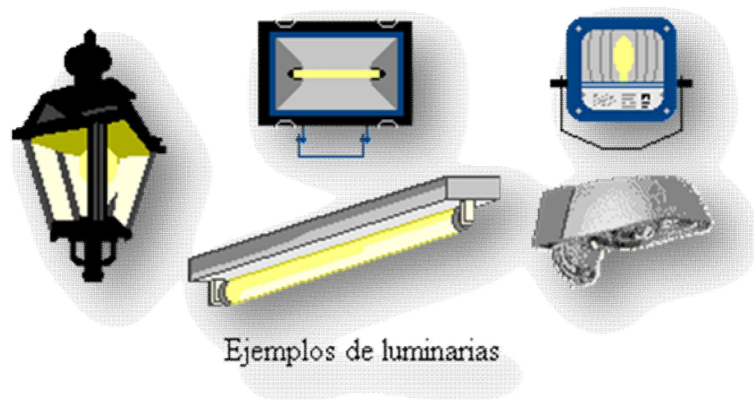
Otros requisitos que deben cumplir las luminarias es que sean de fácil instalación y mantenimiento. Para ello, los materiales empleados en su construcción han de ser los adecuados para resistir el ambiente en que deba trabajar la luminaria y mantener la temperatura de la lámpara dentro de los límites de funcionamiento. Todo esto sin perder de vista aspectos no menos importantes como la economía o la estética.

#### **2.1.1.1. LUMINARIAS**

Las luminarias son aparatos que sirven de soporte y conexión a la red eléctrica a las lámparas. Como esto no basta para que cumplan eficientemente su función, es necesario que cumplan una serie de características ópticas, mecánicas y eléctricas entre otras.

- A nivel de óptica, la luminaria es responsable del control y la distribución de la luz emitida por la lámpara. Es importante, pues, que en el diseño de su sistema óptico se cuide la forma y distribución de la luz, el rendimiento del conjunto lámpara-luminaria y el

deslumbramiento que pueda provocar en los usuarios. Otros requisitos que debe cumplir las luminarias es que sean de fácil instalación y mantenimiento. Para ello, los materiales empleados en su construcción han de ser los adecuados para resistir el ambiente en que deba trabajar la luminaria y mantener la temperatura de la lámpara dentro de los límites de funcionamiento. Todo esto sin perder de vista aspectos no menos importantes como la economía o la estética.



### 2.1.1.2 CLASIFICACION

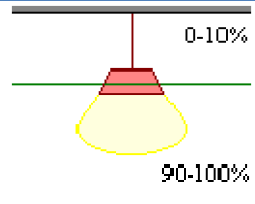
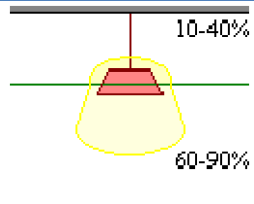
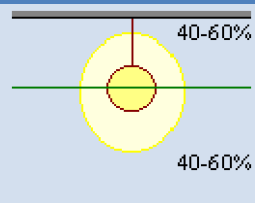
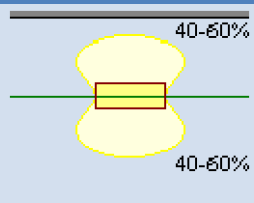
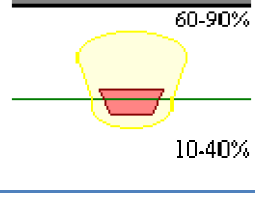
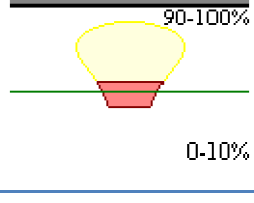
Las luminarias pueden clasificarse de muchas maneras aunque lo más común es utilizar criterios ópticos, mecánicos o eléctricos.

**2.1.1.2.1. CLASIFICACION SEGÚN LAS CARACTERISTICAS OPTICAS DE LA LAMPARA.**

Una primera manera de clasificar las luminarias es según el porcentaje del flujo luminoso emitido por encima y por debajo del plano horizontal que atraviesa la lámpara.

Es decir, dependiendo de la cantidad de luz que ilumine hacia el techo o al suelo.

Según esta clasificación se distinguen seis clases.

<b>Directa</b>		<b>Semi-directa</b>	
<b>General difusa</b>		<b>Directa-indirecta</b>	
<b>Semi-directa</b>		<b>Indirecta</b>	

**Clasificación CIE según la distribución de la luz**

**Iluminación directa:** Es aquella en la cual la fuente luminosa está dirigida directamente hacia el área de trabajo o el área a iluminarse.

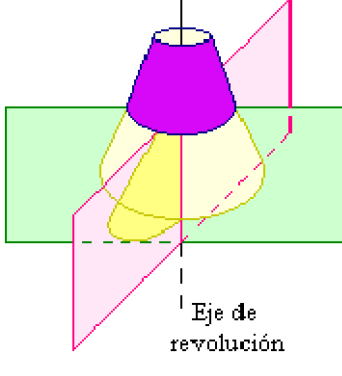
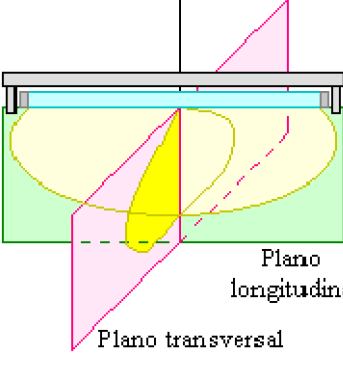
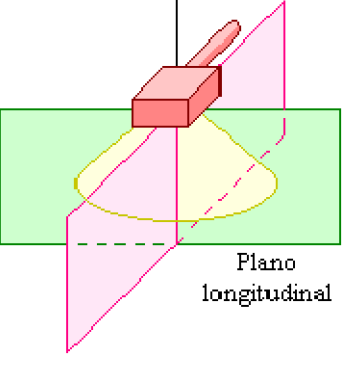
**Iluminación Semi-directa.-** Es la que la proyección del flujo luminoso que sale al área de trabajo proviene de la combinación de la luz directa de la fuente de luz y una parte del flujo luminosos que se refleja en las paredes techos y mobiliario.

**Iluminación Indirecta.-** Es en la que la fuente luminosa es dirigida a una pared, techo o a un mobiliario la cual o las cuales reflejan al flujo luminoso a la zona a iluminarse.

**Iluminación Semi-indirecta.-** Es aquella en la cual el manantial emite flujos luminosos, unos inciden en el techo o en otro tipo de superficie que los refleja hacia la zona de trabajo, otras traspasan directamente superficies opacas y se distribuyen en todas las direcciones y uniformemente en la zona de trabajo.

**Iluminación Difusa.-** Es aquella en la que la fuente luminosa emite rayos, los cuales son dirigidos directamente a una superficie opaca y al traspasarlas se reparten uniformemente en todas las direcciones del área de trabajo.

Otra clasificación posible es atendiendo al número de planos de simetría que tenga el [sólido fotométrico](#). Así, podemos tener luminarias con simetría de revolución que tienen infinitos planos de simetría y por tanto nos basta con uno de ellos para conocer lo que pasa en el resto de planos (por ejemplo un proyector o una lámpara tipo globo), con dos planos de simetría (transversal y longitudinal) como los fluorescentes y con un plano de simetría (el longitudinal) como ocurre en las luminarias de alumbrado viario.

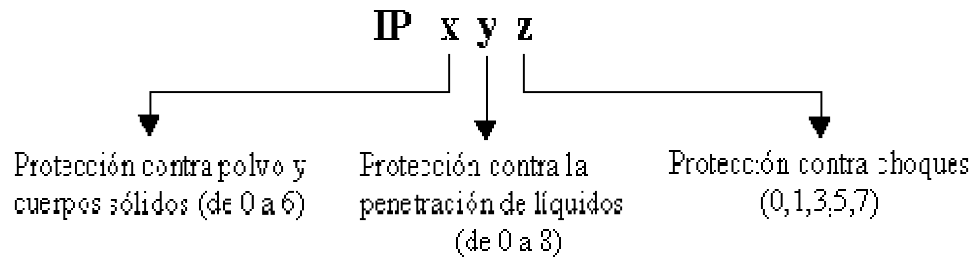
		
<p><b>Luminaria con infinitos planos de simetría</b></p>	<p><b>Luminaria con dos planos de simetría</b></p>	<p><b>Luminaria con un plano de simetría</b></p>

Para las luminarias destinadas al [alumbrado público](#) se utilizan otras clasificaciones.

#### 2.1.1.2.2 CLASIFICACION SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS MECANICAS DE LA LAMPARA.

Las luminarias se clasifican según el grado de protección contra el polvo, los líquidos y los golpes. En estas clasificaciones, según las normas nacionales (UNE 20324) e internacionales, las luminarias se designan por las letras **IP** seguidas de tres dígitos. El primer número va de 0 (sin protección) a 6 (máxima protección) e indica la protección contra la entrada de polvo y cuerpos sólidos en la luminaria.

El segundo va de 0 a 8 e indica el grado de protección contra la penetración de líquidos. Por último, el tercero da el grado de resistencia a los choques.



**2.1.1.2.3. CLASIFICACION SEGÚN LAS CARACTERISTICAS SEGÚN LAS CARACTERISTICAS ELECTRICAS DE LA LÁMPARA.**

Según el grado de protección eléctrica que ofrezcan las luminarias se dividen en cuatro clases (0, I, II, III).

Clase	Protección eléctrica
0	Aislamiento normal sin toma de tierra
I	Aislamiento normal y toma de tierra
II	Doble aislamiento sin toma de tierra.
III	Luminarias para conectar a circuitos de muy baja tensión, sin otros circuitos internos o externos que operen a otras tensiones distintas a la mencionada.

#### **2.1.1.2.4. OTRAS CLASIFICACIONES.**

Otras clasificaciones posibles son según la aplicación a la que esté destinada la luminaria (alumbrado viario, alumbrado peatonal, proyección, industrial, comercial, oficinas, doméstico...) o según el tipo de lámparas empleado (para lámparas incandescentes o fluorescentes).

#### **2.1.2. LA LUZ Y VISION.**

##### **2.1.2.1 LA LUZ.**

Es una forma particular y concreta de energía que se desplaza o propaga, no a través de un conductor (como la energía eléctrica o mecánica) sino por medio de radiaciones, es decir, de perturbaciones periódicas del estado electromagnético del espacio; es lo que se conoce como "energía radiante".

Existe un número infinito de radiaciones electromagnéticas que pueden clasificarse en función de la forma de generarse, de manifestarse, etc. La clasificación más utilizada sin embargo es la que se basa en las longitudes de onda. (Fig. 1). En dicha figura puede observarse que las radiaciones visibles por el ser humano ocupan una franja muy estrecha comprendida entre los 380 y los 780nm (nanómetros).

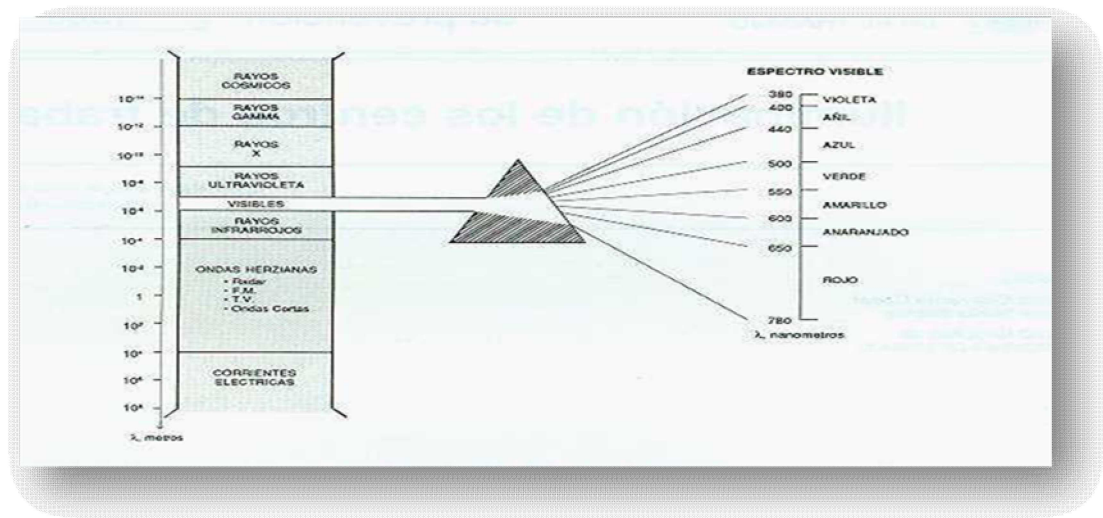


Fig. 1: Espectro electromagnético

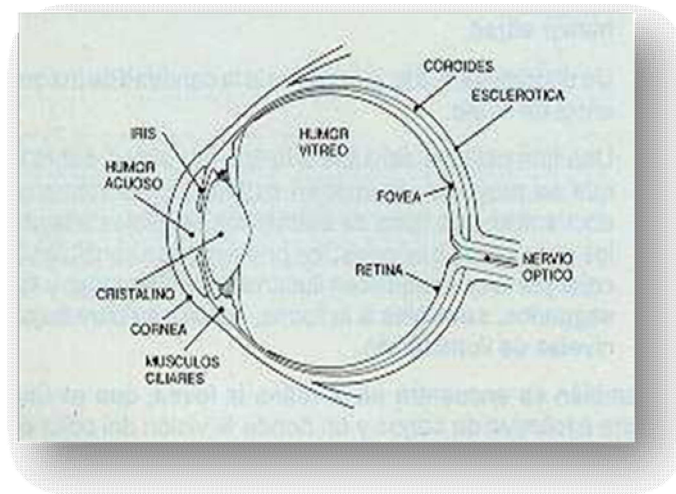
Podemos definir pues la luz, como "una radiación electromagnética capaz de ser detectada por el ojo humano normal".

### 2.1.2.2. LA VISION.

Es el proceso por medio del cual se transforma la luz en impulsos nerviosos capaces de generar sensaciones. El órgano encargado de realizar esta función es el ojo.

Sin entrar en detalles, el ojo humano (Fig. 2) consta de:





**Fig. 2: Estructura del ojo humano**

- Una pared de protección que protege de las radiaciones nocivas.
- Un sistema óptico cuya misión consiste en reproducir sobre la retina las imágenes exteriores. Este sistema se compone de córnea, humor acuoso, cristalino y humor vítreo.
- Un diafragma, el iris, que controla la cantidad de luz que entra en el ojo.
- Una fina película sensible a la luz, "la retina", sobre la que se proyecta la imagen exterior.

En la retina se encuentran dos tipos de elementos sensibles a la luz: los conos y los bastones; los primeros son sensibles al color por lo que requieren iluminaciones elevadas y los segundos, sensibles a la forma, funcionan para bajos niveles de iluminación.

También se encuentra en la retina la fovea, que es una zona exclusiva de conos y en donde la visión del color es perfecta, y el punto ciego, que es la zona donde no existen ni conos ni bastones.

En relación a la visión deben tenerse en cuenta los aspectos siguientes:

- Sensibilidad del ojo
- Agudeza Visual o poder separador del ojo
- Campo visual

### **2.1.3. ILUMINACION.-**

La iluminación en lo que respecta al área industrial debe tener presente un gran número de luminarias ya que deben abarcar espacios muy grandes y extensos, también deben poseer características distintas a luminarias convencionales o residenciales como poseer mayor potencia, brillo, incandescencia y aceptar los cambios bruscos de voltaje.

Estos tipos de luminarias se crearon con el fin de facilitar los procesos producidos de distinto trabajos industriales, además de relacionar la cantidad de luz utilizada con respecto a las obras realizadas.

Para esto es necesario analizar la tarea visual a desarrollar y determinar la cantidad y tipo de iluminación que proporcione el máximo rendimiento visual y cumpla con las exigencias de seguridad y comodidad como también

seleccionar el equipo de alumbrado que proporcione la luz requerida de la manera satisfactoria.

#### **2.1.4. ILUMINACIÓN INDUSTRIAL**

Hay varias maneras de encarar una iluminación industrial , principalmente observamos gran cantidad de factores a tener en cuenta , que varían según el tipo de industria , el proceso de fabricación ,los materiales con que se trabajan ,las terminaciones ,etc.

Para simplificar un poco y permitimos un análisis más generalizado es que centraremos nuestra atención en características generales a las naves industriales.

Esto deja abierto el camino para análisis mucho más profundos cuando la situación así lo requiere.

#### **2.1.5. GENERALIDADES**

- **Protección y Seguridad**

Se debe tener en cuenta si las luminarias deberán estar protegidas contra polvo o humedad u otro tipo de protecciones según los requerimientos.

- **Requerimientos ambientales**

Hay distintos tipos de ambientes que requieren protección como por ejemplo: bajas temperaturas en cámaras frigoríficas o protección contra desprendimiento o rotura de lámparas en industrias alimenticias.

- **Nivel de iluminación**

Aquí nos basamos en las normas IRAM-AADL 2006 en la que se indica los niveles necesarios según el tipo de industria, aunque aquí a veces es necesario fijar niveles según el tipo de tarea visual ya que en una misma nave industrial se pueden realizar tareas visuales diferentes.

- **Sistemas de iluminación**

El sistema de iluminación puede depender de varios aspectos, pero como ya dijimos para simplificar vamos a recomendar los sistemas de iluminación según el tipo de edificio.

Considerados estos aspectos podemos empezar a fijar pautas generales tanto para las luminarias como para las lámparas que podrían ser objetadas sólo en casos particulares y con su debida justificación.

## 2.1.6. PAUTAS PARA LA SELECCIÓN DE LÁMPARAS Y LUMINARIAS

### 1. LUMINARIAS

- **Alta eficiencia:** luminarias que tengan un buen rendimiento y una distribución luminosa acorde a nuestros requerimientos, esto trae aparejado un menor consumo.
- **Luminarias apropiadas:** Esto implica por ejemplo con protección o sin difusor por el ensuciamiento, etc. esto implica menor costo de mantenimiento.

### 2. LÁMPARAS

- **Buen rendimiento:** lámparas con altos rendimientos lm/w darán como respuesta una menor cantidad de lámparas para lograr el mismo nivel de iluminación, como consecuencia menor consumo.
- **Larga vida útil:** La vida útil prolongada de las lámparas nos implica que serán reemplazadas con menor frecuencia y por lo tanto menor costo de mantenimiento.

## 2.1.7. NIVELES DE ILUMINACIÓN

Como ya mencionamos anteriormente a los niveles de iluminación los podemos obtener de la norma IRAM, pero también esta misma norma nos fija los valores según el tipo de tarea visual

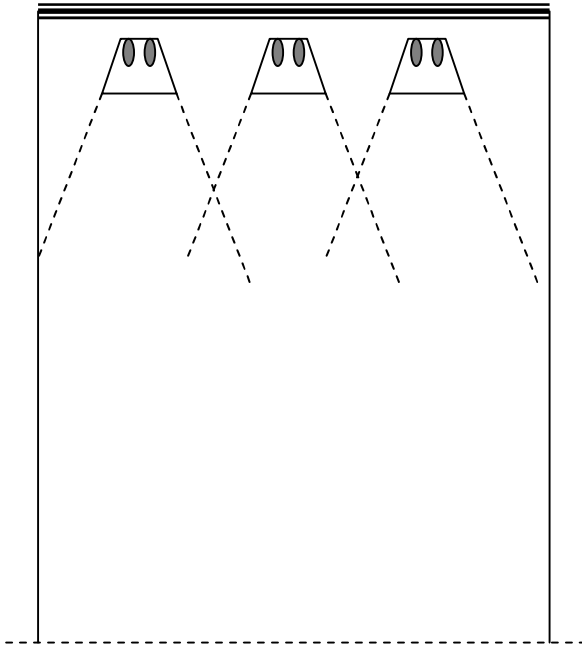
- *Visión ocasional* 100 lux
- *Tarea intermitente ,ordinaria y fácil ,contraste fuerte* 100 a 300 lux
- *Tareas moderadamente críticas y prolongadas ,contrastes medios*  
300 a 750 lux
- *Tareas severas y prolongadas, poco contraste* 700 a 1500 lux
- *Tareas muy severas con detalles minuciosos* 1500 a 3000 lux
- *Tareas excepcionales , difíciles e importantes* 3000 a 10000 lux

#### 2.1.8. TIPOS DE EDIFICIOS INDUSTRIALES

Hay muchas clasificaciones de los edificios industriales, aquí a los fines prácticos solo usaremos la clasificación según la altura

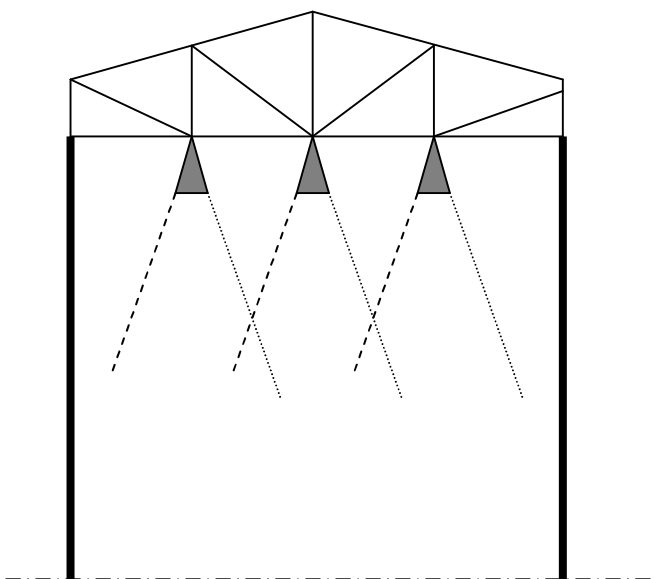
- Edificios con oficinas de varios pisos 2.5 a 3.0 m
- Edificios fabriles de uno o más pisos 3.0 a 4.0 m
- Edificios fabriles de un solo piso 4.0 a 7.0 m
- Edificios en Naves de gran altura > a 7.0 m

**2.1.8.1 EDIFICIOS DE 3.0 a 4.0 m**



- Líneas de luminarias continuas paralelas a la dirección de la visión.
- Luminarias con reflectores.
- Lámparas fluorescentes tubulares con pantallas tipo industrial.
- Evitar sombras en planos de trabajo.
- Iluminación general/localizada con relaciones menor a 5:1 en lo posible.

**2.1.8.2 EDIFICIOS DE 4.0 a 7.0 m**

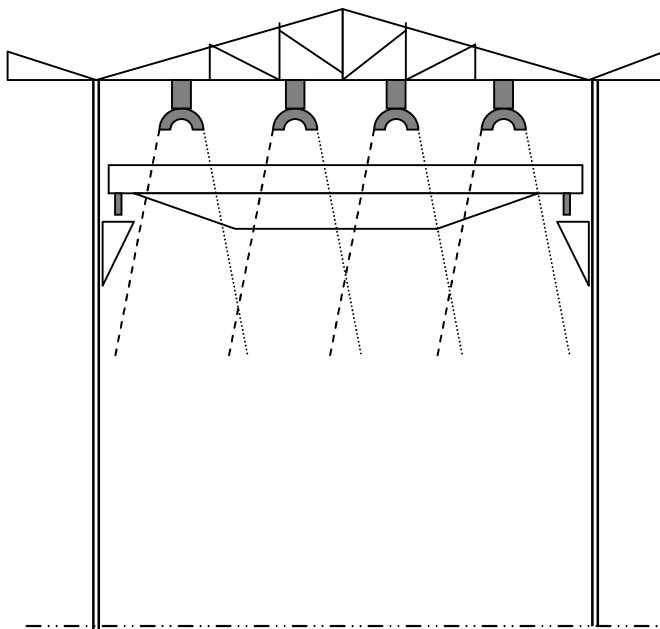


- Luminarias fluorescentes contra el cielo raso o suspendidas.
- Buena uniformidad evitando sombras por pocos puntos de luz.
- Utilizar lámparas de descarga para alturas de más de 5m (mercurio)

alta presión, sodio alta presión, mezcladoras etc.)

- Ángulo de apertura estrecho para mejor penetración.
- Lámpara protegida, si es necesario, para evitar encandilamiento.

### 2.1.8.3 EDIFICIOS DE MAS DE 7.0 m



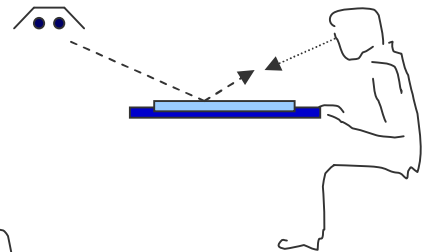
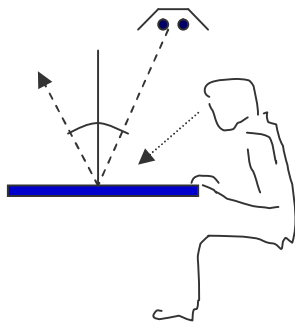
- Lámparas de descarga casi exclusivamente
- Luminarias y lámparas que requieran de un muy bajo mantenimiento.
- Se debe tener en cuenta que las luminarias se situarán por encima de los rieles o puentes grúa.
- Luminarias con ópticas adecuadas para la distribución luminosa



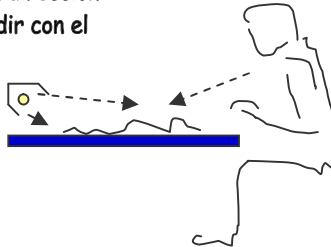
**2.1.9. TAREAS ESPECIALES**

Hemos visto que fijamos los niveles de iluminación no solo según el tipo de industria sino también según el tipo de tarea visual , veremos a continuación algunas tareas que requieren cuidados o recomendaciones especiales , ya sea por el material a observar , por los detalles o por el ángulo de visión.

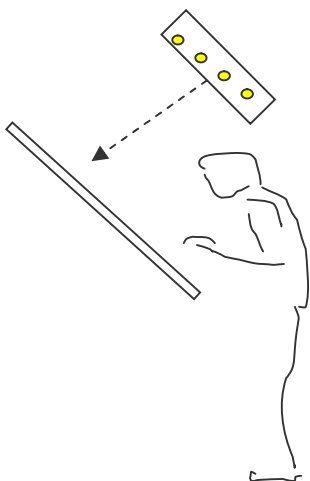
La observación de detalles especulares sobre fondo difuso se facilita si la luz reflejada coincide con el ángulo de visión



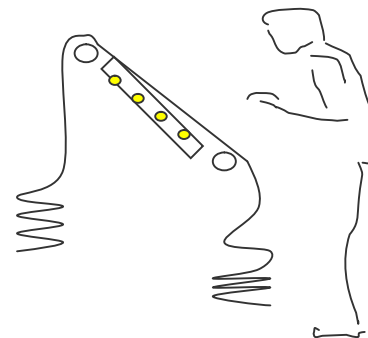
Para evitar reflexiones por velo ; la dirección de la luz reflejada NO debe coincidir con el ángulo de visión



Iluminación de ángulo bajo utilizada para enfatizar las irregularidades



Las irregularidades en el material transparente quedan al descubierto utilizando luz transmitida desde una fuente difusa .



La iluminación difusa desde una fuente extendida ayuda a la composición tipográfica

### 2.1.10. PUNTOS CLAVE A TENER EN CUENTA PARA UNA BUENA ILUMINACION INDUSTRIAL

- **Luz suficiente:** Tener niveles adecuados de luz, según la naturaleza de la tarea visual.
- **Iluminación Uniforme:** Una iluminación general con un alto grado de uniformidad, garantiza total libertad a la hora de situar la maquinaria y los bancos de trabajo.(en cualquier punto 200 Lux)
- **Buena Iluminación vertical:** En ciertos trabajos la tarea visual está localizada en el plano vertical. Se puede recurrir a las empotradas en el techo que ofrecen una distribución asimétrica de la luz.
- **Fuentes de luz bien apantalladas:** En alturas de montaje bajas es fundamental el uso de pantallas con rejillas que proporcionen el apantallamiento en la dirección crítica, y evitar el deslumbramiento.
- Debe de obtenerse el mejor rendimiento y la máxima economía en toda instalación de iluminación.
- No debe olvidarse el efecto decorativo y funcional de una buena iluminación.

### 2.1.11. PASOS A SEGUIR EN EL DISEÑO DE ALUMBRADO

1.- **Determinar el nivel requerido de iluminación; (luxes)** se selecciona de tabla para diferentes ambientes iluminar.

2.- **Se selecciona el tipo de iluminación y el tipo de lámpara**

3.- **Se determina el coeficiente de utilización (CU )**; que tiene en cuenta el hecho de que de la salida total en Lúmenes, sólo una pequeña porción llega al plano de trabajo. Este factor se ve afectado por características tales como forma y dimensiones del cuarto, color de paredes y techo, tipo de unidad y reflector.

a) Relación de Local ( RL )

- Directa, semidirecta y difusa  **$RL = (\text{Ancho} \cdot \text{Largo}) / \text{Alto} \cdot (\text{Ancho} + \text{Largo})$**

- Indirecta, semiindirecta  **$RL1 = 3/2 \cdot RL$**

Con la relación de local se obtiene el índice de local.

Índice del Local	Relación de local
J	Menos 0.7
I	0.7 – 0.9
H	0.9 – 1.12
G	1.12 – 1.38
F	1.38 – 1.75
E	1.75 – 2.25
D	2.25 – 2.75
C	2.75 – 3.50
B	3.50 - 4.50
A	Más de 4.50

Con el índice de Local ingresamos a tablas de Luminarias del fabricante para obtener el coeficiente de utilización.

**4) Estimar el Factor de Depreciación (FC);** que toma en cuenta la reducción en la eficiencia de la instalación, debido a características tales como acumulación de polvo en las pantallas y pérdidas de propiedades reflejantes de las paredes y el cielo debido a suciedad.

**5) Calculo del número de Lámparas (N)**

$$N = ( E \cdot \text{Área piso} ) / ( FL \cdot CU \cdot FC )$$

**E: Iluminación en Luxes**

**FL: Flujo Luminoso en Lúmenes x Lámpara**

**CU: Coeficiente de Utilización**

**FC: Factor de Depreciación**

2.1.12. NIVELES DE ILUMINACION SUGERIDOS

Tipo de Recinto	Iluminancia	Tipo de recinto	Iluminancia
Auditoriums: Asambleas Exposiciones	150 300 -500	Supermercados: Góndolas Pasillos Estanterías refrigeradas Cajas	1000 500 1500 750
Bancos: General Zonas Trabajo Cajas, regsitros,claves	500 700 1200 -1500	Galerías de Arte: General Sobre pinturas Sobre esculturas	300 500 –700 1000 –1500
Bodegas y Almacenes Con poca actividad	50 -100	Garajes y Estacionamientos: Zonas de reparaciones Zonas de Tráfico activo Pistas y rampas	1000 200 100
Activos: Embalaje basto Embalaje medio Embalaje fino	100- 500 200 –300 500 - 700	Tiendas: Vitrinas, general Zonas de circulación Estanterías, servicio normal Autoservicios	1000 – 2000 200 750 – 1000 1500 - 2000
Escuelas: Lecturas de impresos Lecturas textos lapiz Salas de dibujo Bancos de Trabajo	300-400 700 1000 1000		

Tipo De Recinto	Iluminancia Lux	Tipo de Recinto	Iluminancia Lux
Residencias: Cocinas y superficies de trabajo Vestíbulo y halls Cuartos de estar Escaleras Comedores Dormitorios Cabeceras de cama	700 100 150 100-200 150-300 100 300 -400	Hoteles: Cuartos de baño En el espejo Dormitorios, general Tocador Vestíbulo Recepción	150 300 –500 100 300 – 500 300 500
Oficinas: Trabajo normal Uso de archivos Contabilidad Salas de dibujo Secretarias Espera Ascensores	400-600 800-1000 800-1000 1500 500 – 600 200 – 400 150 - 200	Hospitales: Habitaciones,general Salas consulta Mesas reconocimiento Salas Urgencia Salas Operaciones	100-200 200 1000 1000 25000
		Restaurantes: Comedores tipo íntimos Comedores de tipo general	100 200 100

### 2.1.13. CLASIFICACION DE LAMPARAS GRANDES:

**Servicio general:** Son para alumbrado general en circuitos de 120V y sus capacidades van de 10 a 1500 W se fabrican lámparas para 130 o más volts.

**Alto voltaje (220 a 300)V:** Estas lámparas operan directamente en circuitos de 220 a 300V; son menos robustas y tienen menor eficacia que las lámparas para servicio general.

**Larga duración:** Tienen una vida útil de 2500 horas o más y se usan en aplicaciones en donde una falla de lámparas es un inconveniente.

**Alumbrado general de tungsteno halógeno:** Son compactas, tienen mejor mantenimiento de lumen, emiten luz más blanca y tienen una vida más larga. Todas estas se clasifican a 12V

**Reflectoras:** En lámparas de proyector y en reflectoras, la bombilla se fabrica en una sección moldeada en forma de difusor cóncavo de perfil parabólico o de otro tipo apropiado, en cuya superficie interior se encuentra una superficie metálica reflectora.

**Alumbrado público:** Se fabrican para iluminación en serie y múltiple; se clasifican por su salida e lúmens y watts.

**Lámparas decorativas:** Se fabrican lámparas incandescentes en muchas formas de bombillas, con diferentes bases y potencias.

#### 2.1.14. APARIENCIA DEL COLOR.

Es la percepción cromática subjetiva de cada tipo de luz. Se habla de luz blanca cálida, luz blanca fría, luz día blanca fría, etc. La apariencia del color está asociada con la temperatura de color de las lámparas (tabla N° 1).

Tabla N° 1

Iluminancia (lux)	Apariencia del color de la luz		
	Cálida	Intermedia	Fría
<b>E = 500</b>	Agradable	Neutra	Fría
<b>500 &lt; E &lt; 1000</b>	?	?	?
<b>500 &lt; E &lt; 1000</b>	Estimulante	Agradable	Neutra
<b>500 &lt; E &lt; 1000</b>	?	?	?
<b>E = 1000</b>	No natural	Estimulante	Agradable

#### 2.1.15. REPRODUCCION DEL COLOR:

El índice de reproducción del color (IRC), muestra la capacidad de la lámpara para reproducir colores naturales, la cual se mide en una escala del 0 al 100.

Cuánto más se acerque al 100 (valor equivalente a la luz natural), mejor será la calidad. Por debajo de 50, se considera que la calidad es mediana, y la cantidad de colores presentes son mínimos.

### 2.1.16. TEMPERATURA DE COLOR:

Medida objetiva de percepciones subjetivas, expresada generalmente como “cálida” y “fría”. La temperatura de color, que determina el tono de la luz, se mide en kelvin (K). Con una temperatura de 2000 K, se habla de luz amarilla cálida; con una temperatura de 6000 K, se obtiene una luz blanca fría (tabla N° 2).

Tabla N° 2

Temperatura de color	Apariencia de color
$T_c > 5000 \text{ K}$	Fría
$3300 = T_c = 5000 \text{ K}$	Intermedia
$T_c < 3300 \text{ K}$	Cálida

## 2.2. CLASES DE LAMPARAS DE DESCARGA

Las lámparas de descarga se pueden clasificar según el gas utilizado (vapor de mercurio o sodio) o la presión a la que este se encuentre (alta o baja presión).



Las propiedades varían mucho de unas a otras y esto las hace adecuadas para unos usos u otros.

- **Lámparas de vapor de mercurio:**
  - **Baja presión:**
    - Lámparas fluorescentes
  - **Alta presión:**
    - Lámparas de vapor de mercurio a alta presión
    - Lámparas de luz de mezcla
    - Lámparas con halogenuros metálicos
- **Lámparas de vapor de sodio:**
  - **Lámparas de vapor de sodio a baja presión**
  - **Lámparas de vapor de sodio a alta presión**

## **2.2.1. LÁMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO**

### **2.2.1.1. LÁMPARAS FLUORESCENTES.**

La lámpara fluorescente es otro tipo de dispositivo de descarga eléctrica empleado para aplicaciones generales de iluminación. Se trata de una lámpara de vapor de mercurio de baja presión contenida en un tubo de vidrio, revestido en su interior con un material fluorescente conocido como fósforo.

La radiación en el arco de la lámpara de vapor hace que el fósforo se torne fluorescente. La mayor parte de la radiación del arco es luz ultravioleta invisible, pero esta radiación se convierte en luz visible al excitar al fósforo.

Una variedad importante de las lámparas fluorescentes son las compactas (ahorradoras o electrónicas), las cuales representa un importante adelanto tecnológico en cuanto a espacio, rendimiento luminoso y ahorro de energía.

Disponibles en una variedad de diseños y formas físicas, las lámparas fluorescentes compactas han llevado al diseño de de iluminación de la nueva generación para un rango completo de aplicaciones comerciales, residenciales e industriales, y brindan ahorro en energía y una mayor vida útil respecto a las bombillas incandescentes. De hecho, una lámpara fluorescente compacta puede brindar los mismo Lúmenes que una bombilla incandescente a casi un cuarto de la demanda de potencia.

Las lámparas fluorescentes son lámparas de vapor de mercurio a baja presión (0.8 Pa). En estas condiciones, en el espectro de emisión del mercurio predominan las radiaciones ultravioletas en la banda de 253.7 nm.

Para que estas radiaciones sean útiles, se recubren las paredes interiores del tubo con polvos fluorescentes que convierten los rayos ultravioletas en radiaciones visibles. De la composición de estas sustancias dependerán la cantidad y calidad de la luz, y las cualidades cromáticas de la lámpara.

En la actualidad se usan dos tipos de polvos; los que producen un espectro continuo y los trifósforos que emiten un espectro de tres bandas con los colores primarios.

De la combinación estos tres colores se obtienen una luz blanca que ofrece un buen rendimiento de color sin penalizar la eficiencia como ocurre en el caso del espectro continuo.

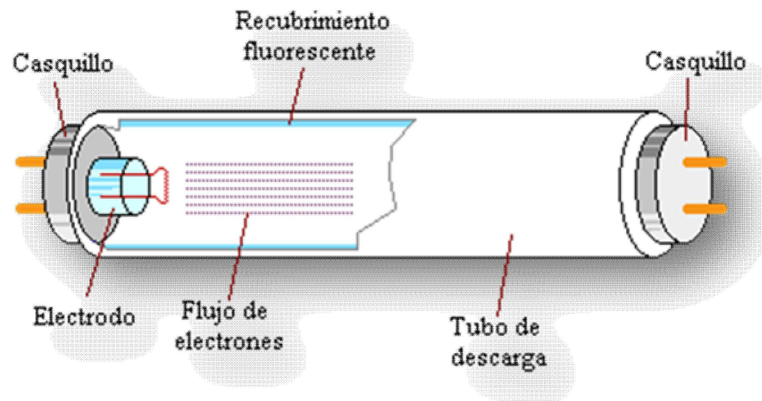
El siguiente cálculo permite saber el valor (en pico o nanofaradios) del condensador que hay que intercalar, ya que si es colocado uno de valor mayor al necesario, aumentará la corriente y su consumo, por lo que es importante encontrar el idóneo.

$$C = \frac{P(\tan \varphi_i - \tan \varphi_f)}{2\pi f V^2}$$

**Donde:**

- $C$  es la capacitancia del condensador.
- $P$  es la potencia activa absorbida por el conjunto.
- $\varphi_i$  es el ángulo cuyo [coseno](#) es el factor de potencia inicial, antes de la compensación.
- $\varphi_f$  es el ángulo cuyo coseno es el factor de potencia final, después de la compensación.
- $V$  es la tensión de entrada.
- $f$  es la frecuencia en [hercios](#) de la tensión de entrada.

**Ejemplo:** Si un tubo es de 18 W, con  $f = 50$  Hz,  $V = 230$  V (CA) y con factores de potencia final de 0,85 e inicial de 0,226, el condensador a usar debe ser de 4 F (microfaradios).



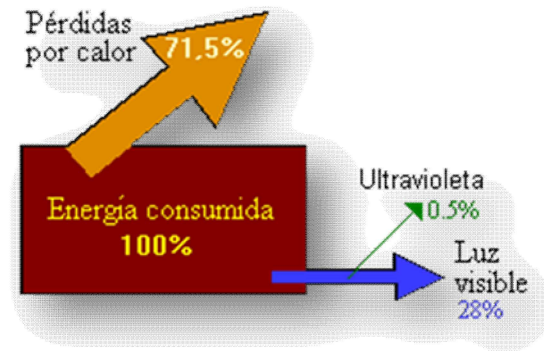
### Lámpara fluorescente

Las lámparas fluorescentes se caracterizan por carecer de ampolla exterior.

Están formadas por un tubo de diámetro normalizado, normalmente cilíndrico, cerrado en cada extremo con un casquillo de dos contactos donde se alojan los electrodos. El tubo de descarga está relleno con vapor de mercurio a baja presión y una pequeña cantidad de un gas inerte que sirve para facilitar el encendido y controlar la descarga de electrones.

La eficacia de estas lámparas depende de muchos factores: potencia de la lámpara, tipo y presión del gas de relleno, propiedades de la sustancia fluorescente que recubre el tubo, temperatura ambiente... Esta última es muy importante porque determina la presión del gas y en último término el flujo de

la lámpara. La eficacia oscila entre los 38 y 91 lm/W dependiendo de las características de cada lámpara.



### Balance energético de una lámpara fluorescente

La duración de estas lámparas se sitúa entre 5000 y 7000 horas. Su vida termina cuando el desgaste sufrido por la sustancia emisora que recubre los electrodos, hecho que se incrementa con el número de encendidos, impide el encendido al necesitarse una tensión de ruptura superior a la suministrada por la red.

Además de esto, hemos de considerar la depreciación del flujo provocada por la pérdida de eficacia de los polvos fluorescentes y el ennegrecimiento de las paredes del tubo donde se deposita la sustancia emisora.

El rendimiento en color de estas lámparas varía de moderado a excelente según las sustancias fluorescentes empleadas. Para las lámparas destinadas a usos habituales que no requieran de gran precisión su valor está entre 80 y 90.

De igual forma la apariencia y la temperatura de color varía según las características concretas de cada lámpara.

<b>Apariencia de color</b>	<b>T<sub>color</sub> (K)</b>
<b>Blanco cálido</b>	3000
<b>Blanco</b>	3500
<b>Natural</b>	4000
<b>Blanco frío</b>	4200
<b>Luz día</b>	6500

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

En el primer caso, el cebador se utiliza para calentar los electrodos antes de someterlos a la tensión de arranque.

En el segundo caso tenemos las lámparas de arranque rápido en las que se calientan continuamente los electrodos y las de arranque instantáneo en que la ignición se consigue aplicando una tensión elevada.

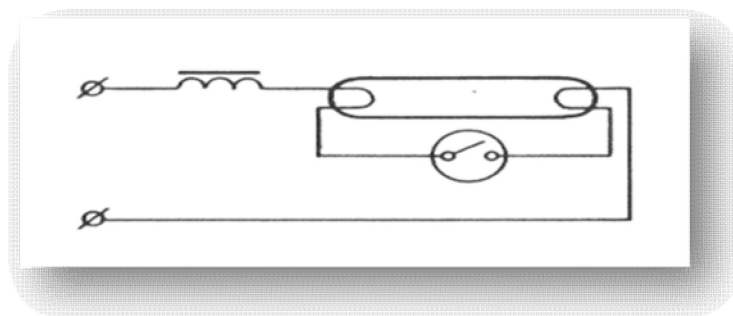
Más modernamente han aparecido las lámparas fluorescentes compactas que llevan incorporado el balasto y el cebador.

Son lámparas pequeñas con casquillo de rosca o bayoneta pensadas para sustituir a las lámparas incandescentes con ahorros de hasta el 70% de energía y unas buenas prestaciones.

Las funciones que debe cumplir una reactancia, en el orden en que se realizan al poner en funcionamiento un tubo fluorescente, son:

- Proporcionar la corriente de arranque o precalentamiento de los filamentos para conseguir de éstos la emisión inicial de electrones.
- Suministrar la tensión de salida en vacío suficiente para hacer saltar el arco en el interior de la lámpara.
- Limitar la corriente en la lámpara a los valores adecuados para un correcto funcionamiento.

En la figura mostramos el circuito fundamental de funcionamiento de una lámpara fluorescente con su balasto y su interruptor de puesta en marcha (cebador).



#### **2.2.1.1.2. LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS:**

Presentan el mismo funcionamiento que las tubulares. Están formadas por uno o más tubos fluorescentes doblados. Son la alternativa de mayor eficacia y vida útil a las lámparas incandescentes.



#### **2.2.1.1.3. LÁMPARAS FLUORESCENTES SIN ELECTRODOS:**

Emiten luz en presencia de un campo magnético junto con una descarga en gas. Presentan una elevada vida útil (60000 horas) sólo limitada por los componentes electrónicos. Se les denomina también lámparas de inducción.



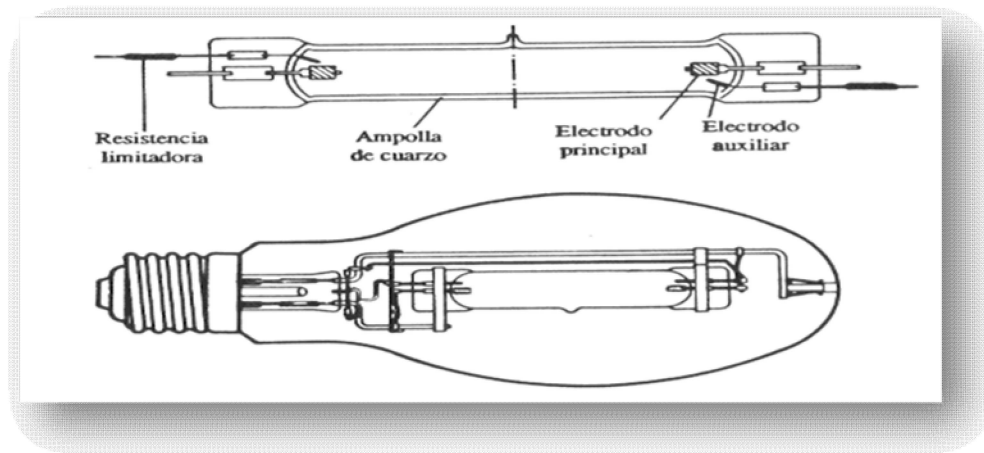


### 2.2.1.2. LÁMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO A ALTA PRESION.

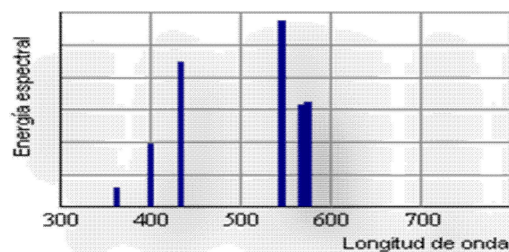
El funcionamiento de las lámparas de vapor de mercurio a alta presión, conocidas simplemente como de vapor de mercurio, se basa en el mismo principio que el de las lámparas fluorescentes. Así como una lámpara fluorescente de descarga en mercurio a baja presión genera casi exclusivamente radiaciones ultravioleta, con altas presiones de vapor el espectro cambia notablemente, emitiendo varias bandas que corresponden a las sensaciones de color violeta (405 m\_ .), azul (435 m\_ .), verde (546m\_ .) y amarillo (570 m\_ .), emitiendo también una pequeña cantidad de radiaciones ultravioleta.

Como las cualidades cromáticas de estas radiaciones no resultan muy buenas, debido en gran parte a la ausencia de radiaciones rojas, las radiaciones ultravioleta se transforman, mediante sustancias fluorescentes, en radiaciones comprendidas dentro del espectro rojo, dando como resultado una lámpara con un mejor rendimiento cromático.

Las lámparas de vapor de mercurio están constituidas por una pequeña ampolla de cuarzo, provista de dos electrodos principales y uno o dos auxiliares, en cuyo interior se encuentra una cierta cantidad de argón y unas gotas de mercurio. Los electrodos auxiliares llevan una resistencia en serie que limita la intensidad que por ellos puede circular.



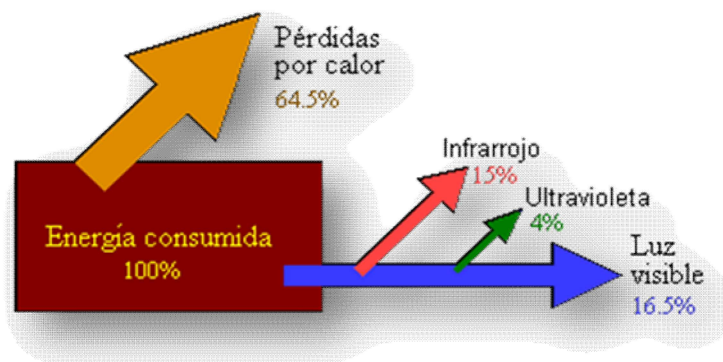
A medida que aumentamos la presión del vapor de mercurio en el interior del tubo de descarga, la radiación ultravioleta característica de la lámpara a baja presión pierde importancia respecto a las emisiones en la zona visible (violeta de 404.7 nm, azul 435.8 nm, verde 546.1 nm y amarillo 579 nm).



### Espectro de emisión sin corregir

En estas condiciones la luz emitida, de color azul verdoso, no contiene radiaciones rojas. Para resolver este problema se acostumbra a añadir sustancias fluorescentes que emitan en esta zona del espectro. De esta manera se mejoran las características cromáticas de la lámpara. La temperatura de color se mueve entre 3500 y 4500 K con índices de

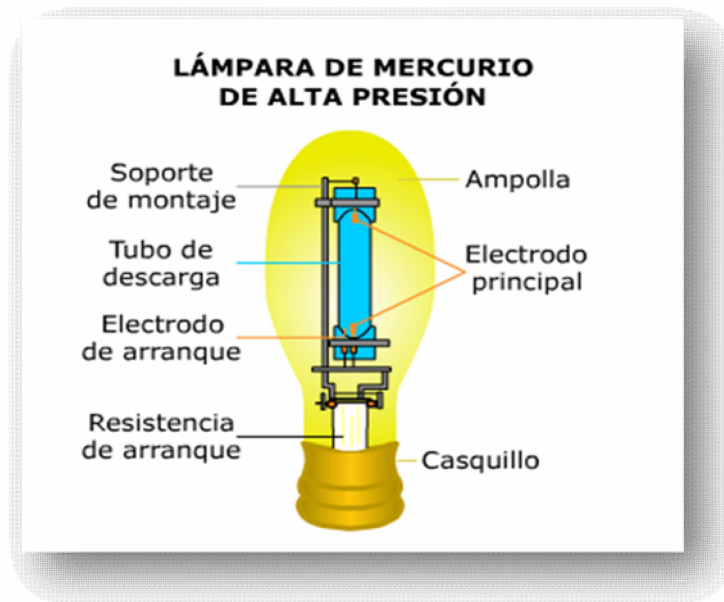
rendimiento en color de 40 a 45 normalmente. La vida útil, teniendo en cuenta la depreciación se establece en unas 8000 horas. La eficacia oscila entre 40 y 60 lm/W y aumenta con la potencia, aunque para una misma potencia es posible incrementar la eficacia añadiendo un recubrimiento de polvos fosforescentes que conviertan la luz ultravioleta en visible.



### Balance energético de una lámpara de mercurio a alta presión

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

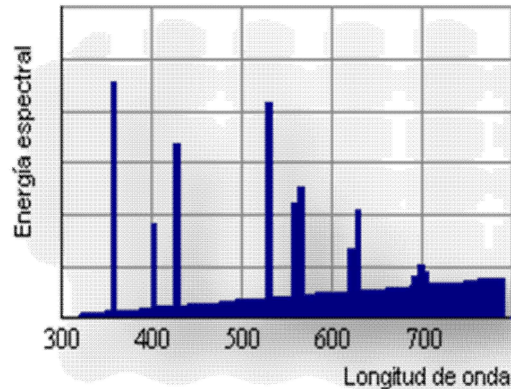
posible su re encendido hasta que se enfriara, puesto que la alta presión del mercurio haría necesaria una tensión de ruptura muy alta.



### 2.1.2.3. LÁMPARA DE LUZ DE MEZCLA

Las lámparas de luz de mezcla son una combinación de una lámpara de mercurio a alta presión con una lámpara incandescente y, habitualmente, un recubrimiento fosforescente.

El resultado de esta mezcla es la superposición, al espectro del mercurio, del espectro continuo característico de la lámpara incandescente y las radiaciones rojas provenientes de la fosforescencia.



### **Espectro de emisión de una lámpara de luz de mezcla**

Su eficacia se sitúa entre 20 y 60 lm/W y es el resultado de la combinación de la eficacia de una lámpara incandescente con la de una lámpara de descarga.

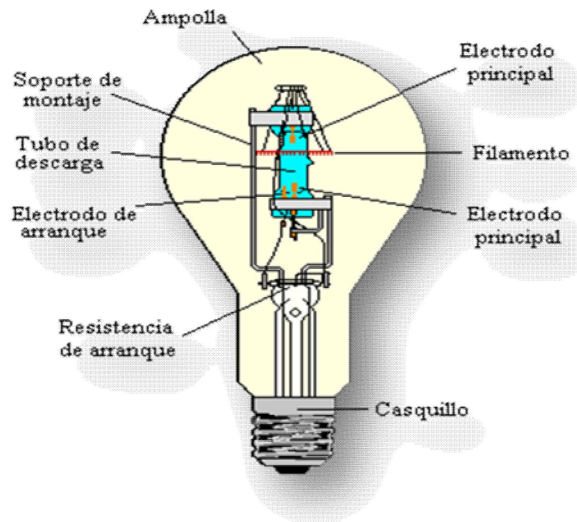
Estas lámparas ofrecen una buena reproducción del color con un rendimiento en color de 60 y una temperatura de color de 3600 K.

La duración viene limitada por el tiempo de vida del filamento que es la principal causa de fallo.

Respecto a la depreciación del flujo hay que considerar dos causas.

Por un lado tenemos el ennegrecimiento de la ampolla por culpa del wolframio evaporado y por otro la pérdida de eficacia de los polvos fosforescentes.

En general, la vida media se sitúa en torno a las 6000 horas.

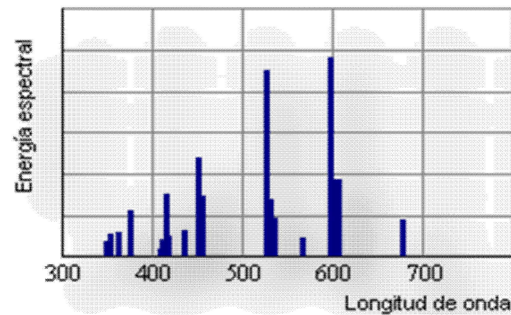


### Lámpara de luz de mezcla

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

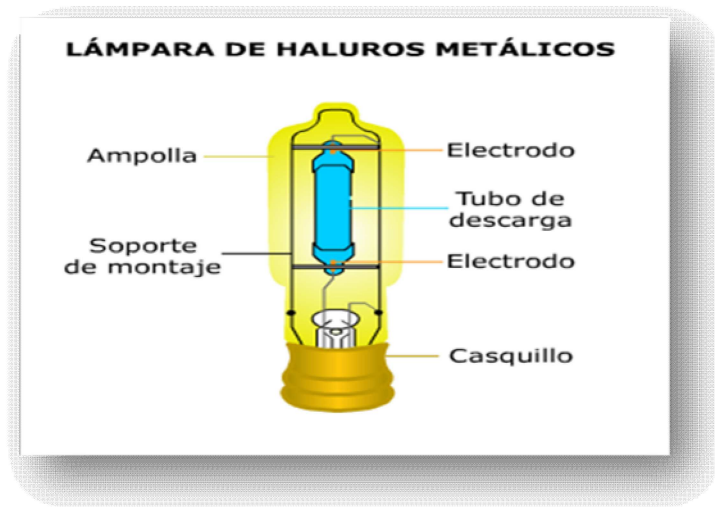
#### 2.2.1.4. LÁMPARAS CON HALOGENUROS METÁLICOS.

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



### **Espectro de emisión de una lámpara con halogenuros metálicos**

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



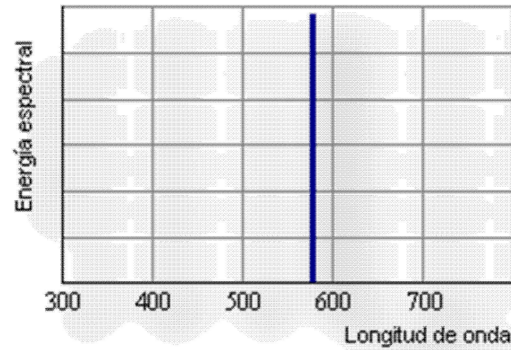
Las excelentes prestaciones cromáticas la hacen adecuada entre otras para la iluminación de instalaciones deportivas, para retransmisiones de TV, estudios de cine, proyectores, etc.

### 2.2.1. LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO.

#### 2.2.2.1. LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO A BAJA PRESION.

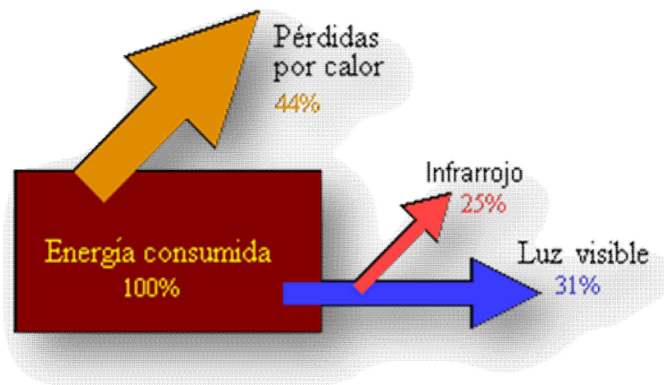
La descarga eléctrica en un tubo con vapor de sodio a baja presión produce una radiación monocromática característica formada por dos rayas en el espectro (589 nm y 589.6 nm) muy próximas entre sí.





**Espectro de una lámpara de vapor de sodio a baja presión**

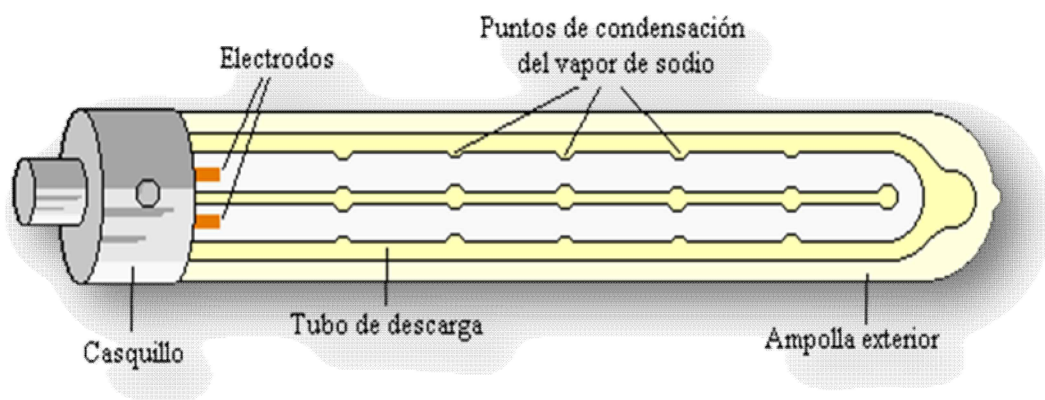
La radiación emitida, de color amarillo, está muy próxima al máximo de sensibilidad del ojo humano (555 nm). Por ello, la eficacia de estas lámparas es muy elevada (entre 160 y 180 lm/W). Otras ventajas que ofrece es que permite una gran comodidad y agudeza visual, además de una buena percepción de contrastes. Por contra, su monocromatismo hace que la reproducción de colores y el rendimiento en color sean muy malos haciendo imposible distinguir los colores de los objetos.



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

La vida media de estas lámparas es muy elevada, de unas 15000 horas y la depreciación de flujo luminoso que sufren a lo largo de su vida es muy baja por lo que su vida útil es de entre 6000 y 8000 horas. Esto junto a su alta eficiencia y las ventajas visuales que ofrece la hacen muy adecuada para usos de alumbrado público, aunque también se utiliza con finalidades decorativas.

En cuanto al final de su vida útil, este se produce por agotamiento de la sustancia emisora de electrones como ocurre en otras lámparas de descarga. Aunque también se puede producir por deterioro del tubo de descarga o de la ampolla exterior.



### Lámpara de vapor de sodio a baja presión

En estas lámparas el tubo de descarga tiene forma de U para disminuir las pérdidas por calor y reducir el tamaño de la lámpara. Está elaborado de materiales muy resistentes pues el sodio es muy corrosivo y se le practican unas pequeñas hendiduras para facilitar la concentración del sodio y que se

vaporice a la temperatura menor posible. El tubo está encerrado en una ampolla en la que se ha practicado el vacío con objeto de aumentar el aislamiento térmico. De esta manera se ayuda a mantener la elevada temperatura de funcionamiento necesaria en la pared del tubo (270 °C).

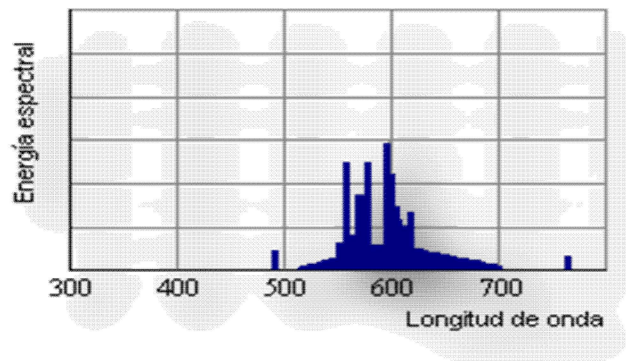
El tiempo de arranque de una lámpara de este tipo es de unos diez minutos. Es el tiempo necesario desde que se inicia la descarga en el tubo en una mezcla de gases inertes (neón y argón) hasta que se vaporiza todo el sodio y comienza a emitir luz. Físicamente esto se corresponde a pasar de una luz roja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

#### **2.2.2.2. LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESION.**

En este tipo de lámpara la luz se produce por la descarga eléctrica a través del metal de sodio (principalmente) y de mercurio junto con un gas noble (xenón o argón), vaporizados a alta presión, que aumenta la longitud de onda. Los gases que acompañan al sodio aumentan las radiaciones del espectro con cierta continuidad, que permiten distinguir todos los tipos de colores de la radiación visible.

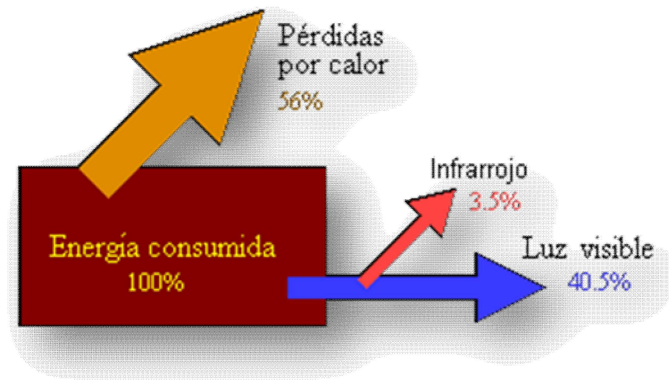
Son altamente eficientes, (hasta 140 lúmenes por vatio), y producen un tibio color dorado. En la figura se observan los elementos constructivos más importantes así como la distribución de energía (en %) para una lámpara de vapor de sodio a alta presión.

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



### **Espectro de una lámpara de vapor de sodio a alta presión**

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

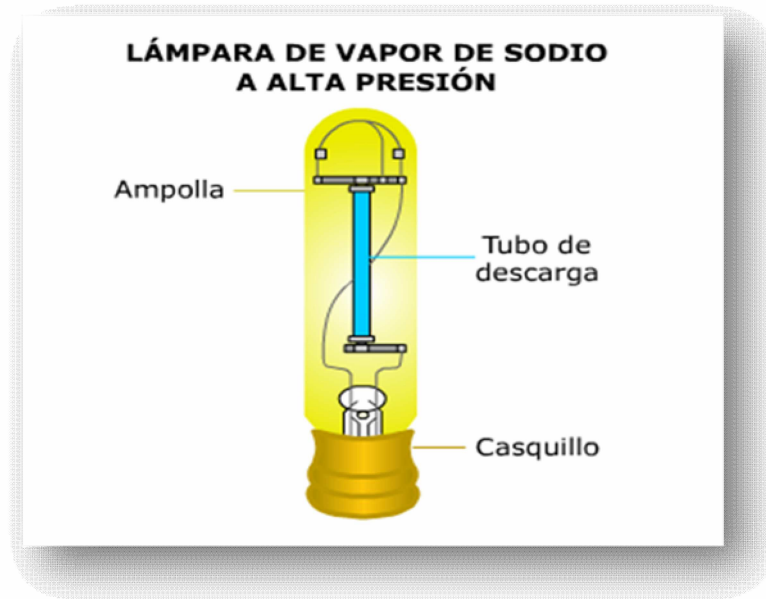


### Balance energético de una lámpara de vapor de sodio a alta presión

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

Las condiciones de funcionamiento son muy exigentes debido a las altas temperaturas (1000 °C), la presión y las agresiones químicas producidas por el sodio que debe soportar el tubo de descarga. En su interior hay una mezcla de sodio, vapor de mercurio que actúa como amortiguador de la descarga y xenón que sirve para facilitar el arranque y reducir las pérdidas térmicas.

El tubo está rodeado por una ampolla en la que se ha hecho el vacío. La tensión de encendido de estas lámparas es muy elevada y su tiempo de arranque es muy breve.



Este tipo de lámparas tienen muchos usos posibles tanto en iluminación de interiores como de exteriores. Algunos ejemplos son en iluminación de naves industriales, alumbrado público o iluminación decorativa.

En la siguiente tabla se describen las características más importantes de las lámparas de alta intensidad de descarga (HID):

Parámetro	Tipo de lámpara HID
-----------	---------------------

	Vapor de Hg alta presión	Luz mezcla	Vapor de Na baja presión	Vapor de Na alta presión	Haluros metálicos
<b>Temperatura del color</b>	3.000 a 4.500 K	2.900 K	-	2.100 K	6.000 K
<b>Índice de rep. del color</b>	40 a 69	60	20 a 32	40 a 69	85 a 100
<b>Flujo luminoso</b>	6.300 a 58.000 Lm	3.100 a 14.000 Lm	1.800 a 33.000 Lm	3.500 a 130.000 Lm	17.000 a 80.000
<b>Potencia</b>	50 a 1000 W	160 a 500 W	18 a 180 W	50 a 1.000 W	250 a 1.000 W
<b>Rendimiento luminoso</b>	50,4 a 58 Lm/W	20 a 40 Lm/W	130 a 200 Lm/W	80 a 140 Lm/W	68 a 105 Lm/W
<b>Vida útil</b>	6.000 a 9.000 horas			24.000 horas	16.000 a 20.000 horas
<b>Tiempo de encendido</b>		2 minutos	10 minutos		
<b>Influencia del voltaje</b>	+ó - 5% del voltaje nominal	+ó - 5% del voltaje nominal	+ó - 5% del voltaje nominal	+ó - 5% del voltaje nominal	+ó - 5% del voltaje

					nominal
<b>Reactancia</b>	Sí	-	Sí	Sí	Sí
<b>Cebador</b>	No	Sí	No	No	Sí
<b>Capacitor</b>	Sí, para corregir fp	-	Sí, para corregir fp	Sí, para corregir fp	Sí, para corregir fp

El alumbrado de sodio tiene la ventaja de que da gran comodidad visual, gran rapidez de percepción y mejora la agudeza visual.

Las aplicaciones fundamentales del alumbrado de sodio son:

- Alumbrado de carreteras y túneles.
- Alumbrado de canteras, obras y parques de almacenamiento.
- Alumbrado de talleres de forja y metalúrgicos.
- Alumbrado de vías de clasificación.
- Alumbrado de pistas de aterrizaje.



**2.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS**

Tecnología	Ventajas	Desventajas
Mercurio	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Costo de reparación y el precio de venta son bajos.</li> <li>•Vida útil moderada.</li> <li>•Luz configurable en grados Kelvin.</li> <li>•Propiedad CRI favorable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Baja eficiencia.</li> <li>•Su luz fuerte encandila.</li> <li>•El brillo disminuye con el tiempo.</li> <li>•Usa una sustancia peligrosa (Mercurio)</li> </ul>
Sodio Alta Presión	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Alta eficiencia.</li> <li>•Vida útil moderada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Color Amarillo (no puede configurarse la temperatura de color).</li> <li>•Su CRI erróneo puede tener consecuencias de seguridad.</li> <li>•Arranque lento.</li> </ul>
Sodio Baja Presión	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Muy alta eficiencia.</li> <li>•Vida útil moderada.</li> <li>•Arranque veloz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Color Amarillo (no puede configurarse la temperatura de color).</li> <li>•Su CRI erróneo puede tener consecuencias de seguridad.</li> <li>•Componentes son costosos.</li> </ul>
Halogenuros Metálicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>•El CRI es favorable.</li> <li>•Mejor eficiencia que la de mercurio.</li> <li>•Luz Fuerte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Vida útil corta.</li> <li>•Alto costo de mantención.</li> <li>•Menor eficiencia que lámparas de inducción y que las de Sodio de alta y baja presión.</li> </ul>
Lámpara de Inducción	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Muy Alta eficiencia.</li> <li>•Gran ahorro de energía.</li> <li>•CRI excelente.</li> <li>•Veloz arranque.</li> <li>•Vida útil muy larga</li> <li>•Luz configurable en grados Kelvin.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Inversión Inicial alta.</li> </ul>

### 2.3. INFORMACION SOBRE LA LAMPARA UTILIZADA.

#### LAMPARA DE HALURO METALICO.



Lámpara de haluro metálico en un poste del alumbrado público, se le puede apreciar el tono del color emitido por la lámpara

Las **lámparas de haluro metálico**, también conocidas como **lámparas de aditivos metálicos**, **lámparas de halogenuros metálicos**, **lámparas de mercurio halogenado** o **METALARC**, son lámparas de descarga de alta presión, del grupo de las lámparas llamadas HID (*High Intensity Discharge*).

Son generalmente de alta potencia y con una buena reproducción de colores, además de la luz [ultravioleta](#).

Originalmente fueron creadas en los años 1960 para el uso industrial de estas pero hoy se suelen aplicar en la industria tanto como el hogar.

Son de uso industrial tanto como de uso doméstico. Generalmente se le suele usar en estaciones de combustible, plazas y [alumbrado público](#). También se le suele usar en la iluminación de acuarios. Por su amplio espectro de colores, se le suele usar en lugares donde se requiere una buena reproducción de colores, como estaciones de televisión y campos deportivos.

### ***Funcionamiento***

Como otras lámparas de descarga de gas eléctrica, por ejemplo las [lámparas de vapor de mercurio](#) (muy similares a la de haluro metálico), la luz se genera pasando un [arco eléctrico](#) a través de una mezcla de gases. En una lámpara de haluro metálico, el tubo compacto donde se forma el arco contiene una mezcla de [argón](#), [mercurio](#) y una variedad de [haluros](#) metálicos. Las mezclas de haluros metálicos afecta la naturaleza de la luz producida, variando correlacionadamente la temperatura del color y su intensidad (por ejemplo, que la luz producida sea azulada o rojiza). El gas argón se [ioniza](#) fácilmente, facultando el paso del [arco voltáico](#) pulsante a través de dos [electrodos](#), cuando se le aplica un cierto voltaje a la lámpara. El calor generado por el arco eléctrico vaporiza el mercurio y los haluros metálicos, produciendo luz a medida que la temperatura y la presión aumentan. Como las otras lámparas de descarga eléctrica, las lámparas de haluro metálico requieren un equipo auxiliar para proporcionar el voltaje apropiado para comenzar el encendido y regular el flujo de electricidad para mantener la lámpara encendida. La

lámpara de Metal Halide de 150W, tiene como característica especial que funciona mejor en sitios abiertos

### ***Componentes***

Los principales componentes de la lámpara de haluro metálico son los siguientes. Tienen una base metálica (a veces una en cada extremo), que permita la conexión eléctrica. La lámpara es recubierta con un cristal protector externo (llamado bulbo) que protege los componentes internos de la lámpara (a veces también es dotado de un filtro de radiación [ultravioleta](#), provocada por el vapor de mercurio. Dentro de la cubierta de cristal, se encuentran una serie de soportes y alambres de plomo que sostienen el tubo de [cuarzo](#) fundido (donde se forma el arco voltaico y la luz), y a su vez este se encaja en los electrodos de [tungsteno](#). Dentro del tubo de cuarzo fundido, además del mercurio, contiene [yoduros](#), [bromuros](#) de diferentes metales y un [gas noble](#). La composición de los metales usados define el color y la temperatura de la luz producida por la lámpara.

Otros tipos tienen el tubo donde se forma el arco de [alúmina](#) en vez de cuarzo fundido, como las lámparas de vapor de sodio. Usualmente estos son llamados haluro metálico de cerámica o CMH (del inglés *Ceramic Metal Halide*)

Algunas lámparas son recubiertas internamente con [fósforo](#) para difundir la luz.

## **BALASTROS**

Las lámparas de haluro metálico requieren [balastos](#) para regular el flujo continuo del arco y proporcionar el voltaje apropiado a la lámpara. Algunas lámparas grandes contienen un electrodo especial de encendido para generar el arco cuando la lámpara es encendida, generando un parpadeo leve al momento del encendido.

Las lámparas más pequeñas no requieren un [electrodo](#) de encendido, y en lugar de este utilizan un circuito especial de encendido, que se encuentra dentro del balasto, generando un pulso de alto voltaje entre los electrodos de funcionamiento.

En el caso de los balastos electrónicos, algunos están disponibles para las lámparas de haluro metálico.

La ventaja de estos balastos es que tienen un control más preciso y exacto de la potencia, proporcionando un color más consistente y una vida más larga de la lámpara.

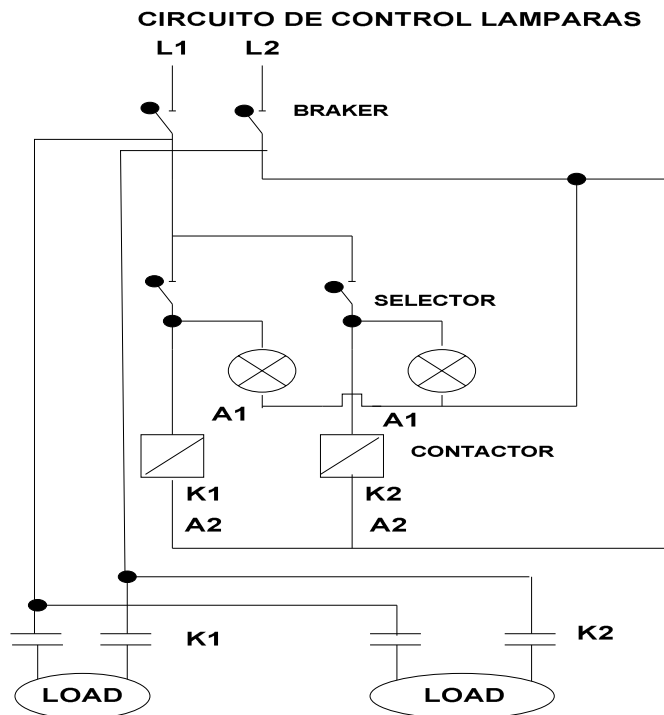
En algunos casos se dice que los balastos electrónicos incrementan la eficiencia de la lámpara, reduciendo el consumo eléctrico, pero hay excepciones, por ejemplo las lámparas de alta frecuencia (**High Output**) o muy alta frecuencia (**Very High Output**) donde el rendimiento no aumenta con el uso de balastos electrónicos.

El tiempo de vida de estas lámparas va desde las 20.000 a 22.000 h



## 2.4. MONTAJES DE PANELES

### 2.4.1 CIRCUITO DE CONTROL DE LAMPARAS

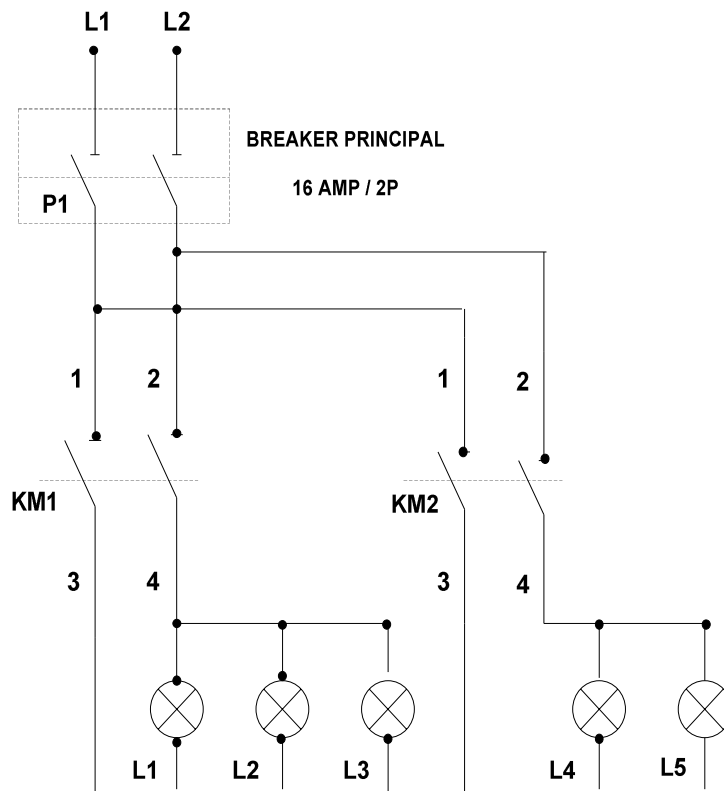


Al girar la perilla del selector hacia la izquierda, se cierra el contacto del selector energizando la bobina del contactor K1 cerrando sus contactos y dando encendido a la luz piloto como señal que existe voltaje de línea en las lámparas L1, L3 y L5 y cerrando el selector 2 cumple la misma función encendiendo las lámparas L2 y L4 .

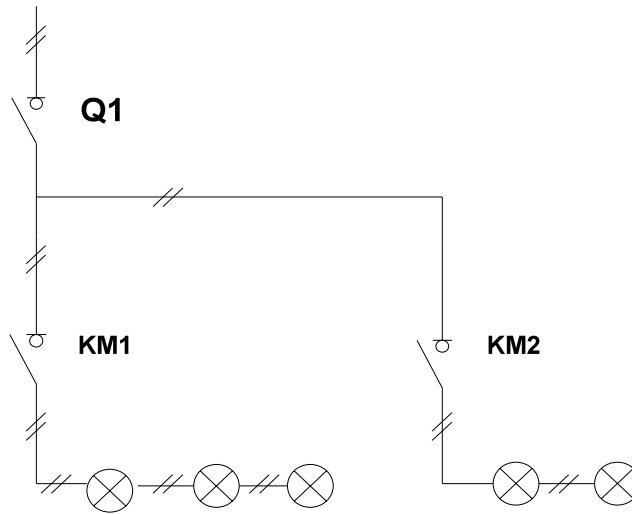
Teniendo en cuenta que el sistema es a 220 v con dos circuitos respectivamente.

### 2.4.2 PLANO MULTIFILAR

#### CIRCUITO PRINCIPAL DE FUERZA

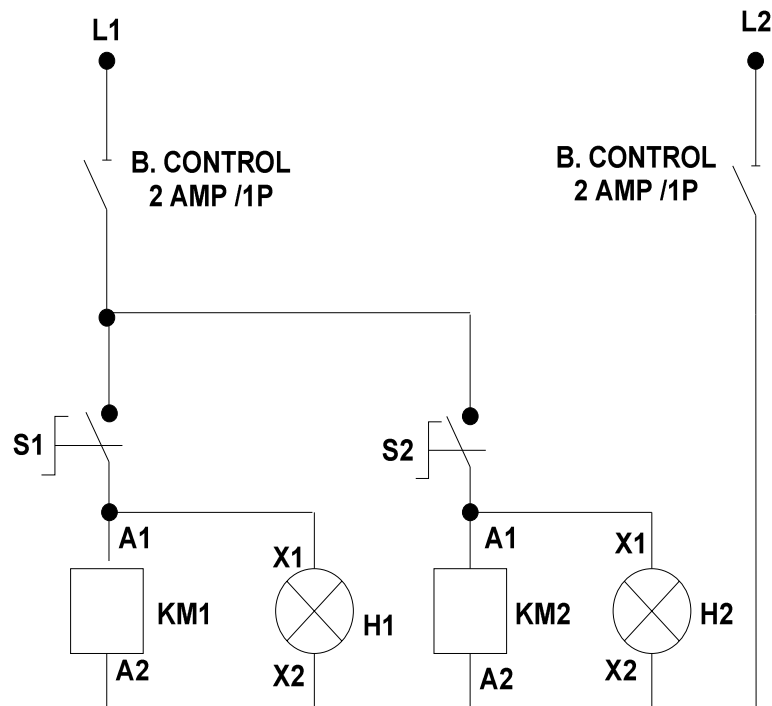


2.4.3 PLANO UNIFILAR



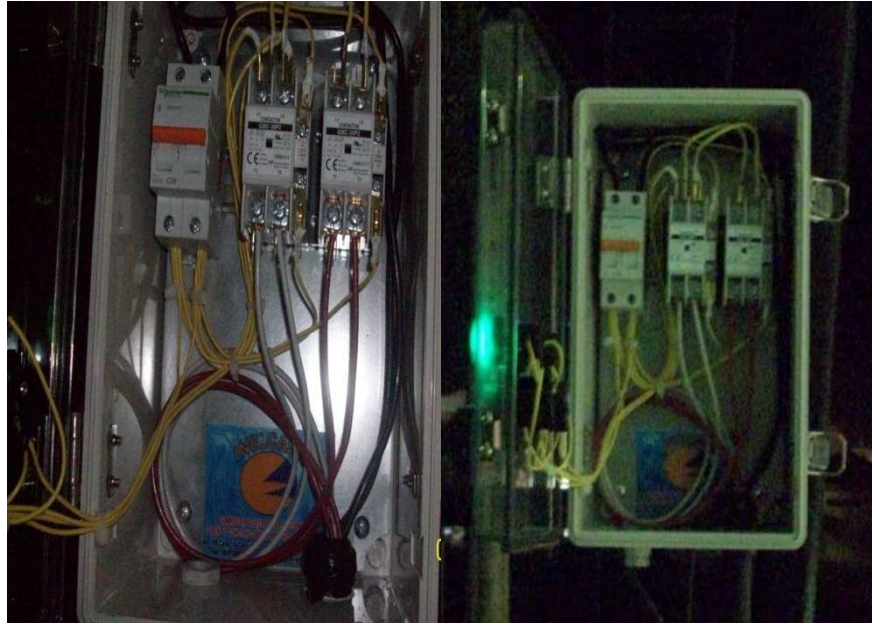
2.4.4 CIRCUITO DE MANDO O CONTROL.

CIRCUITO DE MANDO O CONTROL





### 2.4.5 TABLERO DE CONTROL



## **CAPITULO III**

### **3. MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION Y REALIZACION DEL SISTEMA DE ILUMINACION**

#### **3.1. MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIONES DE TABLEROS**

Los materiales utilizados para la construcción del tablero de control son los siguientes.

**3.1.1. Metales**

**3.1.2. Plástico**

**3.1.3. Tornillo**

**3.1.4. Cables**

**3.1.5. Contactores**

**3.1.6. Luces Piloto**

**3.1.7. Selectores**

#### **3.2. MATERIALES PARA LA REALIZACION DEL SISTEMA DE ALUMBRADO.**

##### **1. REFLECTOR SIMETRICO 400W**

El objetivo fundamental de las lámparas de halogenuro metálico es aumentar el rendimiento luminoso e igualar el color de la luz al de la

luz diurna o solar. Teniendo en cuenta estos objetivos se construyen las lámparas de halogenuros metálicos, que en si son lámparas de vapor de mercurio a alta presión, con la particularidad de contener además de mercurio, halogenuros de las tierras raras. Dysprosio (Dy), Holmio (Ho), y Tulio (Tm).

De esta forma se consigue rendimientos luminosos más elevados y mejores propiedades de reproducción cromática que con la lámpara de mercurios convencionales.

## **2. BREAKER DE RIEL DE 2 POL MG 16AMP**



Los equipos eléctricos están protegidos de sobrecargas eléctricas por medio de fusibles o breakers (interruptores de circuito). Los breakers hacen la misma función que los fusibles, con la ventaja que pueden ser restaurados manualmente en lugar de tener que ser reemplazados.

Los breakers tienen forma de botón, que salta hacia afuera cuando se ve sometido a una sobrecarga; el piloto solo tiene que pulsar sobre el breaker ("botón") para volver a restaurarlo.

### **3. SELECTOR PLAST 2POS /1NA ED21**

Conmutador de muchas posiciones cuya maniobra se efectúa por medio de impulsos eléctricos.

Se emplea en las centrales telefónicas automáticas para establecer comunicación con el abonado deseado, y se acciona mediante impulsos eléctricos procedentes del aparato que efectúa la llamada.

### **4. ALAMBRE GALVANIZADO DE 14**



Alambre multiuso, fácil de manipular, y resistencia a la corrosión y económico.

## 5. CONTACTOR 2POLS LG DE 220V



Los contactores eléctricos están compuestos por varios elementos desmontables que se pueden sustituir en caso de avería.

Las piezas que componen un [contactor](#) sufren mucho desgaste debido a su frecuente utilización y algunos, como los contactos principales, también por la elevada potencia que suministran.

Así que en los [contactores eléctricos](#) se pueden sustituir las piezas deterioradas ya que todos sus elementos son desmontables.

### **Contactos de conexión y desconexión de un contactor**

El **contacto cerrado** es aquel que tiene establecida la conexión entre dos puntos cuando el contactor se encuentra en reposo, es decir, cuando a la bobina del electroimán le llega tensión.

El **contacto abierto** es aquel que no tiene establecida la conexión entre dos puntos cuando el contactor se encuentra en reposo, es decir, cuando a la bobina no le llega tensión. Efectúa la conexión cuando a la bobina del electroimán le llega su correspondiente [voltaje de alimentación](#).

El **contacto instantáneo** es aquel que produce la conexión o desconexión entre dos puntos cuando se excita la bobina con la tensión adecuada.

El **contacto temporizado** es aquel que produce la conexión o desconexión entre dos puntos por medio de un temporizador, bien independiente o añadido al propio contactor por medio de una cámara.

### **Soporte o chasis del contactor**

El conjunto magnético y los contactos están unidos por medio de un [elemento aislante](#), montado de forma que las posibles vibraciones recibidas por el contactor no afecten al perfecto funcionamiento del mismo.

El conjunto va montado en una estructura adecuada, en la cual se han previsto los alojamientos necesarios para la colocación de todos los elementos.

Las partes aislantes son de gran [resistencia](#) eléctrica superficial, para evitar arcos eléctricos, resistentes mecánicamente para soportar, sin roturas ni grietas, los golpes de la armadura, en algunos tipos de contactor bastante considerables, e indeformables ante el tiempo y el calor, para no entorpecer el movimiento de los conjuntos que se desplazan en su interior.

### **Electroimán y su estructura magnética**

La estructura del [electroimán](#) está formada por un núcleo magnético, compuesto por chapas laminadas y aisladas entre sí para reducir pérdidas por corrientes de Foucault. Sobre este núcleo se monta la bobina de accionamiento y la armadura móvil, del mismo material que el núcleo y que cierra el circuito magnético. La armadura móvil acciona los contactos móviles, y cuando circula corriente por la bobina, el núcleo atrae a la armadura efectuando la unión de los contactos móviles con los fijos.

### **La bobina del contactor**

La bobina para accionar el electroimán se construye de hilo de cobre electrolítico esmaltado, por el poco espacio ocupado en el aislamiento. El devanado se efectúa normalmente sobre un carrete de material termoplástico.

Las conexiones de la bobina están soldadas a los extremos del devanado, se montan con un hilo flexible, cuya sección es superior al hilo de la bobina y, en ocasiones, a dos terminales sujetos al carrete.

Actualmente, casi todas las bobinas van encapsuladas con resinas altamente resistentes a la acción de los agentes atmosféricos (polvo, humedad, etc.).

Una de las averías clásicas en los contactores es que se queme la bobina del electroimán, debido, la mayor parte de las veces, al incremento de corriente que se observa en el caso de un cierre imperfecto de las dos superficies magnéticas del electroimán. Dos causas motivan normalmente este desajuste: la introducción de un cuerpo extraño (polvo, grasa, etc.) entre las mencionadas superficies o bien que la tensión de accionamiento sea baja.

Una limpieza periódica de las superficies magnéticas y un control de la tensión de funcionamiento evitará estos problemas.

### **Contactos principales del contactor**

Los contactos principales son las piezas que están sometidas al trabajo más duro. Para cumplir perfectamente su cometido, deben reunir las propiedades mecánicas y eléctricas siguientes:



- Alta conductividad eléctrica y térmica.
- Pequeña resistencia de contacto.
- Débil tendencia a pegarse o soldarse.
- Buena resistencia a la erosión eléctrica producida por el arco.
- Dureza elevada y fuerte resistencia mecánica.
- Poca tendencia a formar óxidos o sulfuros resistentes eléctricamente.

### **Contactos auxiliares del contactor**

Los contactos auxiliares están destinados a asegurar la realimentación, señalización, enclavamiento y, en general, todos aquellos servicios en los que se ponen en juego cargas no inductivas y corrientes de poca intensidad. Pueden ser de dos tipos fundamentales: contactos instantáneos y contactos retardados.

### **Contactos instantáneos**

Están destinados a asegurar las realimentaciones, dependencias y enclavamientos en los contactores cuando están accionados.

Se pueden montar en un número variable en los contactores por medio de cámaras de contactos que se adosan a través de un mecanismo de enganche al contactor, lo que proporciona una gran flexibilidad en la realización de instalaciones de automatización.

Fundamentalmente, estos contactos instantáneos son de dos tipos: de trabajo y de reposo.

Un contacto auxiliar se dice que es de trabajo cuando el contacto está cerrado mientras la bobina está excitada.

Un contacto auxiliar es de reposo cuando el contacto está abierto mientras la bobina está excitada.

### **Contactos retardados**

Este tipo de contactos están destinados a maniobras específicas que en su accionamiento dependen de una variable fundamental en automatización como es el tiempo.

Este tipo de contacto está dirigido por otro componente eléctrico que es el temporizador.

### **Partes desmontables del contactor.**

Debido al elevado coste de los contactores, cuando se produce una avería se procede a localizar el elemento deteriorado para así reemplazarlo, ya que todas las partes de los contactores son desmontables.

Ésta es una de las [ventajas](#) que tiene el contactor respecto a los [relés eléctricos](#).

## 6. TUBO ½ PVC CARIVE



Esta certificada para la instalación de conductores eléctricos y puede usarse en cualquier edificio que no supere los tres pisos.

No se deben utilizar tuberías eléctricas no metálicas de diámetro comercial inferior a ½”.

La tubería PVC para alojar y proteger conductores eléctricos y telefónicos debe ser de color verde.

## 7. CAJETIN ORTOGONAL DE PVC



El cajetín octagonal se usa para salidas de alumbrado. Para pedido comercial es necesario especificar además del tamaño el diámetro

de la tubería con la cual se está trabajando. Se fijan a las tuberías por medio de conectores.

## **8. CABLE THHN N°8**

**ESPECIFICACIONES:** La fabricación de estos productos está basada en las normas. ASTM –B3, ASTM B8, UL 83, UL1581 y aprobado según el sistema de calidad de cable.

**APLICACIONES.** Generalmente en alumbrado eléctrico de edificaciones, conexiones de tableros, controles, etc. Especiales en ambientes secos y húmedos donde la temperatura de servicio del conductor no exceda los 75<sup>o</sup>.

### **VOLTAJE DE SERVICIO. 600 voltios**

Colores, del 14 al 10AWG, negro, blanco, rojo, amarillo, celeste, verde del 8AWG en adelante, negro.

**EMBALAJE:** Los conductores hasta el 2AWG vienen normalmente en rollos de 100mts, estos y los demás se pueden fabricar en longitudes según requerimiento del cliente. Capacidad de conducción no más de tres conductores en el tubo conduit, bandeja o cable directamente enterrado, basado en una temperatura ambiente

30c (86F). Capacidad de conducción para 1 conductor en aire libre a temperatura ambiente de 30C (86F).

#### **9. TUBO PESADO CONDUIT 1” REFORSADO**

Este tipo de tubería es recomendable para una mayor cantidad de conductores y en especial para acometidas eléctricas donde su amperaje es mayor y la resistencia del material es técnicamente la correcta irresistible a esfuerzo del operador.

#### **10. CONECTOR PATA DE MULA**

Es un material fabricado reforzado de aluminio de forma curva a 90grados que sirve para darle forma inicial a una alimentación de fuerza en un circuito eléctrico facilitando el paso de los conductores y proteger los conductores de la humedad y en casos de lluvias para evitar que entre agua.

#### **11. TAPA CIEGA REDONDA PVC**



Este tipo de material eléctrico es utilizado para cubrir o cerrar cajetines ortogonales para su mejor diseño y necesidades del cliente la podemos encontrar en metal o plástica.

## **12. ROLLO DE CABLE N°12 FLEXIBLE H**



Conocido como conductor eléctrico y utilizado en redes eléctricas para montajes de alta y bajas tensiones y existen en estas características, en unifilar flexibles y rígidos, como también en concéntrico.

## **13. TABLERO PLAST HI-BOX P/DS/AG/AT**

Se utiliza tablero plástico en instalaciones donde la salinidad del ambiente es bastante corrosivo y puede afectar en el funcionamiento de los equipos, es recomendable para colocar todo el funcionamiento de cualquier sistema de control eléctrico como luces de naves talleres metalúrgicos o en instalaciones residenciales, o donde su utilización sea necesaria.

**14. PLAFON MET HI-BOX P/DS/AG/AT**

Técnicamente el plafón metálico sirve para sujetar los materiales de control y fuerza que van internamente de la caja plástica.

**15. MANGUERA ANILLADA DE ½ NE**

Este tipo de manguera se puede encontrar como material plástico o metálico. Se permite el uso de esta tubería en lugares ocultos (paredes, pisos y techos). No se debe usar en lugares húmedos, en cuartos de almacenamiento de tuberías, en lugares peligrosos o en tramos de más de 1.80 m.

**16. METRO DE MANGUERA ANILLADA 1”**

Se diferencia a la manguera anillada de ½ pulgadas por ser un poco más grande y angosta en la cual se utilizan para lugares donde el codo no puede hacer ángulos de más 180 ángulos y estas mangueras facilitan quiebres de 0 a 360 grados en espacios estrechos o en lugares en que el operario necesite hacer este tipo de maniobra.

### **17. CODO PVC TIPO PESADO DE 1” P**

El PVC es el producto de la polimerización del monómero de cloruro de vinilo a poli cloruro de vinilo. La resina que resulta de esta polimerización es la más versátil de la familia de los plásticos; pues además de ser termoplástica, a partir de ella se pueden obtener productos rígidos y flexibles. A partir de procesos de polimerización, se obtienen compuestos en forma de polvo o pellet, plastisoles, soluciones y emulsiones.

#### **Construcción**

- Buenas propiedades eléctricas y de aislamiento sobre un amplio rango de temperaturas.
- Excelente durabilidad y tiene aproximadamente una vida útil de 40 o más años.
- Características de procesamiento fáciles para obtener las especificaciones deseadas del producto final.
- Resistente a ambientes agresivos.



**18. SILICON TRANSPARENTE DE 10 ONZ**

Recomendable para unir o pegar objetos del mismo material.

**19. AMARRA PLASTICA COLOR NEGRO DE 31x4.8**

Producto de calidad reconocida para amarrar cables y tubos en instalaciones exteriores e interiores.

**Características:**

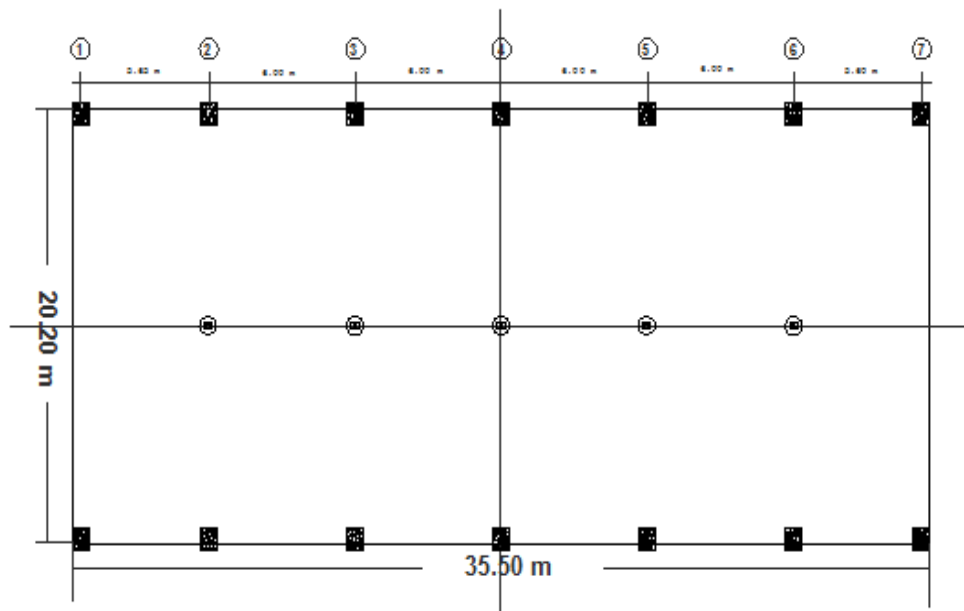
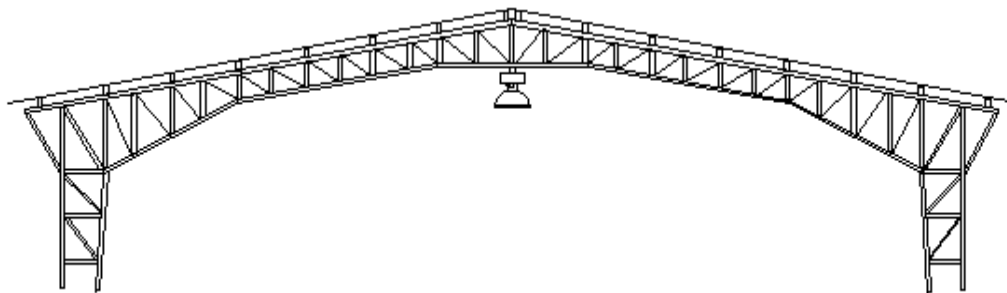
- Para un mejor funcionamiento existen tres tipos de amarras cada una de una materia prima diferente; en poliamida 6.6 estabilizada a la intemperie, para el atado de cables y tubos en instalaciones, (color negro). En poliamida 6.6 para instalaciones interiores (colores gris RAL 7035 y blanco). Mientras que polipropileno para ambientes ácidos (color gris).
- Materias primas libres de sustancias peligrosas que supongan un riesgo para la salud humana y animal, así como para el medio ambiente. Material reciclable mecánicamente.

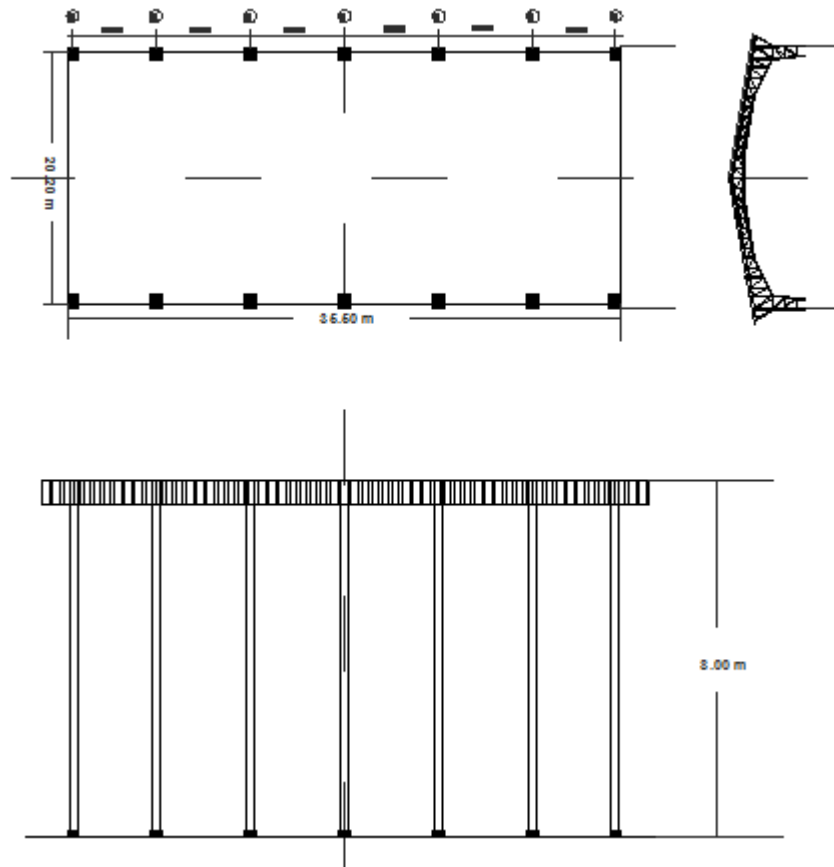
## CAPITULO IV

### 4 DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROYECTO

#### 4.1 PLANTEAMIENTO DEL ÁREA DE ACCION DEL PROYECTO: INTERRELACION DE LOS AGENTES QUE CONFIGURA EL PROCESO DEL DESARROLLO DEL PROYECTO.

Ver anexo 2.





#### 4.2 CALCULOS PARA TIPOS DE LUMINARIAS.

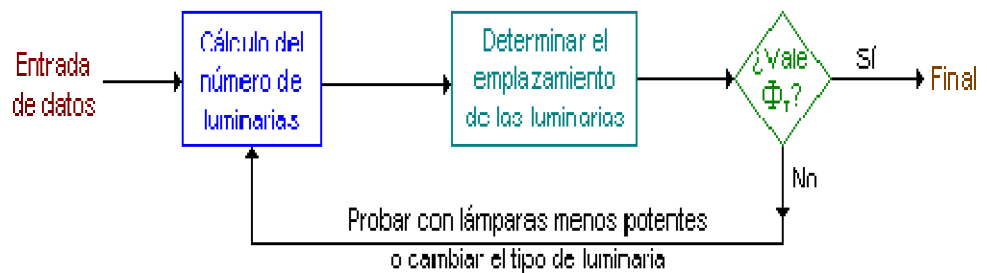
El cálculo de los niveles de iluminación de una instalación de alumbrado de interiores es bastante sencillo. A menudo nos bastará con obtener el valor medio del alumbrado general usando el método de los lúmenes.

Para los casos en que requiramos una mayor precisión o necesitemos conocer los valores de las iluminancias en algunos puntos concretos como pasa en el alumbrado general localizado o el alumbrado localizado recurriremos al método del punto por punto.

### 4.2.1. METODOS DE LOS LÚMENES

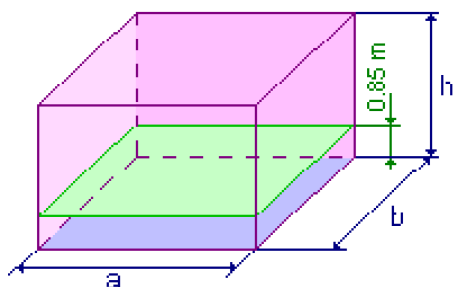
La finalidad de este método es calcular el valor medio en servicio de la iluminancia en un local iluminado con alumbrado general. Es muy práctico y fácil de usar, y por ello se utiliza mucho en la iluminación de interiores cuando la precisión necesaria no es muy alta como ocurre en la mayoría de los casos.

El proceso a seguir se puede explicar mediante el siguiente diagrama de bloques:

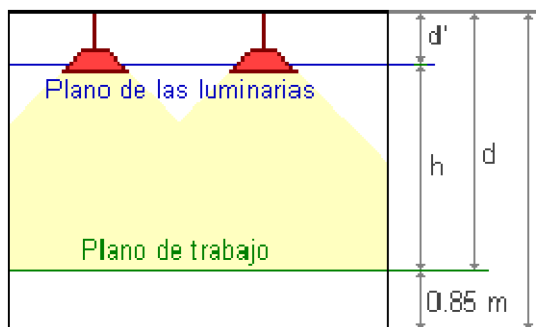


### 4.2.2. DATOS DE ENTRADAS

- Dimensiones del local y la altura del plano de trabajo (la altura del suelo a la superficie de la mesa de trabajo), normalmente de 0.85 m.



- Determinar el nivel de iluminancia media ( $E_m$ ). Este valor depende del tipo de actividad a realizar en el local y podemos encontrarlos tabulados en las normas y recomendaciones que aparecen en la bibliografía.
- Escoger el tipo de lámpara (incandescente, fluorescente...) más adecuada de acuerdo con el tipo de actividad a realizar.
- Escoger el sistema de alumbrado que mejor se adapte a nuestras necesidades y las luminarias correspondientes.
- Determinar la **altura de suspensión** de las luminarias según el sistema de iluminación escogido.



**h**: altura entre el plano de trabajo y las luminarias

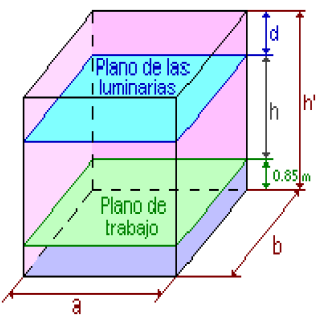
**h'**: altura del local

**d**: altura del plano de trabajo al techo

**d'**: altura entre el plano de trabajo y las luminarias

	Altura de las luminarias
<b>Locales de altura normal (oficinas, viviendas, aulas...)</b>	Lo más altas posibles
<b>Locales con iluminación directa, semidirecta y difusa</b>	Mínimo: $h = \frac{2}{3} \cdot (h' - 0.85)$  Óptimo: $h = \frac{4}{5} \cdot (h' - 0.85)$
<b>Locales con iluminación indirecta</b>	$d' \approx \frac{1}{4} \cdot (h' - 0.85)$  $h \approx \frac{3}{4} \cdot (h' - 0.85)$

- Calcular el **índice del local (k)** a partir de la geometría de este. En el caso del **método europeo** se calcula como:

	Sistema de iluminación	Índice del local
	Iluminación directa, semidirecta, directa-indirecta y general difusa	$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$
	Iluminación indirecta y semiindirecta	$k = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2 \cdot (h + 0.85) \cdot (a + b)}$

Donde **k** es un número comprendido entre 1 y 10. A pesar de que se pueden obtener valores mayores de 10 con la fórmula, no se consideran pues la diferencia entre usar diez o un número mayor en los cálculos es despreciable.

- Determinar los **coeficientes de reflexión** de techo, paredes y suelo.

Estos valores se encuentran normalmente tabulados para los diferentes tipos de materiales, superficies y acabado.

Si no disponemos de ellos, podemos tomarlos de la siguiente tabla.

	Color	Factor de reflexión ( $\rho$ )
<b>Techo</b>	Blanco o muy claro	0.7
	Claro	0.5
	Medio	0.3
<b>Paredes</b>	Claro	0.5
	Medio	0.3
	Oscuro	0.1
<b>Suelo</b>	Claro	0.3
	Oscuro	0.1

En su defecto podemos tomar 05 para el techo, 0.3 para las paredes y 0.1 para el suelo.

- Determinar el **factor de utilización** ( $\eta$ , CU) a partir del índice del local y los factores de reflexión. Estos valores se encuentran tabulados y los suministran los fabricantes. En las tablas encontramos para cada tipo de luminaria los factores de iluminación en función de los coeficientes de reflexión y el índice del local. Si no se pueden obtener los factores por lectura directa será necesario interpolar.

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización ( $\eta$ )								
		Factor de reflexión del techo								
		0.7			0.5			0.3		
		Factor de reflexión de las paredes								
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1
	1	.28	.22	.16	.25	.22	.16	.26	.22	.16
	1.2	.31	.27	.20	.30	.27	.20	.30	.27	.20
	1.5	.39	.33	.26	.36	.33	.26	.36	.33	.26
	2	.45	.40	.35	.44	.40	.35	.44	.40	.35
	2.5	.52	.46	.41	.49	.46	.41	.49	.46	.41
	3	.54	.50	.45	.53	.50	.45	.53	.50	.45
	4	.61	.56	.52	.59	.56	.52	.59	.56	.52
	5	.63	.60	.56	.63	.60	.56	.62	.60	.56
	6	.68	.63	.60	.66	.63	.60	.65	.63	.60
	8	.71	.67	.64	.69	.67	.64	.68	.67	.64
	10	.72	.70	.67	.71	.70	.67	.71	.70	.67

**Ejemplo de tabla del factor de utilización**

- Determinar el **factor de mantenimiento** ( $f_m$ ) o **conservación** de la instalación. Este coeficiente dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local. Para una limpieza periódica anual podemos tomar los siguientes valores:

Ambiente	Factor de mantenimiento ( $f_m$ )
Limpio	0.8
Sucio	0.6



#### 4.2.3. CÁLCULOS

- Cálculo del flujo luminoso total necesario. Para ello aplicaremos la fórmula

$$\Phi_{\tau} = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot f_m}$$

Donde:

- $\Phi_{\tau}$  es el flujo luminoso total
- **E** es la iluminancia media deseada
- **S** es la superficie del plano de trabajo
- $\eta$  es el factor de utilización
- $f_m$  es el factor de mantenimiento

#### 4.2.4. CÁLCULO DEL NÚMERO DE LUMINARIAS.

$$N = \frac{\Phi_{\tau}}{n \cdot \Phi_L} \text{ Redondeado por exceso}$$

Donde:

- **N** es el número de luminarias
- $\Phi_{\tau}$  es el flujo luminoso total
- $\Phi_L$  es el flujo luminoso de una lámpara
- **n** es el número de lámparas por luminaria

**4.2.5. EMPLAZAMIENTO DE LAS LUMINARIAS.**

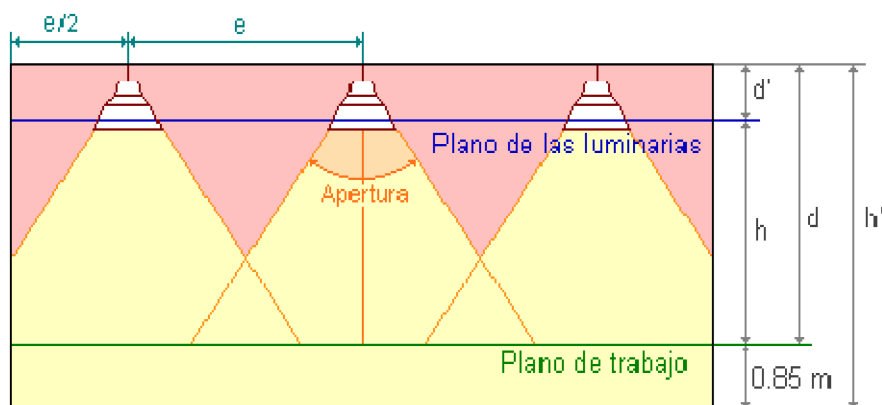
Una vez hemos calculado el número mínimo de lámparas y luminarias procederemos a distribuirlas sobre la planta del local.

En los locales de planta rectangular las luminarias se reparten de forma uniforme en filas paralelas a los ejes de simetría del local según las fórmulas:

$N_{\text{ancho}} = \sqrt{\frac{N_{\text{Total}}}{\text{largo}} \times \text{ancho}}$ $N_{\text{largo}} = N_{\text{ancho}} \times \left(\frac{\text{largo}}{\text{ancho}}\right)$ <p style="text-align: center;"><b>donde N es el número de luminarias</b></p>	
--	--

La distancia máxima de separación entre las luminarias dependerá del ángulo de apertura del haz de luz y de la altura de las luminarias sobre el plano de trabajo.

Veámoslo mejor con un dibujo:



Como puede verse fácilmente, mientras más abierto sea el haz y mayor la altura de la luminaria más superficie iluminará aunque será menor el nivel de iluminancia que llegará al plano de trabajo tal y como dice la ley inversa de los cuadrados.

De la misma manera, vemos que las luminarias próximas a la pared necesitan estar más cerca para iluminarla (normalmente la mitad de la distancia). Las conclusiones sobre la separación entre las luminarias las podemos resumir como sigue:

Tipo de luminaria	Altura del local	Distancia máxima entre luminarias
<b>intensiva</b>	> 10 m	$e \leq 1.2 h$
<b>extensiva</b>	6 - 10 m	$e \leq 1.5 h$
<b>semiextensiva</b>	4 - 6 m	
<b>extensiva</b>	$\leq 4$ m	$e \leq 1.6 h$
<b>distancia pared-luminaria: <math>e/2</math></b>		

Si después de calcular la posición de las luminarias nos encontramos que la distancia de separación es mayor que la distancia máxima admitida quiere decir que la distribución luminosa obtenida no es del todo uniforme. Esto puede deberse a que la potencia de las lámparas escogida sea excesiva. En estos casos conviene rehacer los cálculos probando a usar lámparas menos potentes, más luminarias o emplear luminarias con menos lámparas.

#### 4.2.6. COMPROBACIÓN DE LOS RESULTADOS.

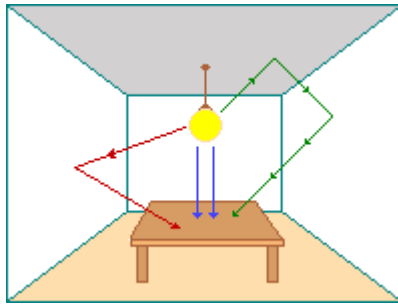
Por último, nos queda comprobar la validez de los resultados mirando si la iluminancia media obtenida en la instalación diseñada es igual o superior a la recomendada en las tablas.

$$E_m = \frac{n \cdot \Phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{S} \geq E_{\text{tablas}}$$

#### 4.2.7. MÉTODO DEL PUNTO POR PUNTO.

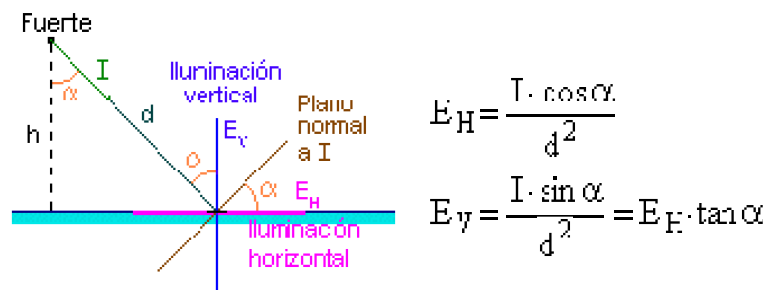
El método de los lúmenes es una forma muy práctica y sencilla de calcular el nivel medio de la iluminancia en una instalación de alumbrado general. Pero, qué pasa si queremos conocer cómo es la distribución de la iluminación en instalaciones de [alumbrado general localizado](#) o [individual](#) donde la luz no se distribuye uniformemente o cómo es exactamente la distribución en el [alumbrado general](#). En estos casos emplearemos el método del punto por punto que nos permite conocer los valores de la iluminancia en puntos concretos.

Consideraremos que la iluminancia en un punto es la suma de la luz proveniente de dos fuentes: una componente **directa**, producida por la luz que llega al plano de trabajo directamente de las luminarias, y otra **indirecta o reflejada** procedente de la reflexión de la luz de las luminarias en el techo, paredes y demás superficies del local.



- Luz directa
- Luz indirecta proveniente del techo
- Luz indirecta proveniente de las paredes

En el ejemplo anterior podemos ver que sólo unos pocos rayos de luz serán perpendiculares al plano de trabajo mientras que el resto serán oblicuos. Esto quiere decir que de la luz incidente sobre un punto, sólo una parte servirá para iluminar el plano de trabajo y el resto iluminará el plano vertical a la dirección incidente en dicho punto.



### Componentes de la iluminancia en un punto

En general, para hacernos una idea de la distribución de la iluminancia nos bastará con conocer los valores de la iluminancia sobre el plano de trabajo; es decir, la iluminancia horizontal.

Sólo nos interesará conocer la iluminancia vertical en casos en que se necesite tener un buen modelado de la forma de los objetos (deportes de

competición, escaparates, estudios de televisión y cine, retransmisiones deportivas...) o iluminar objetos en posición vertical (obras de arte, cuadros, esculturas, pizarras, fachadas...)

Para utilizar el método del punto por punto necesitamos conocer previamente las características fotométricas de las lámparas y luminarias empleadas, la disposición de las mismas sobre la planta del local y la altura de estas sobre el plano de trabajo.

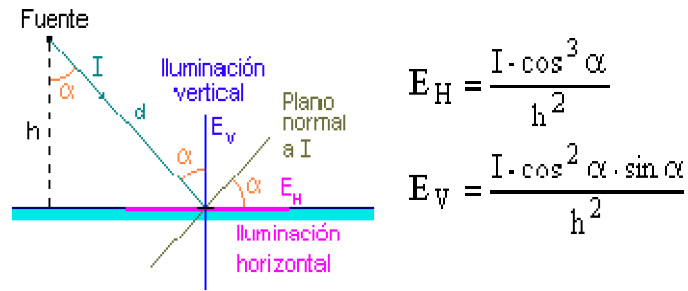
Una vez conocidos todos estos elementos podemos empezar a calcular las iluminancias. Mientras más puntos calculemos más información tendremos sobre la distribución de la luz. Esto es particularmente importante si trazamos los [diagramas isolux](#) de la instalación.

Como ya hemos mencionado, la iluminancia horizontal en un punto se calcula como la suma de la componente de la iluminación [directa](#) más la de la iluminación [indirecta](#). Por lo tanto:

$$E = E_{\text{directa}} + E_{\text{indirecta}}$$

#### 4.2.8. COMPONENTE DIRECTA EN UN PUNTO.

- **Fuentes de luz puntuales.** Podemos considerar fuentes de luz puntuales las lámparas incandescentes y de descarga que no sean los tubos fluorescentes. En este caso las componentes de la iluminancia se calculan usando las fórmulas.



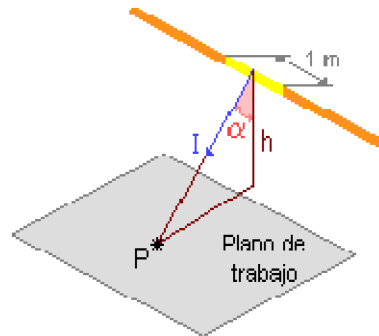
Donde I es la intensidad luminosa de la lámpara en la dirección del punto que puede obtenerse de los diagramas polares de la luminaria o de la matriz de intensidades y h la altura del plano de trabajo a la lámpara.

En general, si un punto está iluminado por más de una lámpara su iluminancia total es la suma de las iluminancias recibidas:

$$E_H = \sum_{i=1}^n \frac{I_i \cdot \cos^3 \alpha_i}{h_i^2}$$

$$E_V = \sum_{i=1}^n \frac{I_i \cdot \cos^2 \alpha_i \cdot \sin \alpha_i}{h_i^2}$$

- **Fuentes de luz lineales de longitud infinita.** Se considera que una fuente de luz lineal es infinita si su longitud es mucho mayor que la altura de montaje; por ejemplo una línea continua de fluorescentes. En este caso se puede demostrar por cálculo diferencial que la iluminancia en un punto para una fuente de luz difusa se puede expresar como:



$$E_H = \frac{\pi \cdot I}{2h} \cdot \cos^2 \alpha$$

$$E_V = \frac{\pi \cdot I}{2h} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha$$

- En los extremos de la hilera de las luminarias el valor de la iluminancia será la mitad.

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

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

#### 4.2.9. CÁLCULO DE LAS ILUMINANCIAS HORIZONTALES EMPLEANDO CURVAS ISOLUX.

Este método gráfico permite obtener las iluminancias horizontales en cualquier punto del plano de trabajo de forma rápida y directa. Para ello necesitaremos:



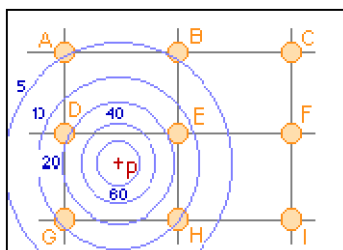
1. Las curvas isolux de la luminaria suministradas por el fabricante (fotocopiadas sobre papel vegetal o transparencias).

Si no disponemos de ellas, podemos trazarlas a partir de la matriz de intensidades o de las curvas polares, aunque esta solución es poco recomendable si el número de puntos que nos interesa calcular es pequeño o no disponemos de un programa informático que lo haga por nosotros.

2. La planta del local con la disposición de las luminarias dibujada con la misma escala que la curva isolux.

El procedimiento de cálculo es el siguiente. Sobre el plano de la planta situamos el punto o los puntos en los que queremos calcular la iluminancia.

A continuación colocamos el diagrama isolux sobre el plano, haciendo que el centro coincida con el punto, y se suman los valores relativos de las iluminancias debidos a cada una de las luminarias que hemos obtenido a partir de la intersección de las curvas isolux con las luminarias.



Luminaria	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Total
Iluminancia (lux)	4	4	0	19	19	0	12	10	0	$E_T=68$ lx

Finalmente, los valores reales de las iluminancias en cada punto se calculan a partir de los relativos obtenidos de las curvas aplicando la fórmula:

$$E_r = E_c \cdot \frac{\Phi_r}{\Phi_c} \cdot \left(\frac{h_c}{h_r}\right)^2 = E_c \cdot \frac{\Phi_r}{h_r^2} \cdot \frac{1}{1000}$$

**4.2.10. COMPONENTE INDIRECTA O REFLEJADA EN UN PUNTO.**

Para calcular la componente indirecta se supone que la distribución luminosa de la luz reflejada es uniforme en todas las superficies del local incluido el plano de trabajo.

De esta manera, la componente indirecta de la iluminación de una fuente de luz para un punto cualquiera de las superficies que forman el local se calcula como:

$$E_{\text{indirecta}} = E_{\text{ind}_H} = E_{\text{ind}_V} = \frac{\Phi}{F_T} \cdot \frac{\rho_m}{1 - \rho_m}$$

donde:

- $F_T = \sum_n F_i$  es la suma del área de todas las superficies del local.
- $\rho_m$  es la reflectancia media de las superficies del local calculada como

$$\rho_m = \frac{\sum_n \rho_i \cdot F_i}{\sum_n F_i}$$

Siendo  $\rho_i$  la reflectancia de la superficie  $F_i$

- y  $\Phi$  es el flujo de la lámpara

### 4.3. CALCULOS DE ILUMINACIÓN

Datos

$$h = 8 \text{ m}$$

$$a = 20, 20 \text{ m}$$

$$L = 35 \text{ m}$$

$$e_1 = 0, 5$$

$$e_2 = 0, 1$$

$$e_3 = 0, 1$$

$$F_c = 0, 75$$

$$E_m = 120 \text{ lux}$$

Lampara HID 400w – LITHONIA

$$\phi_L = 36000 \text{ lumenes}$$

En la cual:

**h** es la altura

**a** es el ancho

**L** donde L es la longitud

**$\rho_1$**  Factor de reflexión del techo

**$\rho_2$**  Paredes

**$\rho_3$**  Suelo

**Fc** es el factor de conservación o factor de mantenimiento

**Em** iluminancia media (lux)

#### **Lámpara HID 400w – LITHONIA**

**$\phi_L$**  Flujo luminoso de la lámpara

#### **4.3.1 ALTURA DE LUMINARIAS**

$$h_m = \frac{2}{3} h' - 0,85$$

$$h_m = 4,767$$

$$h_a = \frac{3}{4} h' - 0,85$$

$$h_a = 5,36$$

$$h_o = \frac{4}{5} h'^{-0,85}$$

$$h_o = 5,72$$

#### 4.3.2. ÍNDICE DE LOCAL.

$$K = \frac{a * b}{h (a + b)}$$

$$K = \frac{(20,20) * (35)}{5,72 ((20,20) + (35))}$$

$$K = \frac{707}{315,74}$$

$$K = 2,24$$

#### 4.3.3. RENDIMIENTO DE LOCAL.

Para cuando K es igual a 2 y para cuando K es igual 2.5 según en la tabla de factor de utilización de la lámpara y el valor de:

$$\eta_R = 0,74$$

**4.3.4. RENDIMIENTO DE LA LUMINARIA.**

$$\eta_L = 0,83 \quad (\text{datos facilitados por el fabricante})$$

**4.3.5. RENDIMIENTO DE LA ILUMINACIÓN.**

$$\eta = \eta_R * \eta_L$$

$$\eta = 0,74 * 0,83$$

$$\eta = 0,6142$$

**4.3.6. FACTOR DE CONSERVACIÓN.**

$$f_c = 0,75 \quad \text{previendo una buena conservación}$$

**4.3.7. FLUJO LUMINOSO TOTAL NECESARIO.**

$$\phi_T = \frac{Em * S}{\eta * fm}$$

$$\phi_T = \frac{(120 \text{ lux}) * (707 \text{ m}^2)}{(0,61) * (0,75)}$$

$$\phi_T = \frac{84840}{0,4605}$$

$$\phi_T = 184244,52$$

**4.3.8. NÚMERO DE PUNTOS DE LUZ RESPECTIVAMENTE DE LUMINARIA.**

$$N = \frac{\phi_T}{\eta * \phi_L}$$

$$N = \frac{184234,52}{1 * 36000}$$

$$N = 5,1 \cong 5$$

Tomando 5 puntos de luz como cálculo del área a iluminar.

Calculo mediante el programa Visual

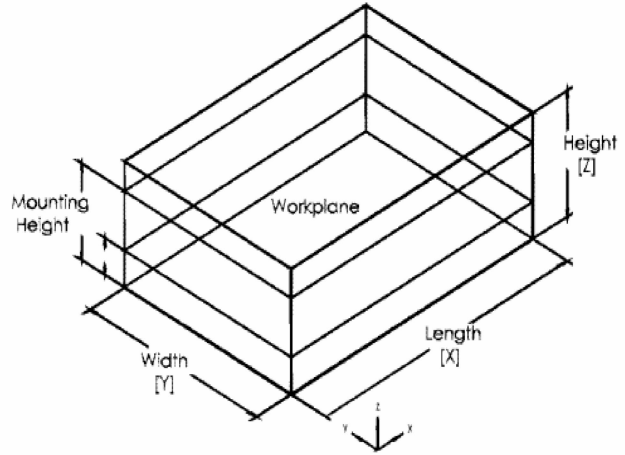
**Lumen Method Summary**

**Project**

Title                   **CALCULO DE ILUMINACION**  
 Number  
 Company               **INSTITUTO JUAN MONTALVO**  
 Designer               **Egdo.Luis Saltos y Manuel Tomala**

**Room**

Length [X]             **35 m**  
 Width [Y]             **20.20 m**  
 Height [Z]            **8 m**  
  
 RCR                    **2.83**  
 Ceiling                **50 %**  
 Walls                   **30 %**  
 Floor                   **10 %**  
  
 Workplane Height    **0.76 m**



**Luminaire**

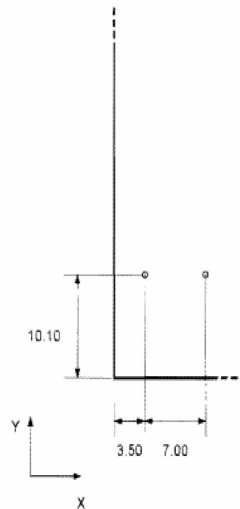
Mounting Height       **8 m**  
  
 Catalog Number       **TH 400M PA22 (LEG 8,SC= 1.3)**  
 Manufacturer           **Lithonia Lighting**  
 IES File Name          **TH\_400M\_PA22\_(LEG\_8,SC=\_1.3).ies**

Lamp Description       **ONE 400-WATT COATED BT-37 METAL HALIDE, VERTICAL BASE-UP POSITION.**  
 Number of Lamps       **1**  
 Lamp Lumens           **36000**  
 Light Loss Factor       **0.72**

Coefficient of Utilization   **0.61**

**Output**

Illuminance            **112 lux**  
 Number of Luminaires   **5**  
  
 Number of Columns [X]   **5**  
 Number of Rows [Y]     **1**  
  
 Column Spacing [X]     **7.00 m**  
 Row Spacing [Y]       **20.20 m**  
  
 Column Start [X]        **3.50 m**  
 Row Start [Y]           **10.10 m**  
  
 Power Density           **3.24 Watts/sq. m**



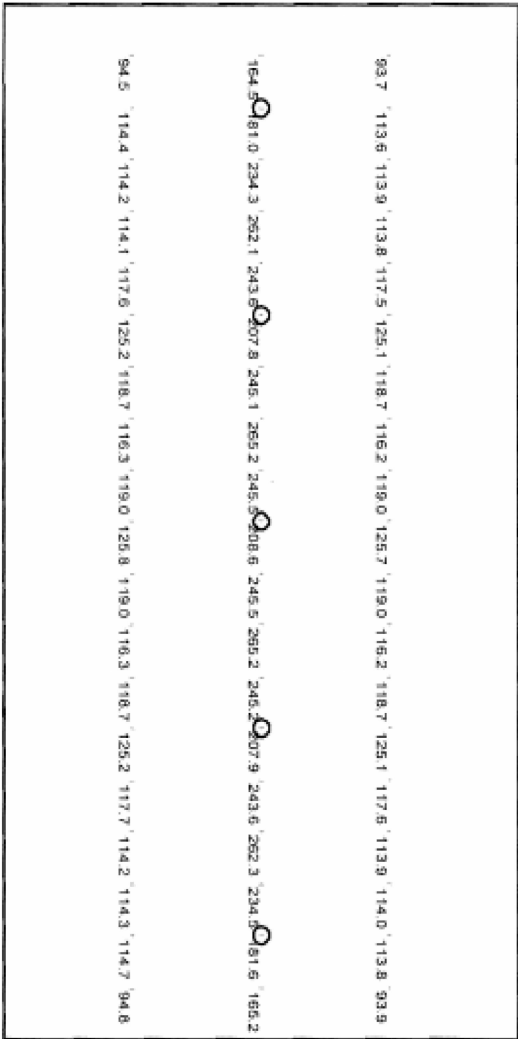
Note: Calculations are based on procedures established by the Illuminating Engineering Society of North America, or standard industry practice. Visual computes output performance based on input data as provided by, and which is the sole responsibility of, the user. The Acuity Lighting Group cannot be held responsible for the variations in actual situations which can effect calculated output.

**Visual**



STATISTICS					
Description	Symbol	Avg	Max	Min	Max/Min
Workplane	+	152.5 lux	255.2 lux	93.7 lux	2.8:1
					1.6:1

LUMINAIRE SCHEDULE									
Symbol	Label	Qty	Catalog Number	Description	Lamp	File	Lumens	LLF	Watts
( )	LM-1	5	TH 400M PA22 (LEG 8,SC=1.3)	OPEN ACRYLIC OPTICAL 400 LMH	ONE 400-WATT COATED BT-37 METAL HALIDE VERTICAL BASE-UP POSITION	TH_400M_PA22_2_(LEG_8,SC=1.3).ies	36000	0.72	458



Plan View  
Scale 1 : 200



CALCULO DE ILUMINACION  
ILUMINACION PATIO CUBIERTO

Designer  
Egdo Luis Salinas y M  
Date  
Jul 5 2011  
Scale  
Drawing No.  
1 of 1

**4.4. FACTIBILIDAD TECNICA.**

Técnicamente fue realizada por un proyecto a ejecutar, pero dicha institución no constaba con los recursos económicos para realizar el mencionado proyecto.

Motivo por el cual nosotros como egresados de la facultad de Ingeniería vimos la necesidad de llevar a cabo dicho proyecto como un aporte a la institución educativa para la cual se dialogo con el Directivo de Colegio la cual nos fue aceptada la propuesta llevando a cabo los estudios técnicos como: trabajo de campo en medidas, altura, ambiente del local y necesidades, etc.

Dicha cubierta solo será utilizada para eventos nocturnos en ocasiones y dependiendo de las necesidades que tengan.

**4.5. FACTIBILIDAD OPERATIVA.**

Capacitar al personal encargado del mantenimiento del encendido de las lámparas, por que dicha lámparas no son similar al encendido de los focos comunes que tenemos en nuestras residencias porque debemos esperar 2 minutos a que arranque y al apagarlas también deben esperar un tiempo determinado para volverlas a encender, porque puede ser que su funcionamiento se va alterado por el desconocimiento de la persona encargada.

4.6. CARACTERIZACIÓN DEL ANALISIS Y PLANIFICACIÓN.

ACTIVIDADES	2010				2011																			
	DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
REALIZACIÓN DE PROYECTOS DE TESIS		X																						
APROBACIÓN DEL TEMA				X																				
ADQUISICIÓN DEL MATERIALES					X	X																		
INSTALACIÓN LUMINARIAS Y PANEL ELECTRICICO							X	X																
INVESTIGACIÓN DE DOCUMENTACION DE TESIS							X	X	X	X														
ELABORACIÓN DE DOCUMENTACIÓN DE TESIS													X	X	X									
PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO INSTALACIONES ELECTRICAS														X	X	X								
PRUEBA ENCENDIDO DE LAMPARAS																	X	X	X					
REVISIÓN Y DOCUMENTACIÓN DE TESIS																		X	X	X				
SUSTENTACIÓN DE TESIS																								

4.7. ANALISIS ECONOMICO Y FINANCIERO.

LISTAS DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	P. UNITARIO	V. TOTAL
1	REFLECTOR SIMETRICO 400W	5	\$ 270,00	\$ 1.350,00
2	BREAKER DE RIEL DE 2 POL MG 16AMP	1	\$ 25,00	\$ 25,00
3	SELECTOR PLAST 2POS /1NA ED21	2	\$ 9,00	\$ 18,00
4	ALAMBRE GALVANIZADO DE 14	3	\$ 3,00	\$ 9,00
5	CONTACTOR 2POLLS LG DE 220V	2	\$ 23,00	\$ 46,00
6	TUBO ½ PVC CARIVE	15	\$ 1,50	\$ 22,50
7	CAJETIN ORTOGONAL DE PVC	10	\$ 1,00	\$ 10,00
8	CABLE THHN N°8	60	\$ 3,00	\$ 180,00

9	TUBO PESADO CONDUIT 1" REFORSAO	10	\$ 1,70	\$ 17,00
10	CONECTOR PATA DE MULA	1	\$ 5,00	\$ 5,00
11	TAPA CIEGA REDONDA PVC	10	\$ 0,20	\$ 2,00
12	ROLLO DE CABLE N°12 FLEXIBLE H	3	\$ 70,00	\$ 210,00
13	TABLERO PLAST HI-BOX P/DS/AG/AT	1	\$ 60,00	\$ 60,00
14	PLAFON MET HI-BOX P/DS/AG/AT	1	\$ 12,00	\$ 12,00
15	METRO DE MANGUERA ANILLADA DE ½ NEGRA	5	\$ 1,20	\$ 6,00
16	METRO DE MANGUERA ANILLADA 1"	5	\$ 1,50	\$ 7,50
17	CODO PVC TIPO PESADO DE 1" P	4	\$ 1,00	\$ 4,00
18	AMRRA PLASTICA COLOR NEGRO DE 31x4.8	100	\$ 0,10	\$ 10,00
19	SILICON TRANSPARENTE DE 10 ONZ	1	\$ 7,00	\$ 7,00
21	ALQUILER DE ANDAMIOS Y ESCALERA TELESCOPICA	1	\$ 100,00	\$ 100,00
22	TRANSPORTE Y MOVILIZACION	1	\$ 50,00	\$ 50,00
23	LUCES PILOTOS	2	\$ 8,00	\$ 16,00
24	CABLE # 18	10	\$ 0,80	\$ 8,00
25	HERRADURAS EN U DE MONEL	7	\$ 2,00	\$ 14,00
26	CINTA AISLANTE	3	\$ 1,20	\$ 3,60

TOTAL DE MATERIALES \$ 2.192,60

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	P. UNITARIO	V. TOTAL
1	CARTUCHOS DE TINTA DE COLOR NEGRO	4	\$ 22,00	\$ 88,00
2	CARTUCHOS DE TINTA A COLOR	2	\$ 25,00	\$ 50,00
3	RESMA DE PAPEL FORMATO A4	4	\$ 6,00	\$ 24,00
4	INTERNET	70	\$ 1,00	\$ 70,00
5	EMPASTADO DE TEXTO Y ANILLADO	5	\$ 20,00	\$ 100,00
6	CD REIMPRIMIBLE	2	\$ 1,00	\$ 2,00
7	DIGITALIZACION DE TEXTO	1	\$ 200,00	\$ 200,00
8	IMPRESIÓN DE TESIS	700	\$ 0,20	\$ 140,00
9	ALQUILER DE MAQUINA	1	\$ 100,00	\$ 100,00

TOTAL DE MATERIALES UTILIZADOS \$ 774,00

**TOTAL UTILIZADOS EN LOS MATERIALES**

DESCRIPCION	TOTALES
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>	<b>2.192,60</b>
<b>TOTAL DE MATERIALES UTILIZADOS</b>	<b>774,00</b>
<b>TOTAL UTILIZADO</b>	<b>\$ 2.966,60</b>

# CAPITULO V

## 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

En lo que respecta a la iluminación industrial se puede reseñar los distintos parámetros explicados como el tamaño, el brillo, el contraste y el tiempo, que han tomado como características principales de la visibilidad relativa de un espacio, pero por otra parte hay otras características que influyen como el acabado del objeto, la naturaleza del material con respecto a la transmisión de luz, el grado del efecto tridimensional y las características de reflexión de los alrededores más inmediato.

Distintas combinaciones de estos factores pueden dar lugar a una infinita variedad de problemas de alumbrado industrial. La selección del mejor tipo de alumbrado para una situación determinada lleva consigo la consideración de la cantidad de luz, el grado de difusión, la dirección y la calidad espectral.

Lo que incluso es preferible en algunos casos en lo que deben apreciarse irregularidades de contorno y superficie.

Todos estos factores mencionados anteriormente influyen en el proceso de trabajar con una intensidad luminosa apropiada lo cual dan como resultado

tipos de lámparas utilizadas en un ambiente industrial para la mejor realización de los trabajos.

Algunos datos fundamentales para el diseño de sistemas de alumbrado.

Para planear un programa de mantenimiento en forma inteligente es indispensable estar familiarizado con los datos fundamentales, incluyendo cálculos y diseño, así como una completa comprensión de los mismos.

El promedio de la iluminación general se puede estimar, para un área o cuarto determinado, aún cuando reciba luz de varios tipos de artefactos luminosos, si se aplican los valores apropiados en la fórmula.

## 5.2. RECOMENDACIONES.

- Limpia periódicamente las luminarias, porque la suciedad disminuye el nivel de iluminación de una lámpara hasta en un 20%.
- Apaga las luces que no necesites, como por ejemplo cuando el personal está en refrigerio.
- Evalúa la posibilidad de utilizar luz natural, instalando calaminas transparentes o similares. Aprovecha este recurso, siempre que te brinde un nivel adecuado de iluminación.

- Reemplaza tus fluorescentes T-12 convencionales de 40 W por fluorescentes delgados de T-8 de 36 W porque iluminan igual. Este reemplazo significa un ahorro económico de 10% en tu facturación, ya que los T-8 consumen 4W menos, utilizan los mismos sockets y lo más importante es que cuestan igual.
- Independiza y sectoriza los circuitos de iluminación, esto te ayudará iluminar sólo los lugares que necesitas.
- Instala superficies reflectoras porque direcciona e incrementa la iluminación y posibilita la reducción de lámparas en la luminaria.
- Selecciona las lámparas que te suministren los niveles de iluminación requeridos en las normas de acuerdo al tipo de actividad que desarrolles.
- Utiliza balastos electrónicos, porque te permiten ahorrar energía hasta un 10% y corrige el factor de potencia, así como incrementa la vida útil de tus fluorescentes.
- Evalúa la posibilidad de instalar sensores de presencia, timers y/o dimmers para el control de los sistemas de iluminación de tu empresa.



- Utiliza luminarias apropiadas como las pantallas difusoras con rejillas.
- No utilices difusores o pantallas opacas porque generan pérdidas de luz por lo que tendrás que utilizar más lámparas.

## DICCIONARIO

- Un **foco** es un elemento óptico destinado a proyectar la luz de una lámpara hacia una región concreta.
- La **lámpara incandescente** es la de más bajo rendimiento luminoso de las lámparas utilizadas: de 12 a 18 lm/W (lúmenes por vatio de potencia) y la que menor vida útil o durabilidad tiene: unas 1000 horas, pero es la más difundida, por su bajo precio y el color cálido de su luz.
- La **lámpara halógena** es una variante de la lámpara incandescente, en la que el vidrio se sustituye por un compuesto de cuarzo, que soporta mucho mejor el calor (lo que permite lámparas de tamaño mucho menor, para potencias altas) y el filamento y los gases se encuentran en equilibrio químico, mejorando el rendimiento del filamento y aumentando su vida útil.
- La **luminaria fluorescente**, también denominada **tubo fluorescente**, es una luminaria que cuenta con una lámpara de vapor de mercurio a baja presión y que es utilizada normalmente para la iluminación doméstica e industrial.
- Las **lámparas de vapor de mercurio** de alta presión consisten en un tubo de descarga de cuarzo relleno de vapor de mercurio, el cual tiene dos electrodos principales y uno auxiliar para facilitar el arranque.

- La **lámpara de vapor de sodio** es un tipo de lámpara de descarga de gas que usa vapor de sodio para producir luz. Son una de las fuentes de iluminación más eficientes, ya que proporcionan gran cantidad de lúmenes por vatio. El color de la luz que producen es amarilla brillante.

isoxenx

## ANEXO 1.

LAS FOTOS DE LA CUBIERTA.







## ANEXO 2.

### FOTOS DE LA REALIZACION DE LA PUESTA DE LA ILUMINACIÓN



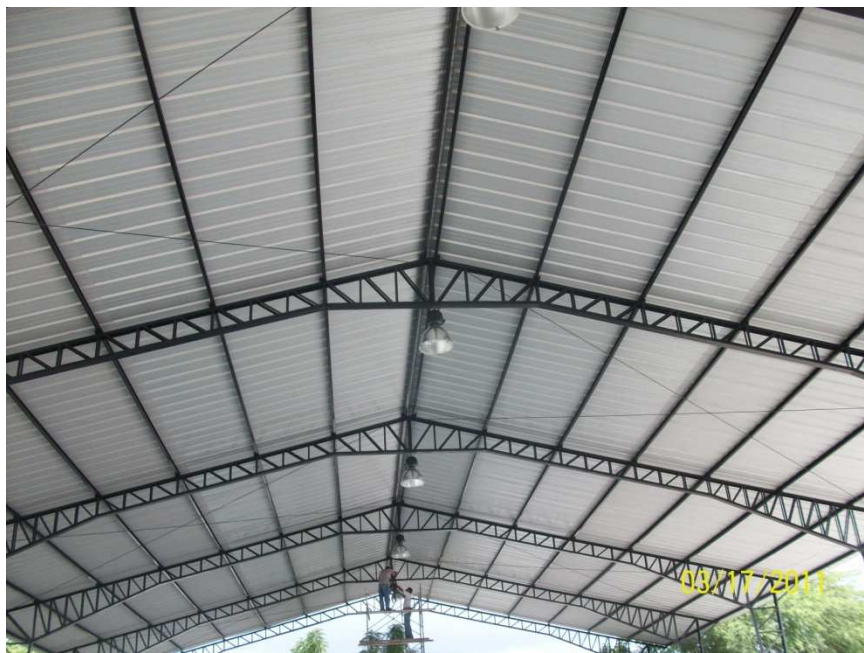
**Primero se estableció cuatro cuerpos de andamio**



**Se abrió la lámpara para colocar el cable concéntrico en los bornes de salida**



**Armamos el tablero de control de luminarias**



**Subimos a tender tuberías cablear y cerrar circuitos.**





**Taladramos para ubicar los ganchos que sujetan las luminarias.**



**Instalación de lámparas a 8 metros de altura.**



**Vista nocturna del plano de trabajo.**



**Ubicando el tablero y probando los selectores y luces pilotos.**





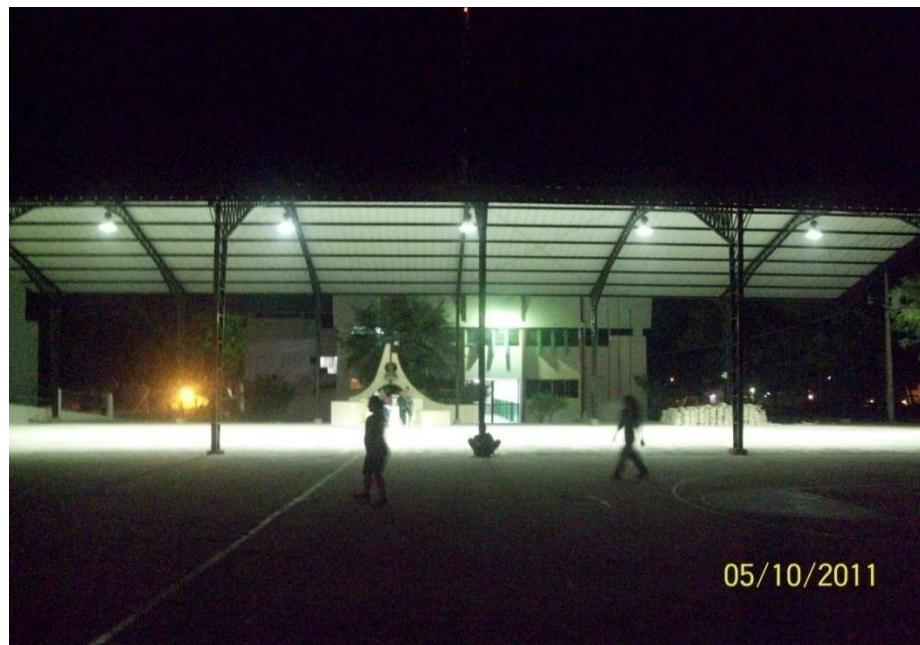
**Área iluminada en la noche.**



**Encendido de las cinco lámparas y con buena uniformidad.**



**Vista lateral del área iluminada.**



**Vista lateral izquierda para probar lúmenes**



Procedimos a alimentar los circuitos mediante conexión al transformador  
Monofásico.

**BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**

- ❖ [www.visualphotometric.com](http://www.visualphotometric.com)
- ❖ [www.tesisymonografias.net](http://www.tesisymonografias.net)
- ❖ <http://www.fotonostra.com/fotografia/iluminacion.htm>
- ❖ <http://es.wikipedia.org/wiki/Iluminaci%C3%B3n>
- ❖ [http://es.wikipedia.org/wiki/Iluminaci%C3%B3n\\_f%C3%ADsica](http://es.wikipedia.org/wiki/Iluminaci%C3%B3n_f%C3%ADsica)
- ❖ <http://www.monografias.com/trabajos11/illum/illum.shtml>
- ❖ [www.cruzzolin.com.ar/downloads/archivos/facalu/industrias.doc](http://www.cruzzolin.com.ar/downloads/archivos/facalu/industrias.doc)
- ❖ <http://www.etaplighing.eu/content.aspx?id=248&LangType=1034>
- ❖ <http://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%A1mpara>
- ❖ [http://es.wikipedia.org/wiki/Luminaria\\_fluorescente](http://es.wikipedia.org/wiki/Luminaria_fluorescente)
- ❖ [http://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%A1mpara\\_hal%C3%B3gena](http://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%A1mpara_hal%C3%B3gena)
- ❖ [http://www.datalights.com.ec/site/index.php?option=com\\_content&view=article&id=252&Itemid=131](http://www.datalights.com.ec/site/index.php?option=com_content&view=article&id=252&Itemid=131)
- ❖ <http://www.bricolajecasero.com/electricidad/tipos-de-lamparas-halogenas.php>
- ❖ [http://www.gelighting.com/eusp/home/gele\\_halogen.html](http://www.gelighting.com/eusp/home/gele_halogen.html)