



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**ILUMINACION EFICIENTE EN AREAS Y CENTROS COMERCIALES  
DEL 9 AL 23 DE SEPTIEMBRE DE 1996  
DIRECTORIO DE PROFESORES**

**ING. CARLOS GARCIA ROMERO  
DIRECTOR GENERAL  
GENERTEK, S.A. DE C.V.  
TUXPANGO No 105  
INDUSTRIAL  
07800 GUSTAVO A MADERO, MEXICO D.F.  
759 35 11 537 18 77**

**ARQ. ENRIQUE QUINTERO LOPEZ  
DIRECTOR GENERAL  
ILUMINACION CORPORATIVA, S.A. DE C.V.  
TUXPAN No 89  
ROMA SUR  
06760 CUAUHEMOC, MEXICO D.F.  
264 51 28 264 50 44**

**ING. JOSE LUIS BONILLA GRIZ  
GERENTE DE DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS  
LUMISISTEMAS, S.A.  
BLVD. TOLUCA No 520-A**

**ING. FERNANDO ESPINOSA DE LOS MONTEROS  
DIRECTOR  
ARIN LATINOAMERICANA, S.A. DE C.V.  
LAGO TANA No 43-7  
HUICHAPAN  
11290 MIGUEL HIDALGO, MEXICO D.F.  
399 66 76**

**NAUCALPAN, ESTADO DE MEXICO  
227 72 77**

**ING. ERNESTO MENDOZA ESTRADA  
GERENTE DE LABORATORIO  
MANUFACTURERA DE REACTORES, S.A.  
VICENTE GUERRERO No 28 Y 30  
DEL MORAL ZONA IND.  
09300 IZTAPALAPA, MEXICO D.F.  
694 67 66 FAX 694 10 60**

1971  
2241  
1000

1980  
1000

1971  
2241  
1000

1971  
2241  
1000

1971  
2241  
1000

1971  
2241  
1000

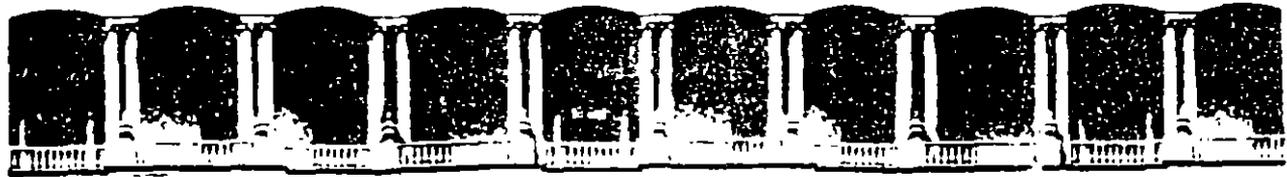
1971  
2241  
1000

1971  
2241  
1000

1971  
2241  
1000

1971  
2241  
1000

1971  
2241  
1000



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**ILUMINACION EFICIENTE EN AREAS Y CENTROS COMERCIALES  
DEL 9 AL 23 DE SEPTIEMBRE DE 1996  
DIRECTORIO DE ASISTENTES**

**ING. MANUEL CHACON HERRERA  
DIRECTOR GENERAL  
CATCH S.A. DE C.V.  
9 PONIENTE 1916  
LA PAZ  
72160 PUEBLA, PUE  
91(22)44-37-22**

**ING. JAIME RAUL GARCES ROMERO  
GERENTE GRAL  
PROY. E INST. ELECTRICAS  
AV. COYOACAN 1435 E-202  
DEL VALLE DELEG. BENITO JUAREZ  
03100 MEXICO, D. F.  
534-58-03**

**RAUL RICARDO MINJARES OCHOA  
AGENTE DE VENTAS  
MULTI, DUC, S.A. DE C.V.  
SUR 25 NO. 151  
LEYES DE REFORMA IZT.  
03940 MEXICO, D. F.  
613-85-04-613-88-04**

**ING. ROBERTO PACHECO TRUJILLO  
GERENTE  
COMERCIAL "LA BALASTRA"  
AV. CENTRAL SUR NO. 42-A  
TAPACHULA  
93070 TAPACHULA CHIS.  
(962) 641-84**

**ARO. ALEJANDRA L. SANTIAGO BRINGAS  
COORD. PROYECTOS  
FUND. UNIV. DE LAS AMERICAS PUE.  
CHOLULA, PUE.**

**ING. DAVID ELIAS VILCHIS KURI  
JEFE DE SECCION  
SISTEMA DE TRANSP. COLECT. METRO  
AV. I. ZARAGOZA 2001  
SANTA MARTHA ACATITLA  
IZTAPALAPA MEX. D.F.  
227-06-26**

**37-14-11 37-26-67**

**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA, UNAM**  
**ILUMINACION EFICIENTE DE AREAS Y CENTROS COMERCIALES**  
**DEL 9 AL 23 DE SEPTIEMBRE DE 1996**

FECHA	HORARIO	TEMA	PROFESOR
Lunes 9	17:00 - 18:00	Objetivo del curso.	Ing. Carlos Garcia Romero
	18:00 - 21:00	Criterios básicos de iluminación comercial.	
Martes 10	17:00 - 21:00	Lámparas.	Ing. Alex Ramírez Rivero
Miércoles 11	17:00 - 21:00	Balastos.	Ing. Alfredo Badillo
			Ing. Ernesto Mendoza Estrada
Jueves 12	17:00 - 21:00	Luminarios.	Ing. Carlos Garcia Romero
Viernes 13	17:00 - 21:00	Controles.	Ing. Carlos Mendoza
Martes 17	17:00 - 21:00	Iluminación de espacios interiores. Teoría.	Arq. Enrique Quintero
Miércoles 18	17:00 - 21:00	Iluminación de espacios interiores. Práctica.	Arq. Enrique Quintero
Jueves 19	17:00 - 21:00	Iluminación de espacios interiores. Práctica.	Arq. Enrique Quintero
Viernes 20	17:00 - 21:00	Iluminación interior de centros comerciales.	Arq. Enrique Quintero
Lunes 23	17:00 - 18:00	Iluminación de estacionamientos	Ing. Carlos Garcia Romero
	18:00 - 20:00	Iluminación de fachadas.	Arq. Enrique Quintero
	20:00 - 21:00	Clausura.	Ing. Carlos Garcia Romero



Page 2

1957 Nov 15



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

## **ILUMINACION EFICIENTE DE AREAS Y CENTROS COMERCIALES**

**TEMA: NORMATIVIDAD Y RECOMENDACIONES**

**EXPOSITOR: ING. CARLOS GARCIA ROMERO**

1996

## **ILUMINACION DE ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES**

---

### **3.2 NIVELES DE ILUMINANCIA**

El cuidado que se preste a la selección del nivel de iluminancia tendrá una influencia importante en el volumen de ventas y disminución de reclamaciones y devoluciones

Cuando se trate solo de iluminación general deberán respetarse los valores máximos, si existe iluminación de acento deberán utilizarse valores más bajos

# LAMPARAS APLICACION

## SUPERMERCADOS

### 1. AREA GENERAL:

Nivel de iluminancia sobre la mercancía	500-750 lux
Temperatura de color	3000-3500 K
Indice de rendimiento de color	CRI ≥ 80
Contraste para iluminación de acento	5:1 a 10:1

### 2. AREA DE ALIMENTOS:

Nivel de iluminancia sobre la mercancía	750 lux
Temperatura de color	2700-3500 K
Indice de rendimiento de color	CRI ≥ 85
Contraste para iluminación de acento	2:1

## LAMPARAS APLICACION

### TIENDAS DE HERRAMIENTAS/HOME CENTERS

Nivel de iluminancia horizontal	500-750 lux
Nivel de iluminancia vertical	500-1000 lux
Temperatura de color	3500 K
Indice de rendimiento de color	CRI $\geq$ 85
Contraste para iluminación de acento	5:1

# LAMPARAS APLICACION

## TIENDA DEPARTAMENTAL

### 1. AREA DE MERCANCIA GENERAL:

#### 1.1. AREAS DE CIRCULACION

Nivel de iluminancia	200-300 lux
Temperatura de color	3500-4100 K
Indice de rendimiento de color	75-85 CRI

#### 1.2. AREAS DE VENTAS:

Nivel de iluminancia (según imagen deseada)	300-1000 lux
Temperatura de color	3500-4100 K
Indice de rendimiento de color	CRI ≥ 85

#### 1.3. EXHIBIDORES

Iluminación de acento	5:1 15:
-----------------------	---------

# LAMPARAS APLICACION

## TIENDA DEPARTAMENTAL

### 2. AREA DE MODAS:

Nivel de iluminancia general	100-250 lux
Temperatura de color	3000 K
Indice de rendimiento de color	CRI $\geq$ 85
Iluminación de acento	10:1 a 20:1

### 2.1. TIENDA DE DESCUENTO:

Nivel de iluminancia	500-1000 lux
Temperatura de color	3500-4100 K
Indice de rendimiento de color	CRI $\geq$ 80
Iluminación de acento	10:1

18

# LAMPARAS APLICACION

## TIENDA DEPARTAMENTAL

### 2. AREA DE MODAS:

#### 2.2. ANAQUELES VERTICALES

Nivel de iluminancia	750 lux
Temperatura de color	2700-3000 K
Indice de rendimiento de color	80-90 CRI

#### 2.3. ACCESORIOS EN EXHIBIDORES HORIZONTALES

Nivel de iluminancia	750 lux
Temperatura de color	2700-3000 K
Indice de rendimiento de color	80-90 CRI

# LAMPARAS APLICACION

## TIENDA DEPARTAMENTAL

### 2. AREA DE MODAS:

#### 2.4. ISLAS CON DISPLAY

Nivel de iluminancia bajo  
alrededor de la escena y  
con una relación de

10:1 a 20:1

Temperatura de color apropiada  
a la escena: Ejemplo, un acento  
cálido para sugerir un ambiente  
de verano o un acento frío para  
una escena de invierno

2700-3500 K

4100-5000 K

# LAMPARAS APLICACION

## TIENDA DEPARTAMENTAL

### 3. PRODUCTOS PARA LA CASA (muebles, electrónica, etc.)

Iluminación general	250 lux
Temperatura de color	3000 K
Índice de rendimiento de color	80-90 CRI
Iluminación de acento	20:1 a 30:1

#### 3.1. DISPLAY DE PARED (ideal para T.V./video/audio)

Nivel de iluminancia	500-750 lux
Temperatura de color	3500-4100 K
En T.V.:	
Nivel de iluminancia	250 lux
Temperatura de color	3500-4100 K
En accesorios para casa donde el color es importante:	
Nivel de iluminancia	750 lux
Temperatura de color	2700-3000 K
Índice de rendimiento de color	80-90 CRI
Islas con display/Áreas de demostración:	
Iluminación de acento	5:1
Temperatura de color	3000-4100 K

21

# ILUMINACION DE ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES

---

## 3.3 DENSIDAD DE POTENCIA ELECTRICA

La densidad de potencia eléctrica ( $W/m^2$ ) utilizada en la iluminación de establecimientos comerciales esta reglamentada por la Norma Oficial Mexicana NOM-000-1994 y cuyo campo de aplicación comprende los sistemas de alumbrado interior y exterior para uso general en los edificios nuevos cuya carga conectada sea mayor de 20 KW, así como también para ampliación de los edificios ya existentes.

5  
11

Que el programa de la Secretaría de Energía para 1995 considera el ahorro y uso eficiente de la energía como una de las prioridades de la política sectorial.

Que el Reglamento Interior de la Secretaría de Energía publicado en el Diario Oficial de la Federación el 1o. de junio de 1995 adscribió el ejercicio de la facultad de aprobar y emitir las normas oficiales mexicanas de eficiencia energética a la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, por sí o en conjunto con otras dependencias, por lo tanto, se expide la siguiente:

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-007-ENER-1995 "EFICIENCIA ENERGETICA PARA SISTEMAS DE ALUMBRADO EN EDIFICIOS NO RESIDENCIALES"**

Para estos efectos, esta Norma Oficial Mexicana entrará en vigor un año después de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 14 de agosto de 1995.- El Secretario Técnico de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, Fernando Bueno Montalvo.- Rúbrica.

**PREFACIO**

En la elaboración de esta Norma Oficial Mexicana participaron las siguientes empresas e instituciones:

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELECTRICAS

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

PETROLEOS MEXICANOS

LUZ Y FUERZA DEL CENTRO

FIDEICOMISO DE APOYO AL PROGRAMA DE AHORRO DE ENERGIA EN EL SECTOR ELECTRICO

FACULTAD DE INGENIERIA UNAM

SOLA BASIC

MANUFACTURERA DE REACTORES

OSRAM DE MEXICO

CAREAGA Y ASOCIADOS

Esta Norma tiene como finalidad establecer niveles de eficiencia energética en términos de Densidad de Potencia Eléctrica con que deben cumplir los sistemas de alumbrado para uso general de edificios no residenciales nuevos y ampliaciones de los ya existentes; con el fin de disminuir el consumo de energía eléctrica y contribuir a la preservación de recursos energéticos y la ecología de la Nación.

**EFICIENCIA ENERGETICA PARA SISTEMAS DE ALUMBRADO EN EDIFICIOS NO RESIDENCIALES**

**CONTENIDO**

1. OBJETIVO
2. CAMPO DE APLICACION
3. REFERENCIAS
4. DEFINICIONES
5. CLASIFICACION
6. ESPECIFICACION
7. METODO DE CALCULO
  - 7.1 Consideraciones generales.
  - 7.2 Metodología.
  - 7.3 Determinación de la DPEA del sistema de alumbrado.
    - 7.3.1 Alumbrado Interior.
    - 7.3.2 Alumbrado Exterior.
    - 7.3.3 Estacionamientos interiores.
    - 7.3.4 Bodegas o áreas de almacenamiento.
    - 7.3.5 Bonificaciones por el uso de controles.

Vier

8.

9.

10.

11.

12.

1.

Esta

a).

b).

2.

El car  
exterior p  
sistemas  
no reside

En pr  
autorizad  
mprenc

a). E

b). E

c). E

d). E

e). F

f). E

Para e  
Mexicana  
ampliación

No se

- C

- Ir

- E

- A

e

- T

- Ir

- A

o

e

E

L

Ca

8. VIGILANCIA
9. SANCIONES
10. BIBLIOGRAFIA
11. CONCORDANCIA
12. APENDICES

### 1. Objetivo

Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto:

- a). Establecer niveles de eficiencia energética en términos de Densidad de Potencia Eléctrica con que deben cumplir los sistemas de alumbrado para uso general de edificios no residenciales nuevos y ampliaciones de los ya existentes, con el propósito de que sean proyectados y construidos haciendo un uso eficiente de la energía eléctrica en estas instalaciones, mediante la optimización de diseños y la utilización de equipos y tecnologías que incrementen la eficiencia energética sin menoscabo de los niveles de iluminancia requeridos.
- b). Establecer el método de cálculo para la determinación de la Densidad de Potencia Eléctrica (DPEA) de los sistemas de alumbrado para uso general de edificios no residenciales con el fin de verificar el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana.

### 2. Campo de aplicación

El campo de aplicación de esta Norma Oficial Mexicana comprenderá los sistemas de alumbrado interior y exterior para uso general de los edificios nuevos no residenciales, con carga conectada mayor de 20 kW y los sistemas de alumbrado interior y exterior, para uso general de ampliaciones mayores de 20 kW en edificios no residenciales ya existentes.

En particular, los edificios cubiertos por la presente Norma Oficial Mexicana son aquellos cuyos usos autorizados en función de las principales actividades y tareas específicas que en ellos se desarrollen, queden comprendidos dentro de los siguientes tipos:

- a). Edificios para oficinas.
- b). Escuelas y demás centros docentes.
- c). Hospitales y clínicas.
- d). Hoteles y moteles.
- e). Restaurantes y cafeterías.
- f). Establecimientos comerciales.

Para ampliaciones de edificios no residenciales ya existentes, la aplicabilidad de esta Norma Oficial Mexicana queda restringida exclusivamente a los sistemas de alumbrado para uso general de dicha ampliación y no a las áreas construidas con anterioridad.

No se consideran dentro del alcance de esta Norma Oficial Mexicana:

- Centros de baile, discotecas y centros de recreación con efectos especiales de alumbrado.
- Interiores de cámaras frigoríficas.
- Estudios de grabación cinematográficos y similares.
- Áreas que se acondicionan temporalmente donde se adicionan equipos de alumbrado para exhibiciones, exposiciones, convenciones o se montan espectáculos.
- Tiendas y áreas de tiendas destinadas a la venta de equipos de alumbrado.
- Instalaciones de centros educativos destinadas a la demostración de principios luminotécnicos.
- Áreas de atención especializada en hospitales y clínicas, como son: salas de autopsia, salas de operación (quirófanos), salas de expulsión, salas de recuperación postanestésica (terapia intensiva), salas de resucitación y servicios de emergencia.
- Edificaciones nuevas que se localicen en zonas de patrimonio artístico y cultural, de acuerdo a la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas o aquellas catalogadas y clasificadas como patrimonio histórico según el INAH y el INBA.

**TABLA 1. Valores máximos permisibles de densidad de potencia eléctrica para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.**

TIPO DE EDIFICIO	DENSIDAD DE POTENCIA ELECTRICA (W/m <sup>2</sup> )	
	ALUMBRADO INTERIOR	ALUMBRADO EXTERIOR
Oficinas	18.0	1.8
Escuelas	18.0	1.8
Hospitales	14.5	1.8
Hoteles	18.0	1.8
Restaurantes	15.0	1.8
Comercios	19.0	1.8
Bodegas o áreas de almacenamiento.*	8.0	
Estacionamientos interiores.*	2.0	

\* Sólo áreas que formen parte de los edificios cubiertos por esta Norma.

Con el propósito de promover la utilización de equipos y sistemas de control de alumbrado como una alternativa que propicie el uso eficiente de la energía en sistemas de alumbrado, se establecen las bonificaciones de potencia con base en los factores indicados en la Tabla 2 aplicables a los diferentes equipos de control más comúnmente utilizados en nuestro país. Estas bonificaciones de potencia influirán en el cálculo de la carga conectada para la determinación de la DPEA de acuerdo con el Método de Cálculo indicado en el capítulo 7.

**TABLA 2. Créditos bonificables de potencia eléctrica por el uso de equipos o sistemas de control para sistemas de alumbrado.**

TIPO DE CONTROL	
TIPO DE ESPACIO	FACTOR
<b>Sensores de presencia (con sensor independiente para cada espacio)</b>	
Cualquier espacio menor de 25 m <sup>2</sup> sin particiones de piso a techo	0.20
Bodegas o áreas de almacenamiento	0.50
Cualquier espacio mayor de 25 m <sup>2</sup>	0.10
<b>Atenuadores (dimmers)</b>	
Manual para lámparas fluorescentes	0.05
Programable centralizado para lámparas fluorescentes	0.20
<b>Sensores de luz natural (daylight)</b>	
Zona perimetral de interiores distante de ventanas hasta 5m	0.10
<b>Temporizadores (timers)</b>	
Cualquier espacio menor de 25 m <sup>2</sup> sin particiones de piso a techo	0.40
Alumbrado exterior	0.50
<b>Controles combinados</b>	
Sensor de ocupación en combinación con atenuador programable centralizado	0.50

## 7. Método de cálculo

### 7.1 Consideraciones generales.

Cuando un edificio sea diseñado y construido para un uso único, se considerará para fines de aplicación de la presente Norma Oficial Mexicana, la Densidad de Potencia Eléctrica (DPEA) máxima permisible correspondiente según lo establecido en la Tabla 1 del capítulo 6.

Cuando un edificio sea diseñado y construido para más de un uso (uso mixto), se determinarán por separado las DPEA correspondientes a cada uso aplicándose para cada una de ellas los valores máximos permisibles establecidos en la Tabla 1 del capítulo 6.

Cuando un edificio sea diseñado y construido para uso mixto y tenga usos no contemplados en el Campo de Aplicación, se considerará como DPEA máxima permisible de estos usos el valor de DPEA de aquel uso que predomine sobre los demás en términos de la superficie ocupada.

La determinación de las DPEA del sistema de alumbrado de un edificio no residencial nuevo o ampliación de alguno ya existente, de los tipos cubiertos por la presente Norma Oficial Mexicana, serán calculadas a partir de la carga total conectada de alumbrado y el área total por iluminar de acuerdo a la metodología indicada a continuación.

La expresión genérica para el cálculo de la Densidad de Potencia Eléctrica (DPEA) es:

$$DPEA = \frac{\text{Carga Total Conectada para Alumbrado}}{\text{Área Total Iluminada}}$$

donde la Densidad de Potencia Eléctrica (DPEA) está expresada en  $W/m^2$ , la carga total conectada para alumbrado está expresada en Watts y el área total iluminada está expresada en  $m^2$ .

Se considerará que la instalación cumple con lo establecido por esta Norma Oficial Mexicana si y sólo si, las DPEA calculadas son iguales o menores que los valores límites establecidos para cada uso del edificio analizado, tomando en cuenta las excepciones aplicables y los ajustes por bonificaciones de potencia permitidos.

Será obligatorio para fines de certificación y verificación del cumplimiento de la presente Norma que los proyectos incluyan un cuadro resumen del cálculo de las DPEA para el sistema de alumbrado del inmueble (Apéndice 1) y se anexe una memoria de cálculo que detalle toda la información y consideraciones efectuadas durante el cálculo. La preparación de esta información será una obligación del Responsable del Proyecto, por lo que deberá estar debidamente integrada y firmada por el mismo.

La autoridad responsable de la certificación y verificación del cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana, revisará y tomará en cuenta esta información para fines de aprobación del proyecto, así como para comprobar que durante la construcción del inmueble o ampliación, las instalaciones que constituirán el sistema de alumbrado se realicen con estricto apego al proyecto aprobado.

### 7.2 Metodología.

Las DPEA totales para los sistemas de alumbrado interior y exterior se determinarán en forma independiente una de otra. Estas densidades no podrán ser combinadas en ningún momento, por lo que se determinarán y reportarán los valores de cada una de ellas en forma separada.

En el caso de estacionamientos interiores y bodegas o áreas de almacenamiento que formen parte de alguno de los tipos de edificios cubiertos por la presente Norma Oficial Mexicana, se determinarán y reportarán también en forma separada las DPEA correspondientes a estas áreas.

En el caso de edificios de uso mixto se determinarán y reportarán en forma separada las DPEA para alumbrado interior de cada uno de los usos del inmueble.

Las DPEA a comparar contra los valores límite indicados en la Tabla 1 del capítulo 6 serán:

- Para alumbrado interior:
  - a). Las DPEA totales para cada uso.
  - b). La DPEA total para estacionamientos interiores y.
  - c). La DPEA total para bodegas o áreas de almacenamiento.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

## **ILUMINACION EFICIENTE DE AREAS Y CENTROS COMERCIALES**

**TEMA: CRITERIOS BASICOS DE ILUMINACION COMERCIAL**

**EXPOSITOR: ING. CARLOS GARCIA ROMERO**

1996

## ILUMINACION DE ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES

LOS ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES ENCIERRAN UNA VARIEDAD DE FAREUS VISUALES A ILUMINAR

- PASILLOS DE CIRCULACIÓN
- EXHIBICIÓN DE MERCANCÍAS
- OFICINAS
- ALMACÉN
- CAFETERÍAS
- ESTACIONAMIENTO
- FACHADAS

LA ILUMINACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES JUEGA UN PAPEL MUY IMPORTANTE EN LOS OBJETIVOS DE VENTA. UN POBRE SISTEMA DE ILUMINACIÓN QUE NO PROVEA LA SUFICIENTE ILUMINACIÓN REDUNDARÁ EN PÉRDIDA DE VENTAS MIENTRAS QUE UN SISTEMA QUE PROPORCIONE ADECUADA ILUMINACIÓN AUMENTARÁ LAS VENTAS Y UTILIDADES.

# ILUMINACION DE ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES

## OBJETIVO

EL OBJETIVO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN COMERCIAL ES ATRAER AL CLIENTE PARA INICIAR, FACILITAR Y COMPLETAR LA VENTA DE MERCANCÍAS.

ADEMÁS ES HACER QUE EL ESTABLECIMIENTO SEA LO MÁS SUGESTIVO POSIBLE PARA LOS CLIENTES Y DE FACILITAR LA ORIENTACIÓN EN EL INTERIOR LA ILUMINACIÓN DEBE SATISFACER LAS SIGUIENTES EXIGENCIAS:

### ILUMINACIÓN:

- PARA ATRAER LA ATENCIÓN
- PARA CREAR INTERÉS Y AMBIENTE
- PARA GUIAR VISUALMENTE AL CLIENTE
- PARA EVALUAR
- PARA COMPLETAR LA VENTA

### **METAS PARA LA ILUMINACIÓN DE MERCANCÍAS**

Las principales metas en la iluminación de áreas de mercancías son atraer al cliente, iniciar la compra y facilitar la terminación de la venta.

*Iluminación para Atraer y Guiar al Cliente.* El primer paso en el proceso de mercadeo es atraer al cliente hacia el punto de venta y mercadeo. La luz atrae. La cantidad y calidad de iluminación, la impresión de la mercancía que es creada y el efecto que se tiene en la apariencia del área ( aparadores o el interior de la tienda) son factores de la venta efectiva de mercancías.

*Iluminación para Evaluar la Mercancía.* La decisión de compra comienza cuando el consumidor es atraído visualmente. Sin embargo, la compra no está completa hasta que el consumidor puede visualmente evaluar la mercancía por características como la textura, color y calidad, y leer las etiquetas bajo una adecuada iluminación.

*Iluminación para Completar la Venta.* La iluminación apropiada en el punto de venta es necesaria para completar la transacción. La iluminación apropiada debe hacer que el cliente sea capaz de tomar una decisión, y proporcionar al personal de ventas un desempeño rápido y un servicio preciso como registrar la venta en la registradora, preparar las hojas de trabajo, leer precios, manejar transacciones con tarjetas de crédito y empacar la mercancía. Un buen diseño de iluminación ayudará también a minimizar la devolución de mercancías, ya que el cliente es capaz de evaluar la mercancía en color, textura y calidad en el punto de venta y es menos probable que este conforme con su compra cuando la observa en casa.

El diseño de la iluminación para ventas interiores, exteriores, aparadores y otros espacios de mercadeo debe tomarse dentro de las consideraciones de apariencia del espacio, impacto en la mercancía y gráficos, operacional y métodos de mantenimiento, y físicos, aspectos ambientales y económicos del espacio y de la mercancía.

### **CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE LA ILUMINACIÓN**

#### ***Características del Sistema Visual***

La apariencia de la mercancía y del espacio de mercadeo, la venta de mercancías y el desempeño de las tareas son afectadas por factores básicos importantes para cada tarea visual.

Al incrementar el tamaño del blanco visual, se hace más fácil de ver, al menos hasta cierto punto. Cuando un objeto es pequeño o contiene finos detalles, la visibilidad puede mejorarse al incrementar la iluminación. Para ver cada detalle crítico de un producto, como un hilo gris en una tela negra, el objeto debe diferir en luminancia o en el color del fondo. La visibilidad es mejorada cuando la luminancia contrasta los detalles con el fondo. Donde existen condiciones pobres de

## **Iluminación para Áreas de Mercancía**

contrastes, la visibilidad puede ser mejorada, al incrementar la iluminancia o usando técnicas de iluminación más efectivas como iluminación direccionada para acentuar la textura de fábrica.

Como el brillo de la mercancía y las áreas de tarea son incrementadas, ver se hace fácil. Por ejemplo, bajo las mismas condiciones de iluminación, el patrón en un traje de colores claros es más fácil de ver que uno en un traje de colores oscuros, porque la reflectancia del primer traje es mayor, como causa de una mayor luminancia aparece más brillante. La luminancia es incrementada al aumentar la iluminación.

Hablando claramente, una habilidad para ver un objeto es mejor cuando las luminancias entre el espacio son las mismas. Si una fina inspección o una lectura cuidadosa es requerida, la razón de las luminancias entre el espacio de mercadeo debe ser menor de 3:1. Por otro lado, para atraer a los clientes a la mercancía, el aparador debe tener al menos 5 veces la luminancia del entorno. En aparadores clave o especiales, la luminancia de las mercancías debe ser cercana a 10 veces la luminancia del entorno. Pequeñas áreas de alta o baja luminancia dentro del espacio de mercadeo puede no afectar apreciablemente el proceso visual pero creará interés.

A cierta edad, menos luz incide en los ojos, y la que incide es de menor calidad. Por ello, la gente de edad ve con menos brillo y contraste los objetos que la gente joven. También hay evidencia, de que la gente mayor tiene más problemas con los altos niveles de iluminación, incluyendo la luz intensa, que la gente joven. Debe tomarse cuidado de proveer la cantidad y calidad adecuada de iluminancia y reducir la luz intensa en espacios frecuentados por los mayores.

## ***Características de la Iluminación de Mercancías***

### **Fuentes de iluminación para áreas de ventas**

Cuando se iluminan áreas de venta, hay tres familias de fuentes luminosas para escoger: incandescente, fluorescente y de alta intensidad de descarga. La selección de la fuente de iluminación más apropiada estará basada en muchos factores: costo, energía, color, iluminancia, tiempo de encendido, parpadeo, imagen de la tienda, consideraciones ambientales, necesidades del usuario y requerimientos —así como las preferencias del personal de iluminación consultado.

### **Distribución y dirección de la luz eléctrica**

Los luminarios están caracterizados de acuerdo al porcentaje de luz emitida arriba y abajo del plano horizontal. Luminarios como los de luz puntual, de luz difusa y baños de pared para acentuar mercancía especial no están clasificados de la misma manera, pero están descritas de acuerdo a las características de eficiencia, distribución de luz, habilidad de enfocar y agudeza del cutoff. Las características de eficiencia son dependientes del tipo

## **Iluminación para Áreas de Mercancía**

de fuente luminosa y cubierta y en implementos auxiliares como los louvers, lentes, reflectores y difusores.

Los sistemas de iluminación también proveen luz difusa o directa. La forma de los objetos y la textura de las superficies pueden ser reveladas por iluminación direccional como aquella de pequeñas fuentes luminosas de alto enfoque. La luz difusa de amplia distribución de la luz vertical hacia abajo o de fuentes luminosas de área amplia, como los luminarios fluorescentes o los sistemas de iluminación indirecta, tienden a reducir las variaciones en forma y textura. Mercancías tridimensionales, por ejemplo, debe generalmente colocarse con una mezcla de iluminación direccional para acentuar la forma, y con iluminación difusa significativa para disminuir la aspereza producida por las sombras oscuras. La apariencia de los clientes y el personal de ventas (formas faciales y expresiones) se trata mejor con una combinación similar de luz direccional y luz difusa. La luz direccional puede causar sombras no agradables en áreas donde las tareas visuales se desarrollan, reduciendo la luminancia del área de la tarea. Los acabados mate de alta reflectancia en las superficies del cuarto actúan como fuentes efectivas secundarias, reduciendo las sombras.

### **Iluminación diurna**

En tiendas con frentes abiertos, o donde hay ventanas o tragaluces, es necesario evitar grandes diferencias en luminancia entre las áreas expuestas a la luz solar y las áreas interiores iluminadas a los niveles recomendados. Esto puede ser logrado al controlar la luz diurna, incrementando el nivel de iluminación eléctrica o ambos.

La cantidad y distribución de la luz diurna recibida en el interior de la tienda depende de la orientación y del área total de ventanas, de las propiedades de transmisión de la luz y de la relación entre la altura de la ventana con el largo del cuarto. Condiciones agradables de visión en áreas de mercadeo resultan de una consideración cuidadosa de los tipos de vidrio usado en las ventanas, el método y el grado de control de la luz diurna, como aleros, toldos o tratamientos internos a las ventanas, y los valores de reflectancia de las superficies.

Paños, pantallas, deflectores o louvers deben ser usados para ventanas en áreas donde la luminancia del cielo o la luz del sol llega a no ser agradable o deslumbra a las personas en el interior. Aleros horizontales o verticales afuera de las ventanas pueden eliminar el deslumbramiento de la luz directa del sol. El personal de venta debe ser orientado de manera que las ventanas brillantes no estén dentro del campo normal de visión, y que no haya sombras sobre el material de lectura.

# Iluminación para Áreas de Mercancía

## Luz intensa

Cuando fuentes de luz excesivamente brillantez, ventanas o superficies iluminadas están dentro del campo visual del vendedor o cajero y pueden ser vistos directamente o por reflexión, estos pueden producir deslumbramiento lo cual distraerá la atención de la mercancía mostrada. Cuando están cerca de la línea de vista de la mercancía o de las tareas de venta, pueden reducir la habilidad para ver. Los luminarios o los elementos luminosos cercanos a la línea de vista no deben ser tan brillantez como para distraer de o competir con la mercancía o impedir el flujo de la circulación. Cuando se reemplacen los luminarios existentes, hay que asegurarse de que los luminarios estén diseñados para controlar el deslumbramiento. Para reducir reflexiones ofensivas de luminarios en los lentes de vidrio del equipo de vigilancia y en pantallas de computadoras en las registradoras, colocar controlentes o louvers al luminario.

Reflexiones de la fuente de luz de materiales especulares o semiespeculares pueden también ser un problema. En grandes áreas, luminarios de baja luminancia son usados cuando superficies brillantez no pueden ser evitadas. Superficies mate de alta reflectancia pueden también ser usadas para reducir la luz intensa reflejada.

## Color

El conocimiento de los principios de la luz y el color es muy importante en el diseño de la iluminación de mercancías. No obstante los gustos en color varían con el clima, nacionalidad, edad, género y personalidad, casi hay un acuerdo universal para llamar a los amarillos, amarillo-rojo, rojos y púrpura-rojo "colores cálidos" y llamar a los verdes, azul-verde, azul y púrpura-azul "colores fríos". Todos los grises se acercan a un carácter neutral, tanto del lado cálido como del frío.

El color, es uno de las más poderosas armas del mercadeo, puede atraer la atención, crear un ambiente, estimular la venta o guiar al cliente. Un efecto psicológico positivo puede ser introducido en áreas de mercancía especial al crear un ambiente cálido o frío. En áreas que tienen espejos, sin embargo, es importante que el cliente tenga una apariencia natural. La fuente de luz seleccionada para generar la iluminación debe devolver tonos aceptables de piel también como enaltecer la mercancía.

**Color de las Superficies.** En las áreas de mercadeo donde los clientes están expuestos al ambiente por largos periodos de tiempo, los colores de las superficies pueden tener un efecto en sus actitudes de compra —positiva o negativamente, consciente o subconscientemente. Los colores de la mercancía deben ser considerados en la selección de los colores de las superficies de grandes áreas. El uso de grandes áreas de colores fuertes puede ser conflictivo con el color de la mercancía mostrada y puede afectar

## **Iluminación para Áreas de Mercancía**

adversamente el color de la luz reflejada sobre la mercancía. En general, donde la mercancía es coloreada y variada, el fondo debe ser de luz reflejada y de color neutral. Las superficies de colores fuertes deben ser deseadas para mostrar luz, puede ser provista por las fuentes de luz. Pequeñas áreas de color de acento darán vitalidad y un interés dramático.

*Color de las Fuentes de Luz.* El color de las superficies y de la mercancía está en función de la composición del espectro de la fuente de luz y del pigmento, y de las propiedades de las superficies del objeto visto. Por ejemplo, una superficie es vista como roja cuando la fuente de luz contiene algo de energía de la longitud de onda en la región del espectro y el objeto predominantemente refleja energía en esa misma región. Una fuente de luz "blanca", como la luz de día o la luz del sol, usualmente contiene energía de todo el espectro visible, en un rango de 380 a 770 nm.

Las lámparas fluorescentes, incandescentes y de alta intensidad de descarga, también como la luz de día, son todas consideradas como fuentes de luz de banda amplia; sin embargo, esas fuentes de luz "blanca" varían significativamente en la cantidad relativa de energía en cada porción del espectro. La composición espectral determina no solo la apariencia del color de la lámpara (caliente o frío), pero también las propiedades del rendimiento de color. Desarrollos recientes han mejorado la capacidad del rendimiento de color de muchas de estas lámparas. En adición, un amplio rango de lámparas fluorescentes, de alta intensidad de descarga e incandescentes están disponibles para producir diferentes efectos de color. Filtros coloreados también están disponibles para fuentes fluorescentes e incandescentes.

Además de atraer la atención, puede ser deseable para sistemas de iluminación que muestren mercancía bajo condiciones similares para aquellas bajo las cuales serán vistas (iluminancia y fuente de luz). Esto ayudará a minimizar las distracciones y devoluciones del cliente.

### ***Características de las superficies***

Las texturas de las superficies varían desde acabado espejo (especular) hasta difuso (mate). El brillo de las superficies mate, como el de las alfombras, parece cercanamente uniforme desde cada punto visual e independiente de la dirección de la iluminación. Para superficies especulares como la cuchillería, el brillo varía con el punto visual, la localización, el tamaño y la intensidad de la fuente de luz, y del grado de especularidad de la superficie siendo vista. Donde las reflectancias de las superficies dentro de las áreas de mercadeo pueden ser seleccionadas, deben ser escogidas para proporcionar rangos de iluminación dentro de los límites recomendados.

## **Iluminación para Áreas de Mercancía**

Quando las reflectancias no pueden ser seleccionadas, los rangos de iluminación pueden ser controlados a un cierto excedente al variar la iluminación en las superficies.

Reflexiones de las fuentes de luz desde superficies especulares, transparentes, como mostradores de ventana, bastidores de pared y materiales de empaque, pueden ser particularmente problemáticos. Estas reflexiones pueden causar deslumbramiento y reducir la visibilidad del objeto abajo y detrás de la superficie.

El diseñador puede deliberadamente localizar un luminario para producir reflejos desde una superficie; por ejemplo, una fuente de luz reflejada en una sopera de plata acentúa la forma del objeto también como su pátina. Puntos de brillantez de las fuentes de luz refleja la imagen en superficies brillantez aparecen resaltadas o las rayas de los brillos y son frecuentemente usadas como elementos de destello para enaltecer la apariencia de la mercancía.

Aun siendo las reflexiones deseadas o no, el diseñador debe ser cuidadoso de localizar los luminarios con respecto a las superficies especulares y de la localización esperada del cliente.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**ILUMINACION EFICIENTE DE AREAS Y CENTROS  
COMERCIALES**

**TEMA: CONTROL DE ILUMINACION**

**EXPOSITOR: ING. CARLOS MENDOZA R.**

**1996**

# **CONTROL DE ILUMINACION**

Las necesidades de conservación y ahorro de energía tanto a nivel mundial como nacional, hoy en día han tomado una importancia de primer orden. Por lo que una cantidad considerable de empresas, han desarrollado y mejorado en los últimos años los sistemas de servicio que necesitan las instalaciones ya sea a nivel industrial, comercial, educacional, hospitalario, etc. para satisfacer las necesidades de ahorro de energía.

En la actualidad se viene manejando el concepto de control digital directo (DDC por sus siglas en inglés), y es aquel que se ha diseñado para aprovechar el uso de la energía en cualquiera de sus formas ya sea térmica, luminica, etc. a un costo bajo y un rendimiento mayor.

La iluminación es uno de los aspectos de mayor consumo energético en todas las instalaciones y con los sistemas de control digital directo se permite en encendido y apagado de la iluminación automáticamente en base a los programas de uso de las diferentes áreas o en función de los niveles de iluminación adecuados a la utilización del área en cuestión.

## **CRITERIOS BASICOS DE DISEÑO PARA EL CONTROL DE ILUMINACION**

El sistema de iluminación tiene como característica de diseño el proporcionar el nivel de iluminación requerido dependiendo del espacio a un costo bajo. El objetivo es proveer o mantener la calidad de luz y reducir aún más su energía de consumo por cargas luminicas.

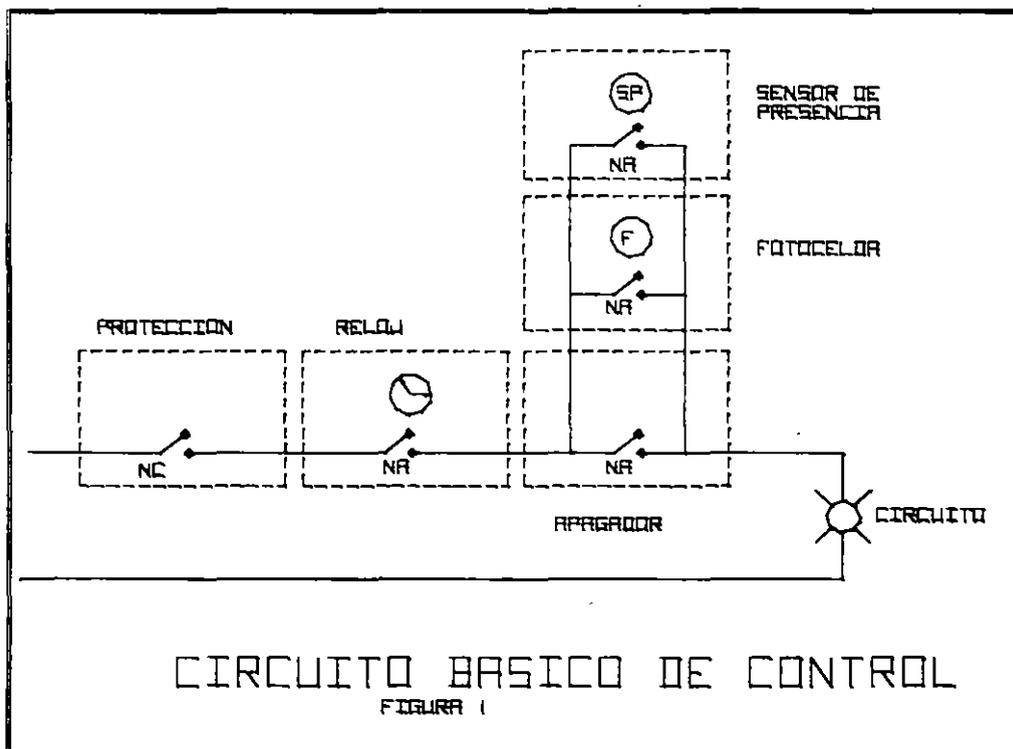
El análisis es:

- a) Calidad de la iluminación
- b) Intensidad y cantidad de la iluminación
- c) Iluminación directa
- d) Iluminación directa o difusa
- e) Fuentes de iluminación
- f) Procedimiento de mantenimiento
- g) Re-proyección del sistema de iluminación
- h) Reemplazo y modificación de instalaciones
- i) Sistemas de control (Programación)

## PROGRAMACION DE ENCENDIDO Y APAGADO DE ACUERDO A LA UTILIZACION

### Control de iluminación.

Tenga en cuenta que el personal de seguridad y/o de mantenimiento no estará siempre en la disponibilidad de acatar las instrucciones en el sentido de desconectar determinados circuitos a determinadas horas; se recomienda instalar desde el sencillo apagador de tiempo en lugares de poco uso como pasillos, baños, etc., hasta equipos programables que conectan y desconectan circuitos según las necesidades de trabajo.



El sistema deberá incorporar los programas necesarios para la conexión y desconexión del sistema de alumbrado.

Los programas diferenciarán el tratamiento a dar al alumbrado de las zonas internas y al de las zonas periféricas.

Alumbrado de zonas internas. El tratamiento de las zonas internas del edificio es similar al de los programas de arranque-paro a horario fijo en función del horario de ocupación del edificio.

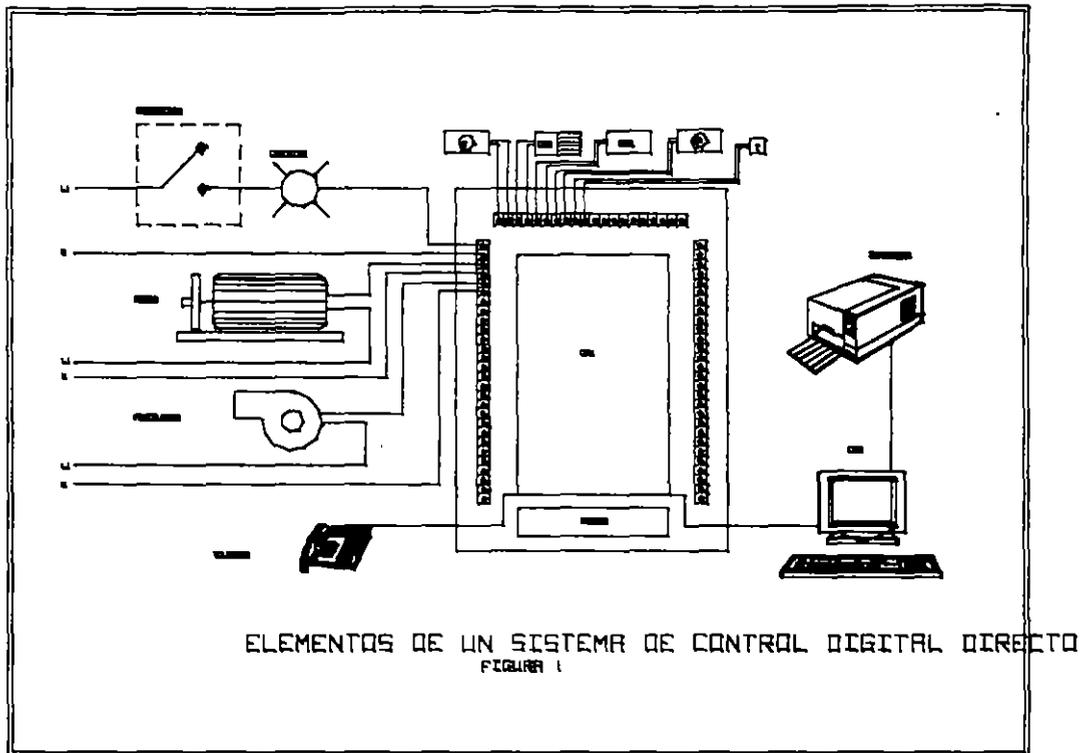
Alumbrado de zonas externas. El programa que la conexión y desconexión del alumbrado de las zonas periféricas del edificio, deberá tener en cuenta no solo el tiempo de ocupación sino, que es función del nivel lumínico existente en cada zona, detectado por celdas fotoeléctricas con dispositivos de retardo incorporado que indicarán al ordenador el momento de iniciar los programas de conexión-desconexión adecuados.

### **Encendido y apagado programado.**

Al igual que la iluminación, no todos los equipos en una instalación deberán estar trabajando las 24 hrs del día, de manera que el sistema de DDC para el manejo de instalaciones puede encender y apagar automáticamente los equipos de acuerdo al programa de utilización de estos.

## **CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS PROGRAMADORES**

El control inteligente de iluminación es un controlador de aplicación programable que ejecuta control ON/OFF en circuitos eléctricos y otro tipo de cargas como manejadoras, extractores, ventiladores auxiliares, etc., para edificios de oficinas, habitaciones, plantas industriales, centro de control de motores, etc.



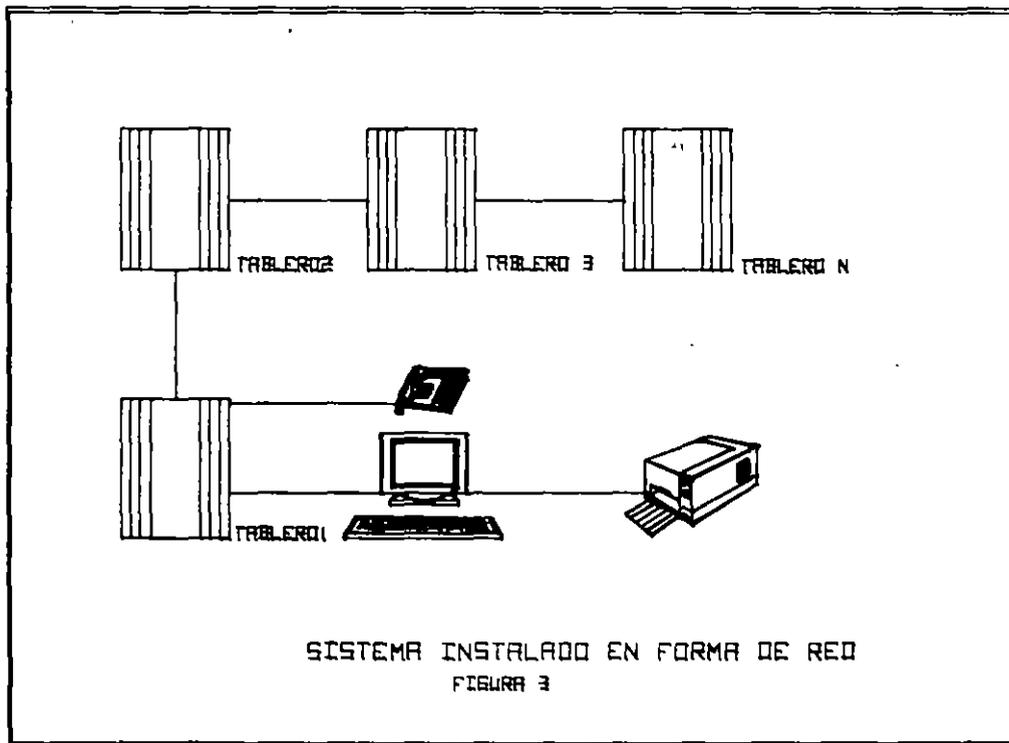
Con el fin de controlar correcta y eficazmente una carga de iluminación en un edificio un sistema deberá ser capaz de lo siguiente:

- Abastecer un control ON/OFF de las cargas de iluminación de cuando menos 20 Amp. a 220 VCA.
- Ser capaz de controlar un número relativamente grande de cargas.
- Ser capaz de agrupar cargas individuales en grupos definidos de control por usuario o zonas las cuales puedan incluir cargas comunes a más de un grupo.
- Aceptar un gran número de entradas para anular de forma inmediata la operación automática y recuperar la iluminación en el área deseada.

El sistema también debe tener la capacidad de:

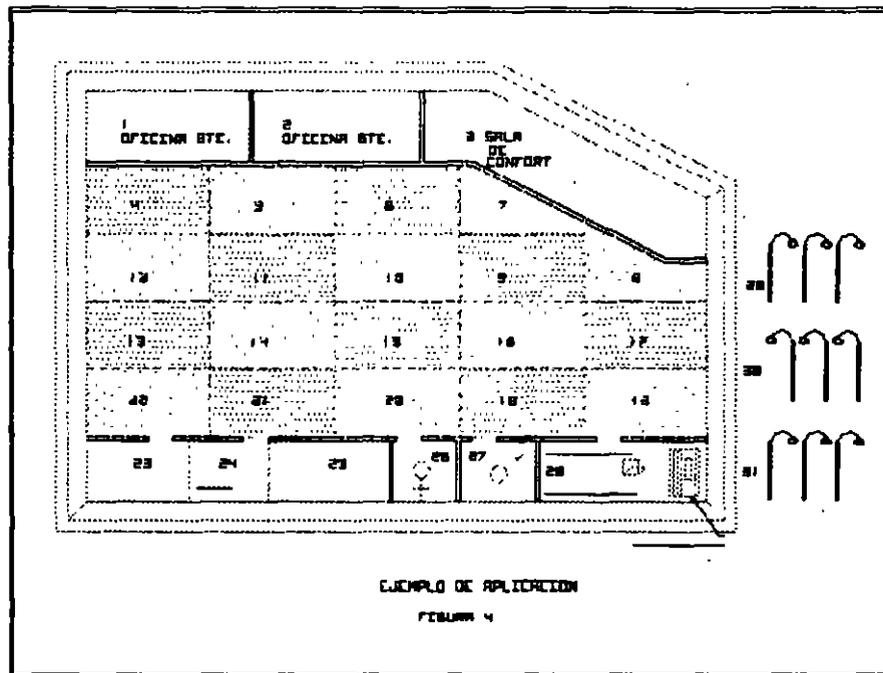
- Permitir al usuario re-definir o reconfigurar los grupos de control facil mente.
- Monitorear el uso de las cargas controladas.
- Utilizar comandos por medio de un tono telefónico digital como una opción de mecanismo de recuperación (override) en sobre comando del mecanismo de interruptor del circuito de alambrado.

El controlador puede operar en forma independiente (standalone) o integrado al Sistema Central, estos controladores operan con un máximo de 40 relevadores programados independientemente en función del tiempo, formando grupos hasta un máximo de 32 grupos. El usuario puede interrumpir las funciones por medio de comandos telefónicos, interruptores de pared, fotoceldas, sensores de movimiento, etc Cuando se usa integrado con el Sistema Central, el usuario puede interrumpir la programación a través de la estación manual de la red, o conectando a través de CRT. (Terminal).



## APLICACION

A continuación se ilustra un ejemplo de una planta que utiliza 40 relevadores de un panel maestro, los cuales están definidos en 31 grupos, incluye entre ellos tres grupos de iluminación de alta intensidad para el estacionamiento. Ver figura 4.



Los grupos han sido programados para ser encendidos a la 7:00 A.M. y ser apagados a las 5:30 P.M. En la programación también ha sido tomado en cuenta la sección cafetería, esta sección se encenderá por medio de un sensor de movimiento y dar servicio el tiempo suficiente a los trabajadores.

Supongamos que son las 9:30 P.M., en una de las oficinas del gerente se ha usado un interruptor de pared, para interrumpir la programación y en la sección 16 se ha usado un comando telefónico. El personal de limpieza esta trabajando en los grupos 13 y 22, cuando el personal termine sus labores en los grupos 13 y 22 el controlador apagará la iluminación y encenderá los grupos que serán limpiados.

Los grupos de estacionamiento se encienden por medio de fotoceldas, estos serán apagados a las 9:00 P.M. excepto el grupo 31 será apagado a la media noche, previniendo que alguien se quede a trabajar tarde, si es necesario, un empleado puede usar el comando telefónico para dejar más tiempo encendida la iluminación del estacionamiento.

## **MEDIOS DE CONSUMO DE ENERGIA POR CARGA**

Diagnósticar antes de recetar. Así como el médico se le visita para saber su opinión acerca de nuestros padecimientos, antes que nos recete precipitadamente para curarnos, al especialista en iluminación debe consultarse para que dictamine cual es la situación del inmueble, cual es la situación lumínica, cuales son las condiciones de sus circuitos, que cambios podrán hacerse sin estar por ellos obligado a hacer una fuerte inversión.

## **ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD**

Como es sabido por todos, un estudio de prefactibilidad determina desde el punto de vista técnico y económico que posibilidades tiene un proyecto de ser reañizado, en el caso de los controles de iluminación horario en función al uso y arranque y paro programado de equipos el ahorro de energía eléctrica oscila entre el 40 y el 60%, por lo que el período de recuperación debe ser no mayor a los cuatro años y la vida útil de los equipos debe ser como mínimo de 10 años.

A continuación se anexán cinco tablas básicas con los elementos necesarios para realizar una evaluación del sistema de iluminación y cargas eléctricas factibles de controlar realizando la comparación en su forma actual Vs. sistema propuesto (con control horario, fotoceldas, sensores de presencia, etc.) y determinando los ahorros energéticos y comparandolos contra la inversión.







**TECNOCONTROL Y SISTEMAS, S.A. DE C.V.**

**CONSUMO ANUAL DE ENERGIA EN KILOWATTS.**

ANO	CUOTA FIJA	CUOTA VARIABLE	IMPORTE
ENERO			
FEBRERO			
MARZO			
ABRIL			
MAYO			
JUNIO			
JULIO			
AGOSTO			
SEPTIEMBRE			
OCTUBRE			
NOVIEMBRE			
DICIEMBRE			
<b>TOTAL ANUAL</b>			

**ANALIAS ECONOMICO DEL SISTEMA PROPUESTO  
CON RESPECTO AL SISTEMA ACTUAL**

SISTEMA	CONSUMO DE ENERGIA	DEMANDA DE ENERGIA	PAGO DE ENERGIA
ACTUAL			
PROPUESTO			
AHORRO			

TIEMPO DE RECUPERACION: \_\_\_\_\_

COSTO DE LA INVERSION: \_\_\_\_\_

AHORRO A UN AÑO: \_\_\_\_\_

VIDA UTIL DEL EQUIPO: \_\_\_\_\_

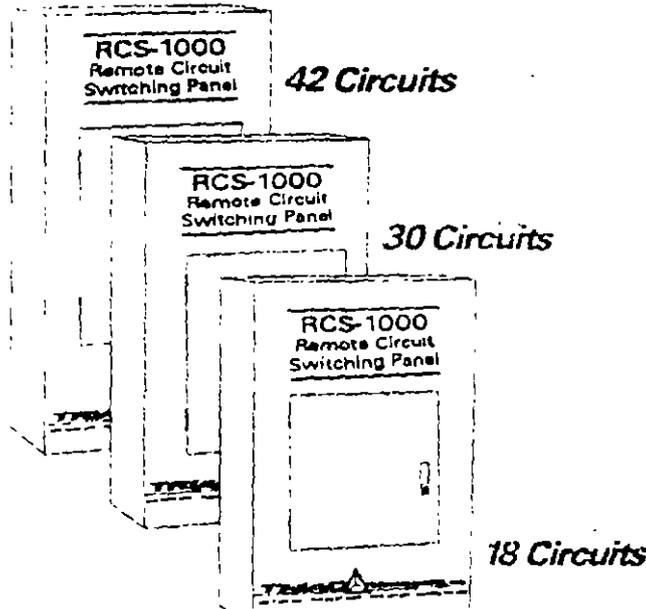
AHORRO A UN AÑO: \_\_\_\_\_

# RS

**Tecnocontrol y Sistemas S.A. de C.V.**

## Lighting Control Products

### Remote Circuit Switching System



### Triad RCS-1000 Features & Benefits

- UL Listed, FCC Approved
- Panel Sizes up to 42 Circuits
- Designed for Retrofit Applications
- Ideal for New Construction
- Up to 120 Switch Inputs Per Panel
- RS-485 Network Option
- Programmable Flash Warning
- Programmable On Time After Warning
- Manual Override Standard
- Control up to 60 Circuits
- Modular Design for Easy Expansion
- Status Controls on Each Circuit Breaker

### Overview

Triad's RCS-1000 Remote Circuit Switching System is UL listed and provides over current protection and the capability to switch up to 277VAC, 20 amp loads as in a single circuit breaker panel. In the past, remote control of circuits required installing a separate circuit breaker panel for the over current protection and a separate relay panel for remote switching of circuits from a building automation control system or time clock.

The RCS-1000 keeps retrofit and new construction costs to a minimum by combining remote switching and over current protection in one panel-board unit.

Each RCS-1000 remote control circuit breaker provides auxiliary status contacts for position monitoring. The circuit breaker status is checked by the RCS-1000 Controller to assure proper output position (on/off). The circuit breaker is housed in a compact molded case that is ideal for retrofit of existing panelboards.

The RCS-1000 retrofit version installs in existing circuit breaker panels eliminating the need for a separate relay panel. The total installed cost is mini-

imized by eliminating additional high voltage wiring. The electrical contractor simply disconnects the main feeders and branch circuits in the existing panelboard, removes the existing interior, installs the RCS-1000 interior, reconnects the existing branch circuits, main feeder and connects the RCS-1000 controller. Installing a relay panel requires splicing all the circuit breaker panel branch circuits in a wire trough (National Electric Code does not allow splicing of wires within a circuit breaker panel). Then the spliced circuits connect to the relay panel, requiring a considerable amount of wiring and labor. The RCS-1000 eliminates the need for a separate relay panel. The RCS-1000 remote control circuits can be mixed with Westinghouse "GIB" style non remote control circuit breakers in the same interior.

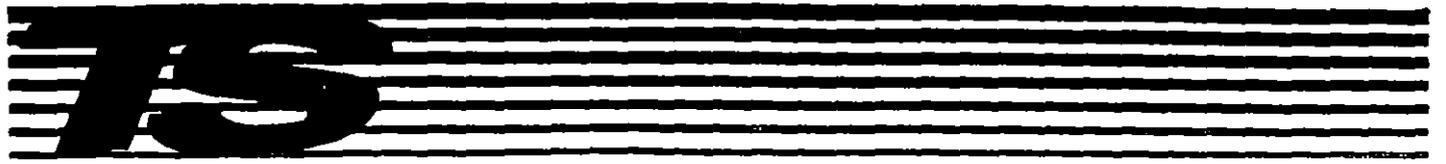
The new construction version of the RCS-1000 is a complete unit that replaces a typical circuit breaker panel. Eliminating the need to install a separate relay panel for remote control circuits.

Triad's RCS-1000 remote control also provides the capability to connect to up to multiple RCS-1000's over a single type of wire. The RCS-1000

protocol is available to any building automation or control system manufacturer that desires to network the RCS-1000 with their system. This protocol is utilized with Triad's LP-2500 and LP-2800 Lighting Control Panels too. This network capability reduces the cost of automating lighting control by networking into building automation or HVAC control systems.

Remote lighting switches within a building can connect directly to the RCS-1000. These switch inputs can control any or all of the circuits within the RCS-1000. Each switch input can be programmed for either momentary on, momentary off, momentary on/off or maintained contacts. Each input can have a timer assigned to it so the circuit will automatically be turned off by the RCS-1000 after the time has expired.

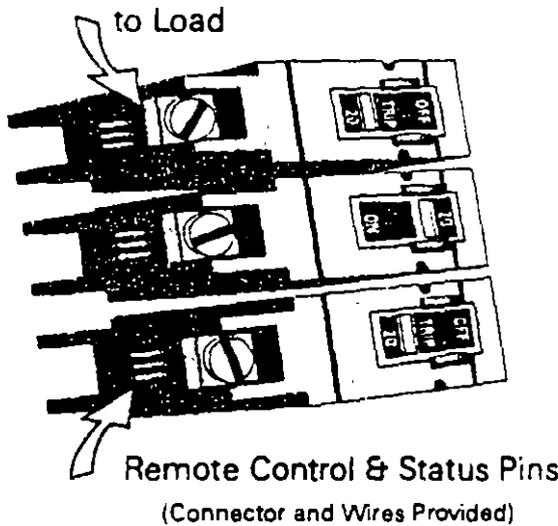
RCS-1000 parameters are set via Triad's RCS-PK Programmer Kit. This is a Windows based program that provides the capability to program store to diskette, the parameters and the parameters of a RCS-1000 from a computer.



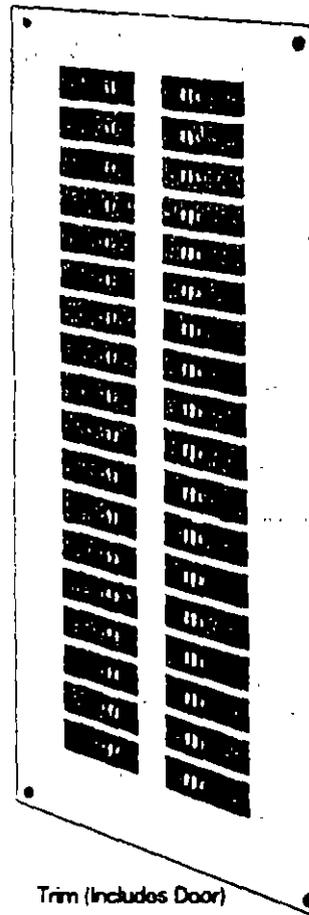
# Tecnocontrol y Sistemas S.A. de C.V.

## RCS-1000 Retrofit Version

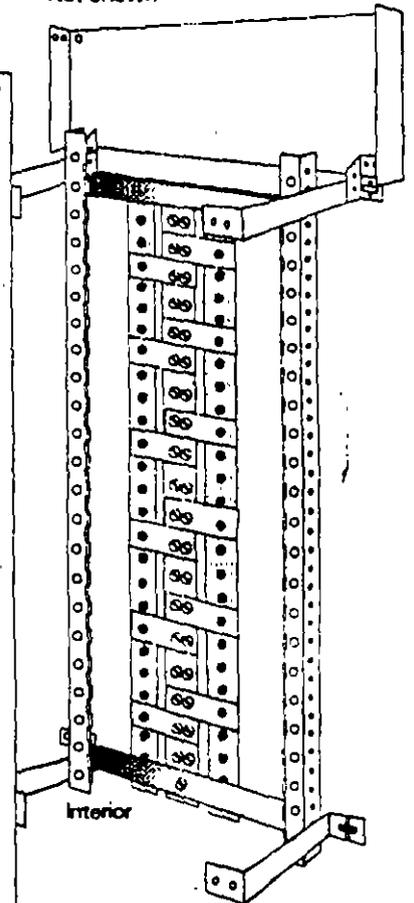
### Typical 3 RCS-1000 Circuit Breakers



### Remote Control Circuit Breakers



### Optional Main Breaker Not Shown



## Design Features

**MANUAL OVERRIDE** This feature provides the capability to manually override any of the units or circuits. This feature is ideal for the testing of the panel during installation or if the device controlling the panel fails.

**EPROM AND EEPROM DIAGNOSTIC** This feature verifies integrity of the units EPROM (Electrically Programmable Read Only Memory) and EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory).

**CONSTRUCTION MATERIALS** The unit's enclosure is constructed of 16 gauge steel coated with polyurethane on interior with textured hinged door and cylinder lock. Standards are provided for the factory mounted micro processor module and circuit

interface board. The circuit interface board connects each remote control circuit breaker to the micro processor via 600 volt insulated control cables. Each circuit breaker is rated for 227V, 20 Amperes. The interior bus bar is constructed of copper for increased performance and longevity. The interior can be ordered with or without a main breaker.

All assembly and testing of these components is completed at Trim prior to shipment. No assembly of the unit is required in the field or on site. Typical installation of loads, wires and power.

**PRODUCT CERTIFICATION AND TESTING** The unit is used by power system laboratories, Inc (PSL) and approved by IEEE. The unit performs burn in testing of the unit. This test indicator

minimum of a 24 hour period wherein all of the circuits in the panelboard are cycled continuously. After the burn in period the unit is rechecked and any faulty components replaced. This minimizes component failures in the field and assures a higher quality product.

**SERIAL COMMUNICATION** An advanced option of the unit is its capability to be addressed via an optional two or five wire RS-485 serial communication network. This eliminates the need for dedicated outputs from a building automation or control system to drive each of the units. RCS-1000 "open" protocol is available. The public Trim can assist in protocol conversion to be current.

# Tecnocontrol y Sistemas S.A. de C.V.

## Design Features

**MICROPROCESSOR-BASED DESIGN** The heart of the RCS-1000 controller is a Microprocessor (CPU) module which provides hardware for up to 24 switch inputs (120 with optional modules; no modification is required), RS-485 communications, connectors for interfacing to each remote critical circuit breaker and firmware for the features listed below.

**LED DISPLAY** This feature provides visual indication of zone and contactor status through the use of bar chart style led on the units CPU.

**USER INTERFACE** The unit is programmed via a Windows based program that provides the capability to set all of the units features listed below, store these parameters to diskette, run diagnostic checks and read the RCS-1000 parameters.

**CIRCUIT GROUPING** This software feature provides the capability to group any or all of the units circuit breakers into zones or sectors. SWITCH

**INPUT TIME-OUT** This software feature provides the capability to have any of the circuits associated with a momentary switch turn OFF after a programmable amount of time has elapsed. This feature is designed for lighting control.

**ZONE PRIORITY** This software feature provides the capability to setup priorities for each of the zones. Because multiple inputs can be assigned to the same zone, so an order of priority may need to be established.

**FLASH MODE** This software feature provides the capability to flash the lights (off then on) prior to turning the lights off.

**ON-TIME AFTER FLASH WARNING** This software feature provides the capability to set the length of time the lights will be on after the lights have been flashed.

**FLASH WARNING TIME** This software feature provides the capability to set the length of the flash

off time during the Flash Warning.

**MAXIMUM CIRCUITS IN SYSTEM** This feature provides the capability to set the maximum number of breakers in the unit which can be activated.

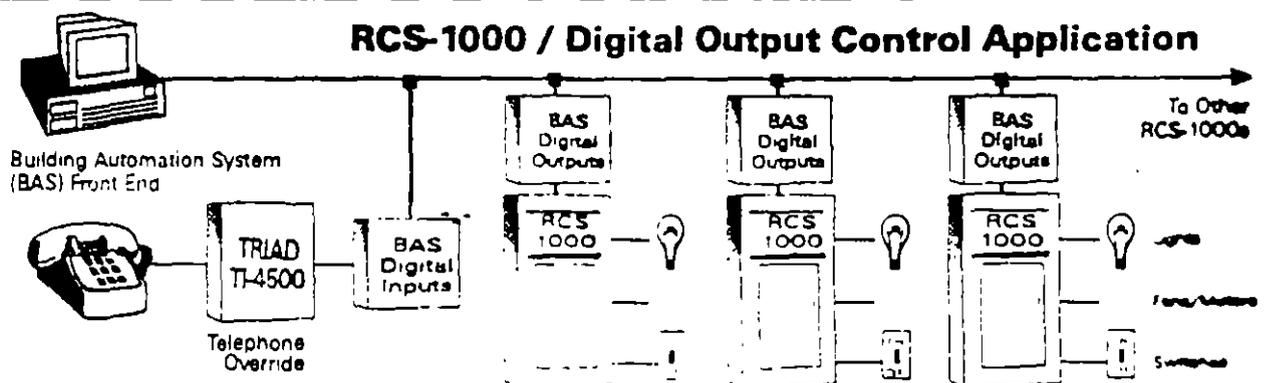
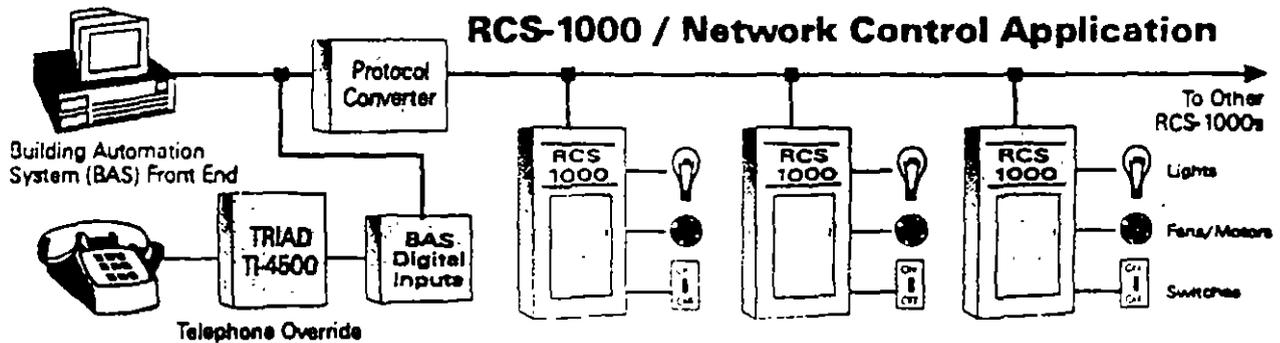
**MAXIMUM INPUTS IN SYSTEM FEATURE** This feature provides the capability to select the maximum number of switch inputs the unit will monitor.

**INPUT POLARITY** This software feature provides the capability to set each switch input for either normally open or normally closed contacts.

**PROGRAMMABLE INPUTS** This software feature provides the flexibility to select the zones controlled by each input: input type (maintained, momentary on, momentary off, or momentary toggle contact), timer associated with input, flash warning and polarity of input.

**EASY EXPANSION** Circuits can be added up to the interior maximum circuit capacity.

## Typical Configurations



# Tecnocontrol y Sistemas S.A. de C.V.

## Specifications

### Electrical

Power Supply	120 or 277Vac, 30Va, ± 10%, 60 Hz
Switch inputs	24 standard expandable to 120 per panel
Switch input types	Momentary on, off, on/off and maintained
Output rating	20 ampere, 277 volt, single pole breaker
Output interrupt rating	14,000 @277 volts 65,000 @120 volts
Bus bar material	Copper, built-in circuit breaker connection
Controller Output Capability	Up to 60 Circuits

### Mechanical

Panelboard capacities	18, 30 or 42 single pole circuit breakers
Panelboard dimensions	See chart below
Circuit breaker dimensions	See chart below
Controller dimensions	See chart below
Shipping Weight (including controller)	65 lbs 18 circuit panelboard 85 lbs 30 circuit panelboard 105 lbs 42 circuit panelboard

### Environmental

Operating Temperature	32° to 125°F
Operating Humidity	10% - 95% RH, Non-condensing

### Communications

Programming	Laptop or PC run under Windows 3.0
Network capability	Optional RS-485 serial communication

### Certifications

Underwriters Laboratories	UL916
Federal Communication Commission	FCC Part 15
Design and Construction	Per National Electric Code

## Ordering Instructions

RCS-10□□ - □□ - □□□

#### # of 20 Amp Circuits

- 00=Zero Circuits
- 01=One Circuit
- 42=Forty-two Circuits

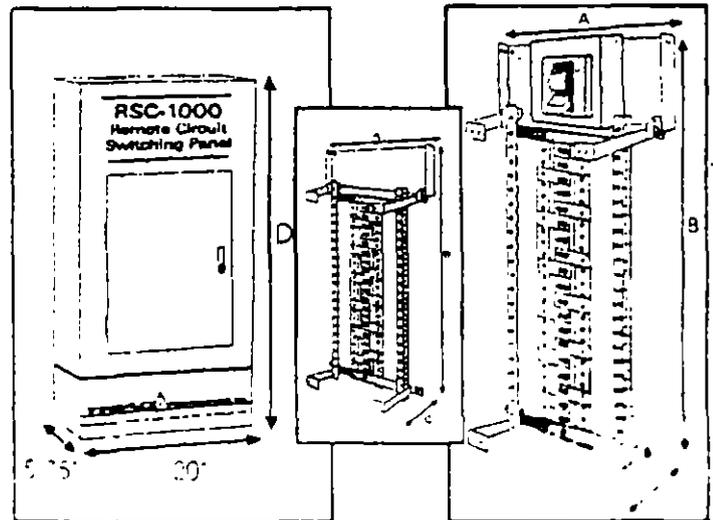
#### Panelboard Capacity

- 18=18 Circuits Maximum (100 Amp)
- 30=30 Circuits Maximum (100 Amp)
- 42=42 Circuits Maximum (225 Amp)

#### Optional Main Breaker

- 00=No Main Breaker
- 100=100 Amp Main Breaker
- 225=225 Amp Main Breaker

PART	DIMENSION (Inches)			
	A	B	C	D
18 Circuit Interior w/100 Amp MLO	98	13	57	34
30 Circuit Interior w/100 Amp MLO	98	19	57	40
42 Circuit Interior w/100 Amp MLO	98	25	57	46
18 Circuit Interior w/100 Amp Main	98	22	57	46
30 Circuit Interior w/100 Amp Main	98	28	57	52
42 Circuit Interior w/100 Amp Main	98	34	57	58
18 Circuit Interior w/225 Amp MLO	98	19	57	40
30 Circuit Interior w/225 Amp MLO	98	25	57	46
42 Circuit Interior w/225 Amp MLO	98	31	57	52
18 Circuit Interior w/225 Amp Main	98	37	57	52
30 Circuit Interior w/225 Amp Main	98	43	57	58
42 Circuit Interior w/225 Amp Main	98	49	57	64



Includes 20"W x 10" H x 5.75" Controller Enclosure. Controller Enclosure can be mounted on the back side of panelboard or remote if wall space is limited.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**ILUMINACION EFICIENTE DE AREAS Y CENTROS  
COMERCIALES**

**TEMA: ILUMINACION DE ESPACIOS COMERCIALES  
INTERIORES**

**EXPOSITOR ING CARLOS GARCIA ROMERO**

1996

## TABLA DE CONTENIDO

<b>II. ILUMINACIÓN DE ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES ESPACIOS INTERIORES</b>	<b>2</b>
<b>III. LAS FUNCIONES DE LA ILUMINACIÓN</b>	<b>2</b>
<b>IV. SUBSISTEMAS DE ILUMINACIÓN DE ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES</b>	<b>4</b>
<b>A. Iluminación General</b>	<b>4</b>
1. Equipo de iluminación	4
2. Distribución de la luz	5
<b>B. Iluminación de Acento</b>	<b>6</b>
<b>C. Iluminación Perimetral</b>	<b>6</b>
<b>V. ILUMINACIÓN DE EXHIBIDORES (DISPLAY)</b>	<b>7</b>
<b>VI. ILUMINACIÓN PUNTUAL</b>	<b>8</b>
<b>Calor Generado por las Luces Puntuales</b>	<b>11</b>
<b>VII. ILUMINACIÓN VERTICAL DE EXHIBIDORES CON FUENTES FLUORESCENTES</b>	<b>11</b>
<b>VIII. PIE CANDELAS MANTENIDOS EN LAS SUPERFICIES VERTICALES DE APARADORES</b>	<b>12</b>
<b>IX. ILUMINACIÓN PERIMETRAL</b>	<b>15</b>
<b>X. LUZ Y DESVANECIMIENTO</b>	<b>17</b>
<b>XI. ECONOMÍA DE ILUMINACIÓN EN TIENDAS</b>	<b>19</b>

# ILUMINACIÓN DE ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES ESPACIOS INTERIORES

La mejor medición de una buena iluminación de los establecimientos comerciales es, cuan efectiva resulta para favorecer la venta de mercancías. las decisiones de compra generalmente son el resultado de la percepción visual, los otros sentidos también se involucran, pero la visión es considerada la más importante. Por ejemplo, un costoso perfume, por su aroma, pero deberá verse en un elegante y estilizado recipiente para completar la sensación de romance. Un conjunto de prendas que se sientan confortables, son también ponderadas por su color, corte, estilo y detalles de la hechura. Muchos de los equipos reproductores de sonido se compran más por su apreciación decorativa que por su calidad de sonido. No obstante que los más delicados gourmets son verdaderamente exitosos con la degustación, requieren un medio ambiente visual apropiado.

Es clara la importancia de la rapidez y precisión de la visión para la toma de la decisión de compra, la iluminación es el factor principal en la visión. Sin embargo, otros factores son también importantes en la visión. Los compradores deberán atraerse a la tienda en primer lugar, por el prestigio, por el servicio, por la ubicación de la tienda, diseño exterior, facilidades de estacionamiento, etc. Publicidad y atractivos escaparates deberán ayudar a atraer clientes a su interior. Una vez adentro, las exhibiciones y la distribución general de la tienda deberán arreglarse para alentar a los compradores a realizar sus impulsos de compra. El personal deberá estar entrenado para dirigir la atención de los compradores hacia la mercancía de alto precio, más que para ser un accesorio alrededor del comprador.

## LAS FUNCIONES DE LA ILUMINACIÓN

Las cuatro funciones que desempeña la iluminación en los establecimientos comerciales contribuye directamente en la visión de la mercancía. Estas funciones de una buena iluminación son:

1. Asegurar buena visibilidad de la mercancía.
2. Lograr que los colores de las mercancías se vean reales.
3. Aumentar la brillantez hacia el foco de atención, haciéndolo interesante

#### 4. Minimizar el brillo directo que distrae y molesta.

Estos factores están íntimamente relacionados y deberán estudiarse cuidadosamente en la planeación de la tienda.

La iluminación puede ser la función clave para asegurar la buena visibilidad de la mercancía. Ver detalles evidentes en muchas partes puede ser completamente difícil. Por ejemplo, examinar el cosido con hilo de la tela o tejer modelos en fábricas oscuras es un trabajo exigente.

La iluminación puede proveer niveles de brillantez y distribución direccional de la luz que facilitará la visión a los compradores para distinguir con rapidez y precisión cada parte de la mercancía. En efecto, el propósito de la iluminación es hacer imposible que el comprador no vea la gran variedad de las exhibiciones, para que el cliente retenga en su memoria la imagen del establecimiento y regrese a efectuar nuevas compras.

Es importante también la evaluación de los colores. El color es una consideración tanto en la mercancía como en el tono del color aparente de la piel de los compradores que juegan un rol importante en la satisfacción del comprador. Los sistemas de iluminación deberán usar fuentes luminosas que produzcan favorables resultados en la reproducción cromática, sin exagerarlos o distorcionarlos.

Son útiles las variaciones en los niveles de iluminación para adecuar la iluminación de las operaciones de los establecimientos mercantiles. Algunas veces, esto requiere el abandono de la uniformidad en la iluminación general en favor de variaciones de niveles de luz para separar las áreas de tráfico, de las áreas de exhibición y de las terminales de punto de venta, haciendo énfasis en las áreas de venta.

Dentro de cada una de estas áreas pueden iluminarse dramáticamente exhibidores (display) para atraer el foco de atención hacia lo más importante de la exhibición.

Finalmente variaciones en los patrones de la iluminación pueden lograr un ambiente visual atractivo.

Atraer la atención hacia la mercancía es más importante que minimizar las condiciones bajo las cuales pueden distraerse los compradores, o que sea inconfortable. Brillantez o deslumbramiento causados por las fuentes luminosas puntuales o lámparas fluorescentes desnudas en el techo, crean distracciones que estorban la visión de la mercancía.

El mejor diseño de iluminación mantendrá la atención de los compradores hacia la mercancía y no hacia el techo, y también crea un ambiente agradable. Todas estas funciones deberán garantizarse cuando se planea una nueva tienda o se realice la remodelación de una existente.

## **SUBSISTEMAS DE ILUMINACIÓN DE ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES.**

Fundamentalmente son tres los subsistemas utilizados en la iluminación de establecimientos comerciales:

- Iluminación general
- Iluminación de acento
- Iluminación perimetral

El propósito de la iluminación general es el de proveer la iluminación en cantidad, dirección y distribución optimizadas, de apropiada calidad de color, para crear un ambiente general y de carácter específico. La iluminación de acento, agrega el impacto visual hacia las exhibiciones (displays) obligando la atención del cliente. La iluminación perimetral, contribuye significativamente para lograr un ambiente agradable, al mismo tiempo refuerza la iluminación general sobre las exhibiciones de pared.

### **Iluminación General**

La iluminación general, usualmente, se localiza en el techo del establecimiento; la iluminación en el área de tránsito de los compradores contribuye a la iluminación para apreciar la mercancía. La iluminación general se usa principalmente en establecimientos de alta y media actividad. Las lámparas fluorescentes, incandescentes, tungsteno halógeno, aditivos metálicos pueden utilizarse en la iluminación general. Con iluminación vertical (down lights) utilizando lámparas incandescentes, tungsteno halógeno, compactas fluorescentes y halogenuros metálicos de baja potencia; el sistema de iluminación general ocupa solamente una pequeña porción del área del techo. Un plafón luminoso de todo el techo sería el otro extremo.

### **Equipo de iluminación**

El equipo de iluminación pequeño, que no pueda ser fácilmente apreciado por la vista es muy importante. El sistema de iluminación deberá permitir una máxima

concentración sobre la mercancía. El equipo de iluminación que sea extremadamente brillante tenderá a distraer la atención de la mercancía hacia el techo impidiendo apreciar la mercancía. En general, las fuentes de luz deberán ocultarse de la vista utilizando louvers, difusores o algunos medios para controlar el brillo o deslumbramiento, mejorando el confort visual y la buena visión.

Un amplio rango de equipo de iluminación comercial se encuentra disponible. La elección particular para un establecimiento es influenciada por un número de factores, los económicos son por supuesto los principales. El ambiente de cada tienda es diferente. En las grandes tiendas donde los márgenes de utilidad son bajos, el ambiente es simple e inexpresivo, en este caso pueden utilizarse luminarios con lámparas fluorescentes desnudas o los denominados "gabinetes tipo industrial", pero existe una tendencia a usar luminarios con lámparas cubiertas en supermercados y tiendas departamentales de descuento. En establecimientos donde el margen de utilidad es alto, el objetivo del diseño es usualmente para crear una atmósfera más refinada. El equipo de iluminación deberá seleccionarse para un mínimo de distracción.

### **Distribución de la luz.**

La distribución de la luz emitida por el equipo de iluminación juega un papel importante en la atmósfera de la tienda y en la visibilidad de la mercancía. Por ejemplo, luminarios incandescentes de luz vertical, distribuirán la luz en un cono estrecho. Esto tenderá a hacer que los luminarios tengan baja brillantez y crear una atmósfera de relativo dramatismo en el espacio. Sin embargo, el techo se verá relativamente oscuro y bajo, a menos que los pisos y otros equipos tengan colores ligeros, el efecto puede ser opresivo. Es buena la iluminación sobre superficies horizontales, pero no en superficies verticales, ya que en las partes superiores tenderá a haber sombras.

Generalmente, los sistemas de iluminación fluorescente tienen una curva de distribución amplia, como un resultado de esto y de la típica disposición o arreglo de los luminarios en un espacio, tanto las superficies horizontales como las verticales recibirán buena iluminación. El área se verá más espaciosa, atmósfera menos dramática, sombras y contrastes son menos desagradables, no tendiendo hacia la monotonía en la apariencia de la mercancía. Una combinación de lámparas fluorescentes con incandescentes halógenas o compactas fluorescentes de baja temperatura de color son recomendadas en muchas tiendas. Los efectos de cada una pueden combinarse para balancear la apariencia del techo, atmósfera de la tienda y efectos sobre la mercancía. O donde cada tipo de distribución de luz es usada solamente para iluminación general sus efectos pueden modificarse por la iluminación de acento y la iluminación vertical

## **Iluminación de Acento.**

La iluminación de acento es alta y específicamente para atraer la atención hacia la mercancía y para ser efectiva deberá dirigirse solamente sobre las exhibiciones (displays). Los exhibidores son de muchas formas, tales como maniqués vestidos con ropa de toda especie, exhibidos junto a la pared o un arreglo de mercancía que es colocada fuera de la disposición normal.

El objetivo de la iluminación de acento del display es para iluminar la mercancía con niveles de cinco veces el nivel del ambiente, esto produce un contraste dramático y más predominante que la iluminación uniforme. La regla de cinco a uno es válida, pero un rango de tres a uno, diez a uno es usado en muchas tiendas.

Las lámparas incandescentes son típicamente usadas por su rendimiento de color y su buen control de la distribución de la luz, pero recientes avances en lámparas de metales aditivos y de vapor de sodio en alta presión, proporcionan al diseñador fuentes luminosas de alta eficacia HID, que son aceptables en muchas aplicaciones de iluminación de acento.

Las lámparas halógenas tipo *PAR* son las más populares en la iluminación de acento, mejores que las tipo *PAR* y *R* tradicionales. Así mismo, las lámparas de bajo voltaje *MR-16*, *MR-11* y *PAR 36* de 12 volts son las preferidas para displays de tamaño moderado. Cuando objetos pequeños son exhibidos individualmente el muy alto control del haz que provee la lámpara *PAR 46* de 5.5 volts, puede preferirse. La iluminación sobre el display puede predecirse usando el método de cálculo punto por punto, sin embargo, el método más comúnmente usado son el uso de las cartas y tablas que proporcionan los fabricantes de lámparas y luminarios. Este es un método rápido y simple para estimar la iluminación de una lámpara específica o luminario que produce sobre el display.

## **Iluminación Perimetral.**

La iluminación perimetral o también de superficies verticales (wall washing) es utilizada en la mayor parte de los establecimientos comerciales por dos razones básicas

La mercancía se coloca frecuentemente junto a la pared para propósitos de exhibición y las paredes bien iluminadas tenderán a crear una impresión visual de amplitud en el espacio interior de la tienda. La iluminación perimetral agrega importancia a las exhibiciones en las paredes y otras superficies verticales. La iluminación de

superficies verticales consiste del montaje de luminarios sobre o cerca de las paredes y dirigiendo la luz directamente hacia abajo más o menos rasante a las paredes. Entre más cerca estén los luminarios a las paredes más pronunciado será el efecto rasante y agranda el sombreado sobre las superficies no planas, ásperas. Si las texturas son rugosas el sombreado es deseable y los luminarios deberán instalarse lo más cercano a la pared como sea posible. Si la apariencia de las paredes es lisa, pulida, los luminarios deberán montarse en el techo a alguna distancia de la pared para minimizar las sombras.

Fuentes luminosas fluorescentes son generalmente usadas por su eficacia y uniformidad en la iluminación. Fuentes incandescentes (halógenas) pueden usarse, pero los costos de la energía serán más altos que los del sistema fluorescente y la iluminación no será tan uniforme. Un sistema típico usa una simple fila continua de lámparas F32T8 con los extremos traslapados. Los extremos se traslapan para evitar sombras donde se junta una lámpara con otra. Es conveniente el uso de faldones o doceles y brazos para que se emita el flujo luminoso hacia arriba y hacia abajo no solamente iluminando la mercancía, sino también dirigiendo la gente dentro del espacio de la tienda.

## ILUMINACIÓN DE EXHIBIDORES (DISPLAY)

En los almacenes unos artículos son de mayor importancia que otros, pueden tener mayor margen de ganancia, pueden ser artículos de temporada o de existencia regular.

En cualquiera de los casos los artículos deben de presentarse en forma que impacten a la apreciación visual del comprador. El objetivo de la iluminación es hacer que el comprador vea las mercancías claves.

Una buena iluminación del exhibidor proporciona variaciones en configuraciones de la brillantez que dan énfasis visual necesario para atraer la atención hacia los artículos de atracción particular. También la iluminación adicional incrementa la visibilidad produciendo una apreciación rápida y exacta por medio de alta brillantez y distribución de luz favorable. En suma una buena iluminación de exhibidor enfatiza aquellas características de la mercancía que son especialmente atractivas —pulido, atractivo, textura, forma, translucidez, etc. Finalmente la iluminación de exhibidores

añade intereses a lo que de otra forma podría aparecer como una atmósfera sin atractivo.

Para lograr un grado significativo del impacto visual, el exhibidor iluminado deberá tener una brillantez de por lo menos el doble de los espacios que lo rodean. Conforme aumente el significado o importancia de la exhibición, la diferencia en brillantez, también deberá aumentarse, los exhibidores clave deberán tener de 5 a 10 veces más brillantez que los espacios que los rodean. Ejemplo: Una tienda con un nivel de iluminación para la mercancía en general de 100 fc, deberá utilizar niveles de iluminación de 200 a 1000 fc para los exhibidores.

Para añadir iluminación a las superficies verticales o a los artículos que son de atractivo especial, en los almacenes de frente abierto, el factor que determina la iluminación de los exhibidores, no es la iluminación de los espacios adyacentes, sino las reflexiones producidas en la protección del vidrio. En este caso, los espacios más importantes de la exhibición deberán estar dentro del rango de 500 a 2000 fc, porque ellos están en el escaparate.

El arreglo que se dé a la iluminación de exhibidores se rige por la naturaleza de la mercancía y a la forma en que se quiere presentar. El arreglo más común de iluminación de exhibidores es el de luz puntual, cuyo haz de luz direccional varía las cualidades de configuración, brillantez y acentúa la forma que no se logra con la iluminación general. Las lámparas fluorescentes también son útiles en cornisas y doceles, ocultas en las repisas iluminadas y en los gabinetes iluminados, e instaladas en cavidades ocultas por tableros traslúcidos para producir un ambiente o medio de luz a las mercancías de alta reflectancias.

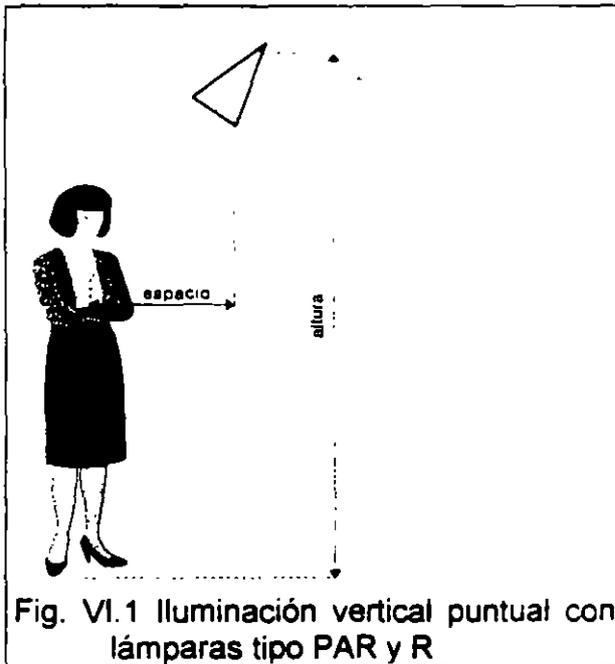
## **ILUMINACIÓN PUNTUAL**

Las tablas anexas al final muestran las relaciones adecuadas de potencia y espaciamiento para varios tipos de iluminación incandescente acentuada. No obstante que estos datos son útiles, en la mecánica del diseño de iluminación y en la elección de fuentes de luz, no contemplan algunas consideraciones importantes en la iluminación puntual de exhibidores.

La elección de lámparas y equipo de iluminación está basada parcialmente en las necesidades de iluminación, así como en la naturaleza del exhibidor y su ubicación en el almacén. Cuando un lugar fijo se establece para exhibidores de mercancía tal como el extremo de una góndola, un maniquí de pedestal o un lugar de barra de fondo es deseable planear la iluminación en términos de su atracción para un efecto visual mejor

o en general, si las superficies principales de los exhibidores son verticales, las luces puntuales deberán localizarse de tal forma que los ejes de los haces incidan en los puntos importantes de la exhibición, un ángulo con respecto a la vertical de  $25^\circ$  a  $30^\circ$ . Esto asegura que son efectivas visualmente en la vertical con contornos naturales de sombras. También, este ángulo de dirección evita la posibilidad de un deslumbramiento que moleste a las personas que se aproximen hacia la exhibición o transiten en áreas cercanas a ella. Las luces puntuales instaladas en la parte baja para dirigir las hacia arriba deben de ser evitadas cuando sea posible, ya que produce efectos de desconfort visual.

No obstante que las luces puntuales dirigidas verticalmente son inadecuadas para la iluminación de superficies importantes en exhibidores verticales, son de bastante utilidad para la iluminación de exhibiciones de importancia cubiertas de tapetes, y otros exhibidores cuyas superficies superiores pueden ser vistas por las personas. En los



equipos de iluminación hacia abajo, es importante particularmente vigilar las reflexiones en los momentos que puedan ser molestas a las personas o producir reflejos en los objetos que se muestran. Por esta razón, la iluminación de vitrinas con luces verticales, usualmente se localizan dentro de la mitad del área de la vitrina que quede hacia el comprador. Algunas veces estos equipos con portalámparas ligeramente inclinados se utilizan para ayudar a posicionar las lámparas fuera de las zonas de reflexión y tengan el centro del haz hacia el centro de la cubierta de la vitrina.

Las herramientas más comunes para la iluminación puntual interior son las lámparas PAR y R. Sus ventajas principales

son:

1. Amplia variedad de equipo para alojarlos y costo accesible o económico
2. Amplia variedad de tamaños y potencias para satisfacer las necesidades de la mayoría de los exhibidores, tanto en cantidades de luz como en áreas para iluminar.
3. Reflectores que no necesitan ajuste o limpieza.
4. Vida útil larga, minimizando la necesidad de mantenimiento.

Se recomienda utilizar hasta donde sea posible equipo fijo para la iluminación de exhibidores, para asegurar que el equipo permanecerá enfocado adecuadamente sobre el aparador sin que de lugar a "puntos calientes", áreas oscuras o deslumbramientos para los clientes que algunas veces encuentran equipo mal dirigido.

En casos donde los exhibidores puedan variar ligeramente en tamaño o forma, y especialmente en casos donde la ubicación general de los exhibidores pueda cambiar frecuentemente, se necesita una flexibilidad mayor. Las luces puntuales ajustables, ya sean empotradas o sobrepuestas, pueden dirigir sus haces hacia las partes importantes de la exhibición. Este punto o detalle seguido se descuida resultando que las luces no pueden ser dirigidas hacia las nuevas ubicaciones de los aparadores, perdiéndose mucho del atractivo visual, que puede lograrse del exhibidor. Para estos casos, algunos de los sistemas de rieles electrificados deben ser considerados. Ellos permiten fijar las luces puntuales en cualquier punto deseado, con una planeación cuidadosa pueden adicionar flexibilidad y utilidad a los sistemas de iluminación de exhibidores.

Generalmente los fabricantes de lámparas muestran las relaciones de espaciamento y la iluminación resultante para exhibiciones con iluminación puntual vertical. Los datos se basan en orientaciones de cada lámpara con su eje del haz incidiendo en el objetivo 5 pies arriba del piso, con un ángulo de 30°. Los valores de iluminación son los obtenidos en un área pequeña en el centro del haz de luz sobre una superficie perpendicular al eje del haz.

**Las lámparas PAR y R espaciadas uniformemente se utilizan para la iluminación de cubiertas o mostradores.**

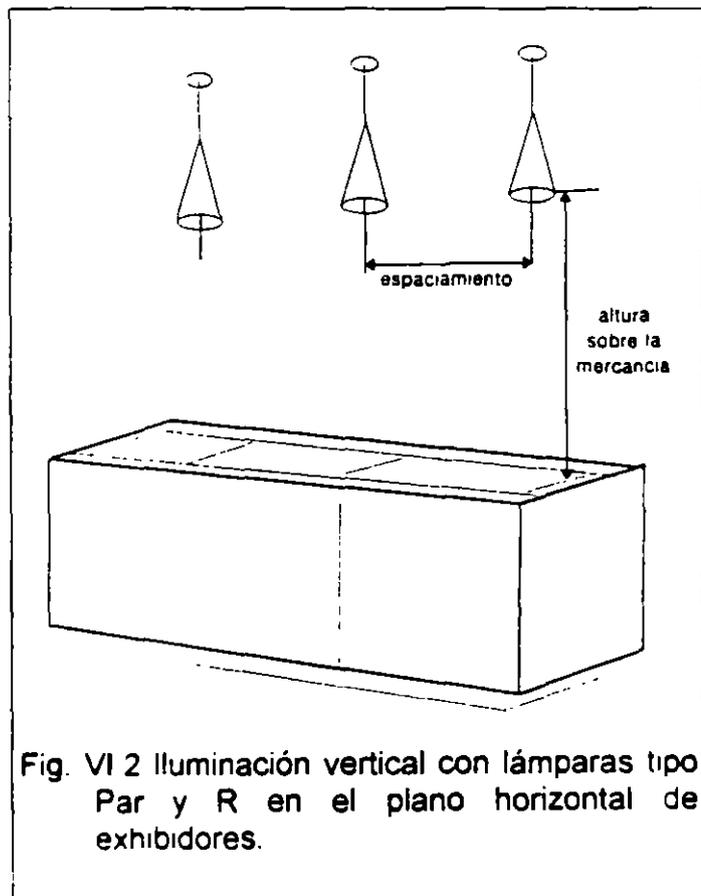


Fig. VI 2 Iluminación vertical con lámparas tipo Par y R en el plano horizontal de exhibidores.

## **Calor Generado por las Luces Puntuales.**

La iluminación incandescente utilizada para resaltar objetos, algunas veces está limitada por el calor producido por la radiación infrarroja de dichas lámparas. Algunas veces, el calor por sí mismo tiene efectos perjudiciales en la mercancía, como en el caso de carnes frescas y ciertos tintes de fibras textiles. Otras veces, el efecto del calor en los aparadores, vitrinas, etc. causa desconfort en las personas tanto compradores como vendedores. Para disminuir el calor mencionado anteriormente en muchos casos no es práctico utilizar enfriamiento artificial y deberá disminuirse la iluminación de los aparadores.

La introducción de lámparas PAR de haz frío, ha hecho posible la utilización de medios nuevos para el control de la energía calorífica radiante de las lámparas incandescentes.

En estas lámparas, la superficie reflectora no es de aluminio únicamente, que refleja energía infrarroja y energía lumínica, sino que el reflector está compuesto de 20 capas de dos materiales transparentes, alternados que producen una superficie reflectora con un alto grado de reflectancia a las longitudes de energía visible y alto grado de transmitancia de energía infrarroja.

El resultado es que la mayor parte de la energía infrarroja que normalmente se movería del haz de luz, se transmite hacia el interior del gabinete o hacia el aire que rodea a la lámpara y el efecto total del calor radiante dentro del haz de luz, se reduce a  $\frac{1}{3}$  y así pueden aumentarse los niveles de iluminación puntual para una cantidad de calor dada que se tendría con lámparas PAR normales, o disminuir los efectos de calor para un mismo nivel de iluminación.

## **ILUMINACIÓN VERTICAL DE EXHIBIDORES CON FUENTES FLUORESCENTES**

Tiras luminosas colgantes y arreglos semejantes tal como cornisas, son medios eficientes en la iluminación de exhibidores verticales utilizando lámparas fluorescentes, cuando exista un área definida por iluminar más artículos u objetos individuales.

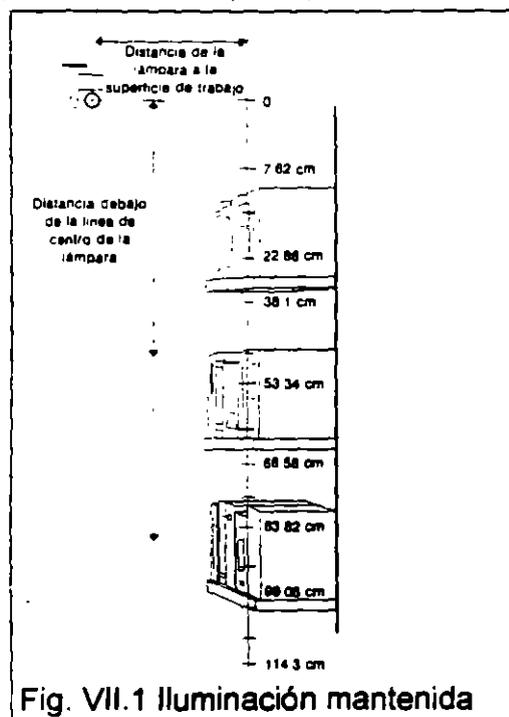
Las tiras luminosas son utilizadas más frecuentemente a lo largo de paredes para iluminar repisas y anaqueles decorados, pero también son eficientes en áreas centrales

del almacén para iluminar góndolas o muestrarios similares con artículos de lujo o alto margen de utilidad.

Brillantez más alta en las mercancías clave, es el objetivo de la iluminación con tiras continuas luminosas en los almacenes. También, se utiliza para compensar las reducciones o carencias que resultan en ciertas áreas únicamente con la iluminación general.

La fuerza de atracción de las tiras luminosas usualmente es mucho menos dramática que la obtenida con iluminación puntual, y llama la atención desde distancia en el área total iluminada. Puntos de alta intensidad y las sombras son disminuidos más que con la iluminación puntual, ya que la dimensión de la fuente de luz es más grande y su brillantez es más baja.

Algunas guías de diseño para tiras luminosas se ilustran en los siguientes bosquejos y tablas. El montaje de las lámparas suficientemente separadas de la superficie vertical para producir una distribución de iluminación razonable es de importancia principal, si la tira luminosa está demasiado cercana a la superficie por iluminar, la apariencia es de una alta brillantez en la parte superior, perdiendo uniformidad en el total del área iluminada, además, de que aumenta la probabilidad de desvanecer los colores de las mercancías.



La tabla y el diagrama muestran la iluminación mantenida, las superficies verticales obtenidas con tiras luminosas equipadas con lámparas fluorescentes blanco frío de lujo o blanco cálido de lujo de 40 Watts T-12. Las superficies interiores de la línea luminosa son pintadas de color blanco, se considera un factor de mantenimiento de 75%. Los valores de

#### PIE CANDELAS MANTENIDOS EN LAS SUPERFICIES VERTICALES DE APARADORES

La tabla y el diagrama muestran la iluminación mantenida, las superficies verticales obtenidas con tiras luminosas equipadas con lámparas fluorescentes blanco frío de lujo o blanco cálido de lujo de 40 Watts T-12. Las superficies interiores de la línea luminosa son pintadas de color blanco, se considera un factor de mantenimiento de 75%. Los valores de

iluminación disminuyen en los extremos de las líneas luminosas.

Tabla VIII.1 Iluminación Mantenido

Distancia abajo de la línea de centro de las lámparas	Distancia de línea del centro de la lámpara a la superficie vertical			
	15.24 cm	22.86 cm	30.48 cm	45.72 cm
7.62 cm	1614 Lux	1076 Lux	828.5 Lux	538 Lux
22.86 cm	645.6	699.4	664.6	516.5
38.1 cm	236.7	344.3	398.1	398.1
53.34 cm	107.6	182.9	236.7	279.8
68.58 cm	75.3	107.6	139.9	193.7
83.82 cm	43.4	75.3	96.8	129.1
99.06 cm	32.3	43.4	64.5	96.8
114.3 cm	21.5	32.3	53.8	75.3

La iluminación de repisas o entrepaños con fuentes fluorescentes es de otra manera para obtener brillantez variada y aumentar el poder de atracción de los exhibidores. La iluminación integrada a vitrinas normales y vitrinas refrigeradas cae dentro de estas categorías, lo mismo que la iluminación de repisas o entrepaños individuales en exhibidores especiales o convencionales.

Se dispone de varios métodos para integrar la iluminación a los entrepaños. Los reflectores de vitrinas comerciales pueden sujetarse a los entrepaños, con los balastos localizados lejos, de tal forma que no interfieran la distribución de luz en el espacio por iluminar.

Los reflectores para vitrinas utilizan lámparas fluorescentes de diámetro pequeño, tal como las lámparas Slim-Line 42T6 y 64T6. Esto reduce el espesor necesario del entrepaño. Lámparas y canaletas convencionales también pueden sujetarse en algunos entrepaños. Las lámparas deberán quedar bien ocultas para que no distraigan la atención del comprador, apartándola de las mercancías y para no disminuir el confort visual.

Puede también ser deseable utilizar muebles de entrepaños fabricados especialmente con su sistema de iluminación integrado. Por ejemplo, las lámparas pueden instalarse en el eje frontal de los entrepaños y los balastos sujetos a la pared. Este método reduce la resistencia necesaria para sujetar los entrepaños a los soportes de pared.

La iluminación de entrepaños convencional tiende a crear un énfasis pronunciado de superficie horizontal, con repeticiones, planos horizontales gruesos. Este énfasis puede ser cambiado a planos verticales modulares, utilizando entrepaños de vidrio delgado con lámparas fluorescentes sujetas a herrajes verticales existentes entre los compartimentos del aparador.

Para obtener una eficiencia máxima con este arreglo, las lámparas deben estar localizadas con una separación del frente del mostrador a un octavo de claro entre herrajes, así, para aparadores con claros de 48 pulgadas, las lámparas deberán estar separadas más de 6 pulgadas de las superficies frontales de los separadores.

En muchos almacenes, la iluminación fluorescente puede estar integrada a los exhibidores, las líneas luminosas iluminan a la parte superior de las paredes y a la mercancía. Los entrepaños y vitrinas iluminadas en forma individual son detalles más localizados.

Tableros con iluminación por la parte posterior producen efectos importantes con las mercancías transparentes y translúcidas.

En algunas aplicaciones, las tiras luminosas utilizan lámparas de alta emisión montadas en canaletas de sección transversal pequeña, con balastros remotos. Se han hecho diseños de tiras luminosas con canaletas para contener los balastros, sujetos directamente a la estructura del entrepaño y con brazos soporte de portalámparas a una distancia apropiada desde la pared.

Estos dos arreglos disminuyen la posibilidad de que la canaleta con balastro obstaculice la distribución de luz y también son arreglos que se pierden en el conjunto de la estructura de los aparadores.

La ilustración muestra un diseño sencillo de tableros luminosos que es el adecuado para instalarse en los aparadores existentes. También, es de menor costo que tableros fabricados con el sistema de iluminación integrado y retiene mucho de la eficiencia visual de la mayoría de las unidades complejas.

Para las mercancías presentadas por lotes, la no uniformidad de brillantez en un tablero como éste, no sería distrayente. La luz puntual esta sujeta a un riel eléctrico que permite relocalizar la unidad rápidamente para acentuar algún artículo en particular.

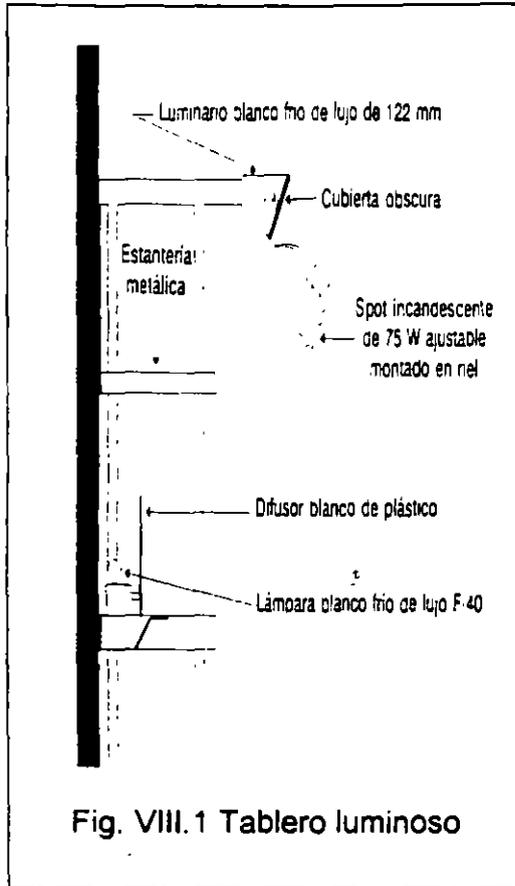


Fig. VIII.1 Tablero luminoso

temperaturas más altas en los extremos de las lámparas y arriba de los balastos puede ser demasiado y dañan algunos productos, botes de aerosol en particular, no deben ser mostrados en este tipo de exhibidores.

**ILUMINACIÓN PERIMETRAL**

El ambiente de tiendas se relaciona con la vista de superficies verticales alrededor del perímetro de la misma, y con superficies verticales dentro de ella. El sentido de espacialidad en la tienda y la apariencia de su decoración están influenciadas por la iluminación perimetral. La planeación cuidadosa ayuda a crear

La ilustración nos muestra los medios para introducir color en las superficies de fondo de las mercancías, mientras que conserva un rendimiento de color favorable en los exhibidores.

Una estructura de entrepaño como la mostrada se puede obtener haciendo variaciones pequeñas al ángulo normal de entrepaños y al equipo de iluminación.

Algunas veces puede ser problema el calor producido o generado por los sistemas de iluminación de vitrinas y entrepaños. Para disminuir lo anterior los balastos pueden localizarse lejos ayudando a disminuir la carga de refrigeración en aparadores que necesitan ambiente frío no obstante el calor del balastro puede ser necesario para calentar a las lámparas en vitrinas refrigeradores.

Cuando artículos sensibles al calor son colocados en entrepaños iluminados, la localización de

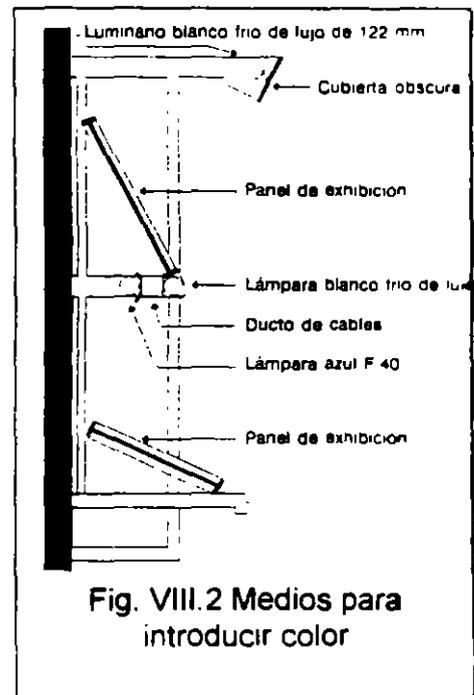


Fig. VIII.2 Medios para introducir color

configuraciones brillantes que complementen al diseño y orden del departamento, dando al comprador una impresión favorable de la tienda.

En la tienda de frente abierto, las superficies superiores del interior de ellas constituyen una parte importante del campo visual a través de los escaparates. Las paredes de color brillante, iluminadas efectivamente para realzar su brillantez, ayudan a eliminar las reflexiones en el cristal, así los compradores pueden mirar dentro de la tienda durante el día. De hecho, las paredes interiores de la tienda constituyen la "espalda" del escaparate. Estas deben ser suficientemente brillantes para que la gente pueda ver fácilmente dentro de la tienda. Esto requiere para iluminación sobre paredes de alta reflectancia de 100 a 200 pies-candela.

Parte del efecto de la apariencia de superficies de un cuarto se producen por la iluminación general y por la exhibición. Si en la iluminación general se usan lámparas fluorescentes en conjunto con una amplia distribución de luz, existirá mayor iluminación sobre las paredes, no así, si se usaran luces incandescentes bajas de distribución concentrada. Los exhibidores con reflectores, los nichos iluminados, los anaqueles y los paneles luminosos también contribuyen a la apariencia de las superficies verticales de la tienda a una distancia, éstas deben también ser consideradas como una característica de la iluminación perimetral.

La iluminación uniforme de superficies perimetrales es fácil de realizar con lámparas fluorescentes. Las luces superiores de línea colgante pueden ser efectivas en este aspecto. Frecuentemente, sin embargo, un sistema separado para iluminación de paredes puede ampliar la flexibilidad de diferentes tonos o colores a las mismas creando un ambiente más interesante.

La brillantez no uniforme alrededor del perímetro de la tienda puede ser bastante interesante, añade individualidad a la apariencia y acentúa un rasgo de diseño particular o un departamento. Las lámparas incandescentes, localizadas cerca de las superficies que ellas iluminan, son útiles para este propósito. Este modelo de iluminación variante, se acentúa aún más por la mayor atención dada a las texturas o formas, en las superficies iluminadas.

La luz de color para uso en exhibidores posteriores y paredes puede estar convenientemente lograda con lámparas fluorescentes o incandescentes. La mayoría de los tamaños de lámparas fluorescentes se encuentran disponibles en varias clases de blanco y en un número de colores saturados. Las lámparas fluorescentes de color son mucho más eficientes que las incandescentes de color.

Las lámparas incandescentes de color incluyen diseños de bulbo convencional en wattajes que oscilan entre los 10 y los 150, y en bulbos PAR y R-Shape para líneas de

luz de color. La variedad de color adicional puede realizarse combinando luz de dos o más lámparas de color. Algunos comerciantes han empleado sistemas motorizados de atenuamiento para lograr un cambio gradual, sutil en el tono perimetral de la superficie sobre un ciclo de varios minutos.

## **LUZ Y DESVANECIMIENTO.**

En algunos tipos de mercancías se desvanecerá el color debido a la exposición a la luz. En la mayoría de los casos, los desvanecimientos son resultado de la oxidación química de tintes y pigmentos; la luz actúa como un catalizador que acelera la reacción. (Una excepción importante es la decoloración de las carnes frescas en mostradores de autoservicio. El espacio no permite aquí, una discusión detallada, pero la investigación ha demostrado que la luz no tiene, o tiene poco efecto en proporción del descoloramiento de la carne fresca, pero esa decoloración es resultado del crecimiento de bacterias superficiales).

El número de factores que se involucran en cada situación de desvanecimiento es tan amplio que ninguna generalización acerca de proporciones en desvanecimiento parecen justificarse. El gran número de fábricas y sus tintes, tanto como las condiciones en el proceso de teñido hacen que la predicción del desvanecimiento en solo los textiles, casi imposible. Algunos artículos son notablemente luz-firme; otros tienen colores relativamente "fugitivos" que pueden cambiar fácilmente.

La investigación recientemente conducida en Nela Park indica claramente que allí ha habido adelantos considerables en la firmeza de la luz de las fábricas comerciales, en los años recientes como resultado del aprovechamiento de fibras y tintes mejorados.

El método general de evaluación de las condiciones bajo las cuales el desvanecimiento toma lugar, es computar la "exposición" a la luz. La exposición es el producto combinado de la iluminación sobre el producto y el tiempo en que el producto es iluminado. Así que, un producto de aparador bajo 100 pies-candela por 300 horas, ha tenido una exposición de 30,000 horas-pie-candela (fc-hr); similarmente, un periodo de 30 horas bajo 1,000 pies-candela, también representa 30 mil horas-pie-candela de exposición.

La investigación reciente ha indicado que exposiciones iguales pueden no tener el mismo efecto de desvanecimiento, si toman lugar en diferentes niveles de iluminación. Eso es, 5 veces más iluminación, probablemente no producirá el mismo grado de desvanecimiento en un quinto del tiempo, si bien es casi cierto que acelera el desvanecimiento en algún grado. Sin embargo, no ha habido suficiente investigación en

suficientes y diferentes materiales para clarificar la relación iluminación versus tiempo, más completamente de lo que se ha expuesto aquí.

En pruebas de más de 100 muestras comerciales de fábrica, bajo 8 condiciones diferentes de iluminación, muchas de ellas resistieron más de 1,000,000 fc-hrs. Sin desvanecimiento detectable, mientras algunas de ellas disminuyeron notablemente con 50,000 fc-hrs.

Una de las principales causas de desvanecimiento es la disposición de exhibidores y su iluminación en tal forma que se exagera la exposición en parte del artículo. Por ejemplo, muchos exhibidores de ropa iluminados con línea colgante están diseñados de tal manera que la lámpara fluorescente se encuentra a sólo unas cuantas pulgadas directamente arriba de los hombros del exhibidor (perchero). A esta distancia, la iluminación debe tener varios cientos de pies-candela sobre los hombros y de algunos artículos con colores fugitivos, puede esperarse que disminuyan con menos de 200 horas de exposición.

La prevención de esta situación es, grandemente, un asunto de buen diseño de iluminación. Para iluminar efectivamente las superficies verticales de las prendas, la lámpara debería estar cuando menos a 9 pulgadas fuera de la superficie vertical; esta relocalización reduce naturalmente la alta iluminación sobre el hombro, por tanto disminuye la probabilidad de desvanecimiento, mientras que al mismo tiempo se mejora la efectividad de exhibición. Ejemplos similares de diseños pobres se encuentran en muchas instalaciones de reflectores y estantes iluminados.

Los recursos eléctricos de iluminación difieren en distribuciones espectrales y en sus efectos sobre la apariencia de colores, pero las pruebas han demostrado que no existe diferencia significativa entre recursos razonablemente blancos en sus efectos en desvanecimiento.

Eso es, para la misma iluminación, el desvanecimiento es probable que ocurra en el mismo tiempo (o igualmente que no ocurra) bajo iluminación incandescente o fluorescente. La radiación ultravioleta de las lámparas fluorescentes es casi la misma en cantidad, que la de incandescentes. Las pruebas muestran que filtrando el ultravioleta de los modernos colores blancos fluorescentes, no tiene efecto medible en las tasas de desvanecimiento.

Cuando existe una proporción substancialmente mayor de onda ultravioleta larga o media que ocurre con incandescentes o fluorescentes por ejemplo bajo luz natural el desvanecimiento de color ocurrirá más rápido con muchos géneros (textiles). La ilusión popular de que las lámparas fluorescentes son en particular causas severas de desvanecimiento de color, es a menudo originado por las experiencias con recursos de

baja rendición de color. Los colores *Deluxe* alivian frecuentemente estos problemas. En otras situaciones, la deficiente iluminación de exhibidor arriba descrita es la causa; las fluorescentes son más señaladas, simplemente porque son aplicadas erróneamente más a menudo.

El manejo de artículos con colores transitorios, es un asunto de interés. Reducir la iluminación – no operando la iluminación de la vitrina, por ejemplo puede ser una solución parcial.

Otro artificio efectivo es exhibir el producto, así el desvanecimiento que afecta, tomará lugar uniformemente sobre la superficie, en lugar de concentrarse en una pequeña área; esta es una de las ventajas secundarias que ha resultado con el cambio de las corbatas de caballeros de las vitrinas con sólo los dobleces expuestos a los mostradores superiores donde toda la corbata es iluminada uniformemente en algunos casos, su caja o envoltura puede proteger de la luz, a casi todo el corbatín. en cualquier circunstancia, debe recordarse, que cualquier artículo que se decolora durante el período de cambios en la tienda, es casi seguro que decolore si se expone mucho a la luz del día, o al exterior o cerca de una ventana; así, este puede ser un recurso posterior de queja por el cliente aún si no se ha decolorado en la exhibición.

En algunos casos, los requisitos de exhibición correcta, especialmente en escaparates, automáticamente resulta en exposición a la luz del día y a la luz eléctrica que causa pérdida de color inevitable. En estos casos lo que puede ocurrir, se descuentan normalmente como parte de gastos de exhibición o publicidad.

## **ECONOMÍA DE ILUMINACIÓN EN TIENDAS.**

Cuesta más iluminar una tienda con un sistema de iluminación general, iluminación de exhibidor e iluminación perimetral que reúne el conjunto de objetivos expuestos en este proyecto, que aplicar un simple modelo de equipo de iluminación general de tubo desnudo, con un mínimo de iluminación perimetral y de exhibición. Una razón de la existencia de muchas instalaciones mediocres de iluminación es que el alto costo de mejores iluminaciones parece prohibitivo.

La perspectiva ganada por un análisis de costos de iluminación en relación con las ventas a menudo justifica la buena iluminación al proyecto planeado. Es posible estimar exactamente los costos de dos sistemas de iluminación, y compararlos en términos de las ganancias de la tienda.

El incremento en el costo de mejor iluminación tendría que ser visualizado por el incremento del beneficio bruto. Este costo aumentado representa sólo una pequeña

fracción del beneficio bruto. Por tanto, un incremento en las ventas, y el consecuente beneficio bruto, es suficiente para pagar el costo de una mejor iluminación. Un incremento del 10% en ventas rinde una utilidad del 100% sobre la inversión añadida en iluminación.

Para obtener el incremento de ventas que pagará por su costo aumentado, la iluminación moderna en tiendas ofrece las siguientes ventajas:

1. Mejor iluminación hace posible decisiones de compra más rápidas y certeras sobre de todos los artículos de la tienda, a través del incremento de visibilidad de detalles.
2. La iluminación encubierta reduce la molesta brillantez directa de las luces superiores y mantiene la atención del comprador sobre la mercancía. También, crea un aspecto más terminado a la tienda.
3. En exhibidor, la iluminación de reflector y la de localización posterior llama la atención hacia los artículos principales acentuando su forma y textura que añade una chispa a la atmósfera de la tienda.
4. La iluminación perimetral hace que la tienda parezca más espaciosa y realza la decoración de la misma.

Muchos comerciantes han atribuido significativamente las mejores ganancias en ventas a la mejora en la iluminación (que se requiere para pagar por tales mejoras). Mientras que las estadísticas no pueden predecir exactamente los resultados para una tienda específica, las utilidades demostrables de la mejor iluminación y las módicas ventas requeridas para pagar por ella, argumentan fuertemente la cuidadosa consideración de la iluminación en el proyecto para nuevas tiendas o para su remodelación.

Datos cuidadosamente reunidos de muchas tiendas muestran que la buena iluminación de exhibidor desemboca en un aumento de ventas que oscila del 10 al 20%.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**ILUMINACION EFICIENTE DE AREAS Y CENTROS  
COMERCIALES**

**TEMA: LAMPARAS. BALASTROS**

**EXPOSITOR: ING. ALEX RAMIREZ RIVERO**

**1996**

### DESCARGA ELECTRICA EN LOS GASES.

Un gas libre de influencias exteriores no contiene cargas eléctricas, puesto que todos sus átomos están en estado neutro. Sin embargo, los gases pueden hacerse conductores mediante diferentes procedimientos y el más utilizado en las lámparas de descarga es el siguiente: se encierra el gas (nitrógeno, neón, etc.) en un tubo de vidrio completamente sellado en cuyo interior existe baja presión y dos electrodos fríos y planos, uno en cada extremo (Fig 11.1).

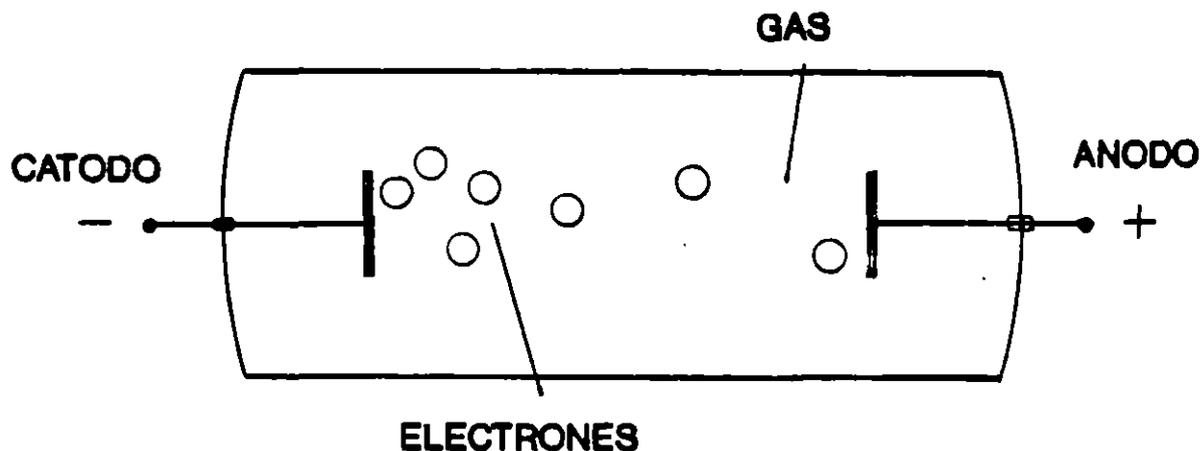


FIG 11.1.- DESCARGA ELECTRICA EN LOS GASES.

Si se conecta un generador de c.c. a los electrodos, los electrones libres presentes se desplazarán del electrodo negativo (cátodo) al positivo (ánodo) con lo cual se crea la posibilidad de choque con los átomos del gas. Si la tensión es suficientemente alta, un electrón puede adquirir tanta energía cinética que, en una colisión con un átomo, provoque la excitación de éste. Significa esto que un electrón de la capa exterior de un átomo es expulsado de su órbita a otra más alejada del átomo contiguo.

*En consecuencia, el átomo pasa del estado mínimo de contenido de energía -que es su estado fundamental- a un estado con más contenido de energía o estado de excitación. El átomo siempre permanece en este estado durante un tiempo muy corto, porque vuelve después espontáneamente a su órbita original, con lo que emite energía en la forma de un cuanto.*

*Este cuanto corresponde a una línea del espectro emitido por un gas y es característico de los átomos del gas utilizado. Dicho de otra forma, la línea espectral de mayor energía dentro del espectro emitido por un gas es la línea producida por la transición del átomo desde el nivel más alto de excitación al nivel fundamental.*

*Si la tensión a través de los electrodos se eleva nuevamente, entonces la energía cinética de un electrón libre puede llegar a ser tan grande que ionice a un átomo, esto es, que el electrón ligado más débilmente se libere de su átomo original.*

*Se requiere mayor cantidad de energía para la ionización de un átomo que para su excitación. La ionización es importante para el mecanismo de la conducción eléctrica en las descargas eléctricas con gases y vapores, ya que como se explicó, un electrón por medio de una colisión deja libre a otro electrón; de igual forma estos dos electrones pueden producir dos colisiones más y de esta manera se obtienen cuatro electrones libres. Si el potencial entre electrodos es suficientemente intenso, a partir de un electrón se pueden obtener sucesivamente un número de electrones iguales a 1,2,4,8,16,32, etc. es decir, que el número de electrones libres aumenta espontáneamente en progresión geométrica y de manera definida, de la forma  $2^n$ .*

*Bajo la influencia del campo eléctrico los electrones desprendidos de los átomos se dirigen hacia el ánodo y los iones positivos formados se van hacia el cátodo.*

*Para efectuar una descarga en un gas se necesita de una tensión mínima, llamada tensión de encendido. Después del encendido la corriente aumenta bruscamente por la formación sin obstáculos de un alud de electrones.*

*Esta corriente sería desastrosamente grande si el circuito tuviera conectada una resistencia externa insuficiente o si no dispusiera de alguna. Si la corriente es limitada por una resistencia externa de magnitud suficiente, entonces se crea una situación estacionaria, por medio de la cual la tensión a través del bulbo -tensión de encendido- es tal que obtenemos una descarga en gas que se mantiene a sí misma.*

*Se asegura así una corriente ininterrumpida de electrones a través del gas, a medida que van siendo liberados éstos por la descarga.*

*La posibilidad de un aumento ilimitado de la corriente en un tubo de descarga, conduce a la consecuencia práctica de proveer un medio para limitar la corriente y evitar que adquiera valores demasiado elevados. En corriente continua este dispositivo es una resistencia, pero en el caso de corriente alterna puede ser una reactancia de valor elevado, tal como un transformador del tipo alta impedancia o un conjunto inductancia-capacidad, dispositivo conocido como BALASTRO o simplemente REACTOR.*

## **FUNCIONAMIENTO DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES.**

**A las radiaciones luminosas obtenidas mediante materia en la que no se produce o se produce en muy pequeño valor una elevación de temperatura, se le llama LUMINISCENCIA.**

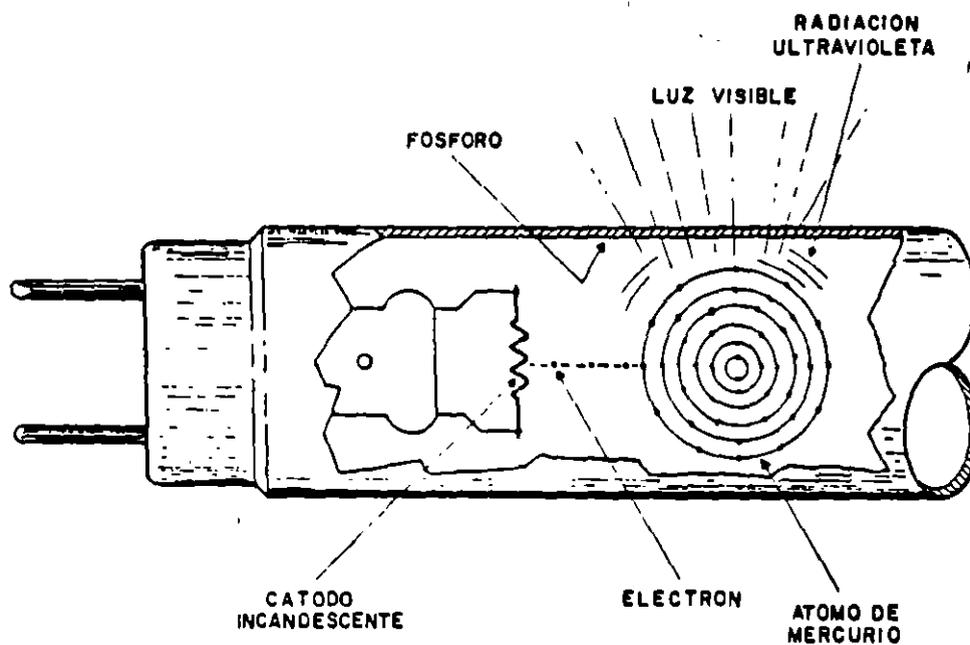
**Cuando la producción de radiaciones luminosas se mantiene solamente mientras dura la causa que la produce, la luminiscencia producida se llama fluorescencia; las lámparas fluorescentes deben su nombre a este fenómeno del cual hacen uso.**

**Es una propiedad característica de las sustancias fluorescentes el emitir radiaciones de mayor longitud de onda que las radiaciones recibidas; en este caso, las radiaciones recibidas son ultravioletas, no visibles, que excitan a las sustancias fluorescentes y éstas emiten radiaciones visibles siempre de mayor longitud de onda que las ultravioletas.**

**Las lámparas fluorescentes son esencialmente lámparas de descarga eléctrica en atmósfera de vapor de mercurio a baja presión y un gas inerte. La descarga se produce en un recipiente tubular de gran longitud con relación a su diámetro; sobre la pared interior se ha depositado una fina capa de sustancias minerales fluorescentes. En las extremidades del tubo se sitúan los electrodos. El tubo está relleno de un gas noble -generalmente argón a algunos milímetros de presión- y de una pequeña cantidad de mercurio.**

**Con ayuda de la figura 11.2 se entiende como se produce la luz en una lámpara fluorescente. Al aplicar una tensión adecuada entre los electrodos o cátodos de la lámpara, se produce una descarga eléctrica entre ellos; los electrones procedentes de los cátodos invaden el espacio interelectrónico, chocando con los átomos de mercurio que existen en dicho espacio. A consecuencia**

de estos choques una parte de los átomos se ioniza, aumentando así la corriente de descarga; la mayor parte de los átomos de mercurio ya están aquí excitados.



**FIG 11.2.- PRODUCCION DE LUZ EN UNA LAMPARA FLUORESCENTE.**

Ahora bien, la baja presión que existe en el interior del tubo es la causante de que en la excitación de los átomos de mercurio se emitan casi exclusivamente radiaciones ultravioletas cuya longitud de onda es de 253.7 nanómetros. Estas radiaciones excitan a su vez materias fluorescentes depositadas en las paredes del tubo que emitirán radiaciones de mayor longitud de onda que las radiaciones ultravioletas incidentes; dicho de otra forma, emitirán radiaciones visibles.

#### **CONSTRUCCION DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES.**

En la figura 11.3 se pueden apreciar las principales partes constitutivas de una lámpara fluorescente, así como su función principal. A continuación damos una explicación más

amplia de aquellas partes que por su importancia, así lo requieren.

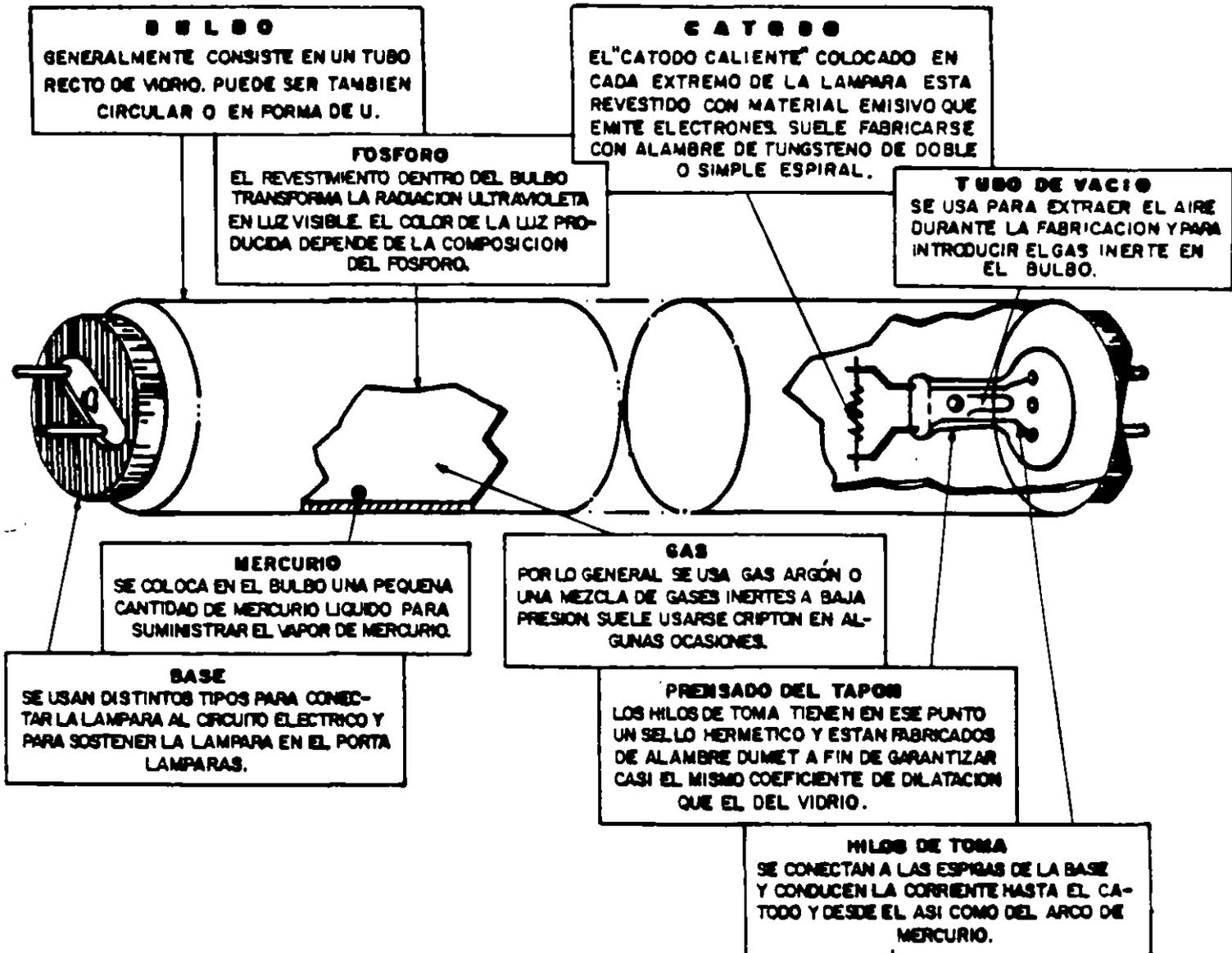


FIG 11.3.- PARTES PRINCIPALES DE UNA LAMPARA FLUORESCENTE.

*Electrodos* El electrodo que va en cada uno de los extremos de las lámparas fluorescentes consiste generalmente de un alambre

con revestimiento de tungsteno de doble o triple arrollamiento espiral. Dicho revestimiento por ser un material emisor (bario, estroncio y óxido de calcio) emite electrones cuando se calienta a una temperatura de operación de alrededor de 950°C. A esta temperatura los electrones se desprenden libremente con sólo una pequeña pérdida de potencia en cada uno de los cátodos.

Este proceso se llama "emisión termoiónica", ya que el calor es más responsable por la emisión de electrones que el voltaje. A un electrodo de este tipo se le llama "cátodo caliente" y es por mucho el tipo de electrodo más usado actualmente. Este tipo de cátodos reducen el voltaje de arranque necesario para establecer el arco. Existen también los electrodos del tipo "cátodo frío" que requieren de una mayor tensión de arranque, como se describirá más adelante.

**Bulbos** La forma y tamaño del bulbo de una lámpara fluorescente se expresa mediante una clave que consiste de una letra "T" (designando la forma del bulbo), la cual va seguida de un número que especifica el diámetro del bulbo en octavos de pulgada. El diámetro puede variar desde T-5 (5/8 de pulgada) hasta T-17 (2 1/8 de pulgada).

En cuanto a la longitud nominal, las lámparas fluorescentes fluctúan entre 6 y 96 pulgadas. Las lámparas circulares se fabrican en tres tamaños: con diámetro exterior de 3, 12 y 16 pulgadas. Existe también una lámpara de 40 watts que tiene un bulbo T-12 en forma de "U". Recientemente ha llegado al mercado nacional una nueva lámpara fluorescente de baja potencia sumamente compacta, de tubos gemelos y alta eficacia que puede reemplazar con grandes ventajas a la lámpara incandescente tradicional. Por lo novedoso de este diseño, comentaremos sobre él por separado más adelante.

**Gases** > Una pequeña cantidad de gotas de mercurio se coloca en el interior del tubo fluorescente. Durante la operación de la lámpara, el mercurio se vaporiza a una presión muy baja. A esta presión, la corriente fluyendo a través del vapor provoca que éste radie energía, principalmente a una sola longitud de onda en la región ultravioleta del espectro (253.7 nanómetros). La presión del mercurio es regulada durante la operación por la temperatura de la pared del bulbo. La lámpara contiene también una pequeña cantidad de un gas raro altamente purificado. Los más comunes son el argón y el argón-neón, pero algunas veces también se utiliza el kriptón. El gas se ioniza rápidamente cuando se aplica un voltaje suficiente a la lámpara. El gas ionizado decrece rápidamente su resistencia, permitiendo que la corriente fluya y el mercurio se vaporice.

**Fosforos** > La longitud de onda o el color de la luz producida por una lámpara fluorescente depende de la composición química del fósforo utilizado en el revestimiento interno del bulbo. Mediante la combinación en proporciones variantes de distintos fósforos, es posible producir una amplia variedad de colores. Los colores disponibles en la actualidad incluyen varias tonalidades de blanco, así como de azul, verde, dorado, rosa y rojo.

Otras lámparas fluorescentes están diseñadas con fósforos que generan los colores de luz que son más estimulantes al crecimiento de las plantas. Además, hay otras que contienen un fósforo que produce una radiación casi ultravioleta en la banda de luz negra para activar los materiales fluorescentes y fosforescentes. Las lámparas de tamaño similar de todos los colores son exactamente iguales, salvo por el revestimiento. Las lámparas de luz negra azul se fabrican con un vidrio especial que filtra la energía visible.

**Bases** En la figura 11.4 se muestran las bases tipo que se usan con las lámparas fluorescentes. Para las lámparas de precalentamiento y de arranque rápido se necesitan cuatro contactos eléctricos, dos en cada extremo de la lámpara. Esto se realiza usando una base con dos espigas en cada extremo. Existen tres tamaños: miniatura, mediana y mogul.

En las lámparas circulares los cátodos van conectados a una base con cuatro espigas ubicada entre la unión de los dos extremos de la lámpara. Las lámparas HO y VHO tienen bases embutidas de doble contacto. Las lámparas Slimline (arranque instantáneo) requieren solamente de dos contactos eléctricos, o sea uno en cada extremo de la lámpara y usan bases de una sola espiga.

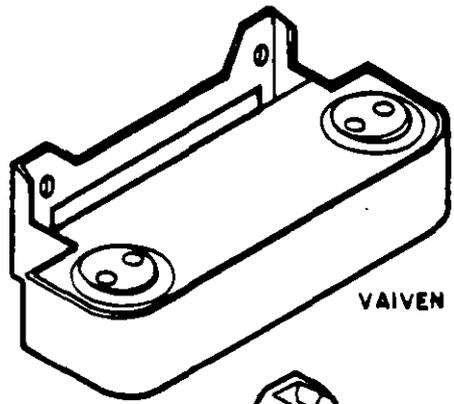
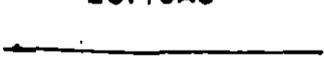
#### **TIPOS DE LAMPARAS FLUORESCENTES.**

De acuerdo con su principio de funcionamiento, las lámparas fluorescentes pueden clasificarse en dos grandes tipos: las de cátodo frío y las de cátodo caliente.

#### **LAMPARAS FLUORESCENTES DE CATODO FRIO.**

Estas lámparas utilizan los efectos de la descarga luminiscente en el seno de un gas noble y proporcionan una luz coloreada muy intensa; el color de la luz depende del gas de relleno que puede ser: argón, neón, helio, kriptón y xenón. Mezclando dos o más gases se puede obtener una amplia gama de colores. Estas lámparas son conocidas también como fluorescentes de alta tensión y constructivamente difieren de las lámparas de cátodo caliente en que la presión del gas contenido en el tubo de descarga es siempre algo menor y en que los electrodos están constituidos por un cilindro hueco de hierro puro, recubierto de

LAMPARAS DE  
DOS  
ESPIGAS



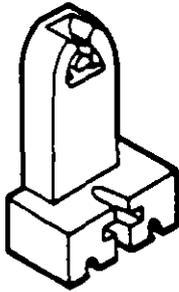
VAIVEN



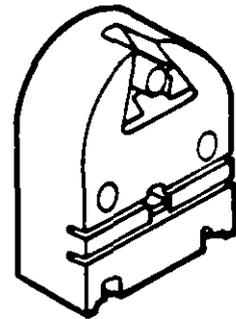
MINIATURA



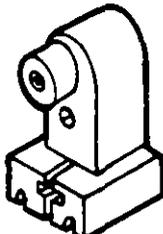
MEDIO  
CON TOPE



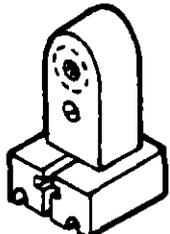
MEDIO



MOGUL

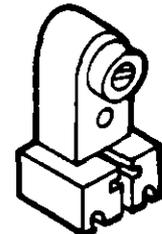


EXTREMO DE  
ALTO VOLTAJE

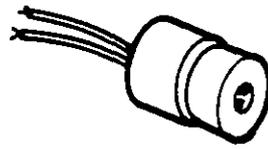
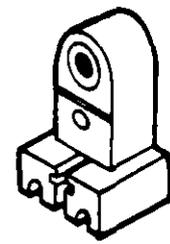


EXTREMO DE  
BAJO VOLTAJE

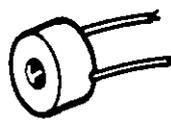
LAMPARAS SLIMLINE (LINEA FINA)  
MONTAJE CON TOPE TIPO "CONTACTO DE PRESION"



EMBUITO DE DOBLE CONTACTO  
LAMPARAS DE ALTA EMISION LUMINICA  
Y DE MUY ALTA EMISION LUMINICA

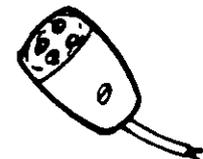


EXTREMO DE ALTO VOLTAJE



EXTREMO DE BAJO VOLTAJE

LAMPARAS SLIMLINE



CONECTOR PARA  
LAMPARA CIRCULAR

FIG 11.4.- BASES PARA LAMPARAS FLUORESCENTES.

*una capa de óxidos metálicos emisores de electrones.*

*La emisión de radiaciones luminosas se realiza aprovechando los efectos de la descarga luminiscente, es decir solamente por efecto de la tensión existente entre los electrodos de la lámpara; esta tensión ha de ser elevada (superior a los 1000 volts) y suministrada a partir de la red de baja tensión por medio de un transformador elevador de características adecuadas.*

*Las lámparas fluorescentes de cátodo frío son de forma tubular, con un diámetro exterior que oscila entre 15 y 25 mm y la longitud puede estar comprendida entre algunos centímetros y más de tres metros. Son de arranque instantáneo y requieren, como ya se dijo, de un transformador elevador de tensión (un transformador de 12000 volts puede hacer funcionar aproximadamente 39 metros de tubo fluorescente de alta tensión); la reactancia necesaria para estabilizar la descarga puede obtenerse del mismo transformador porque la tensión de descarga de esta lámparas es del orden del 50X de la tensión de encendido.*

*Como se necesita una alta tensión para el encendido, generalmente no se presentan dificultades para arrancar estas lámparas en condiciones de mucha humedad o mucho frío. Tienen una duración que puede estimarse en 10,000 horas de vida, pero cuando una lámpara lleva funcionando más tiempo del estimado como tiempo normal de vida, la luz que emite se vuelve inestable y pálida; cuando esto sucede hay que reemplazar inevitablemente la lámpara.*

*Al contrario de lo que sucede con las lámparas fluorescentes normales -que solamente pueden funcionar entre límites muy estrechos de corriente- las lámparas fluorescentes de alta tensión pueden utilizarse para iluminación regulable, entre amplios límites de tensión entre electrodos.*

*Resulta muy fácil dar a los tubos fluorescentes de cátodo frío la forma que resulte más conveniente; pueden instalarse además en serie o paralelo formando una serie luminosa ininterrumpida. Por estas razones son usadas cuando se desea una adaptación exacta a las líneas arquitectónicas del espacio que han de iluminar. También se emplean en iluminación publicitaria, en tonos de color caprichosos.*

#### **LAMPARAS FLUORESCENTES DE CATODO CALIENTE.**

*Por su forma de encendido estas lámparas se pueden dividir en tres tipos fundamentales que son:*

- i) Lámparas del tipo Precalentamiento*
- ii) Lámparas de Arranque Instantáneo (Slimline)*
- iii) Lámparas de Arranque Rápido.*

**LAMPARAS DEL TIPO PRECALENTAMIENTO** El circuito de precalentamiento fue el primer tipo de lámpara en ser desarrollado, en 1941. Requiere un arrancador separado que precalienta los electrodos, provocando una emisión de electrones. Esto causa que la resistencia interna disminuya, lo que permite que el arco se establezca. El proceso de precalentamiento requiere de algunos instantes, de aquí lo lento del encendido que es característico del circuito de precalentamiento. El precalentamiento puede efectuarse por medio de un botón manual de arranque o por un arrancador automático. El arrancador hace circular la corriente por los electrodos de la lámpara por un tiempo suficiente para calentarlos y entonces automáticamente -o manualmente- interrumpe la corriente en los electrodos, causando que el voltaje aplicado entre los electrodos establezca el arco.

### **LAMPARAS DE ARRANQUE INSTANTANEO (SLIMLINE).**

*En 1944 fue introducido el circuito de encendido instantáneo, también conocido como Slimline. Estas lámparas trabajan sin necesidad de arrancadores, ya que el balastro suministra un voltaje lo suficientemente alto como para producir el arco en forma instantánea, evitando así el arranque lento que se tiene con las lámparas de precalentamiento; además simplifica el sistema de alambrado y el sistema correctivo.*

*Dado que las lámparas Slimline no necesitan calentamiento previo, se requieren bases con una sola espiga a cada extremo de la lámpara. Las lámparas de arranque instantáneo de 40 watts usan una base media de dos espigas, la cual tiene una conexión entre las espigas de cada extremo, produciendo el mismo efecto que solamente una espiga para cada cátodo. Las lámparas de arranque instantáneo con doble espiga no trabajan en circuitos de precalentamiento o de arranque rápido, aún cuando inadvertidamente se instalaran en artefactos con este tipo de balastros (Fig 11.5).*

### **LAMPARAS DE ARRANQUE RAPIDO.**

*En 1952 se desarrollaron el circuito y la lámpara de arranque rápido. Este tipo de lámparas arrancan con suavidad y rapidez sin necesidad de arrancadores. En realidad arrancan rápidamente pero no instantáneamente como lo hacen las del tipo Slimline, pero arrancan en un período de tiempo mucho más corto que las lámparas de precalentamiento, usando balastros más eficientes y más pequeños que los balastros de arranque instantáneo.*

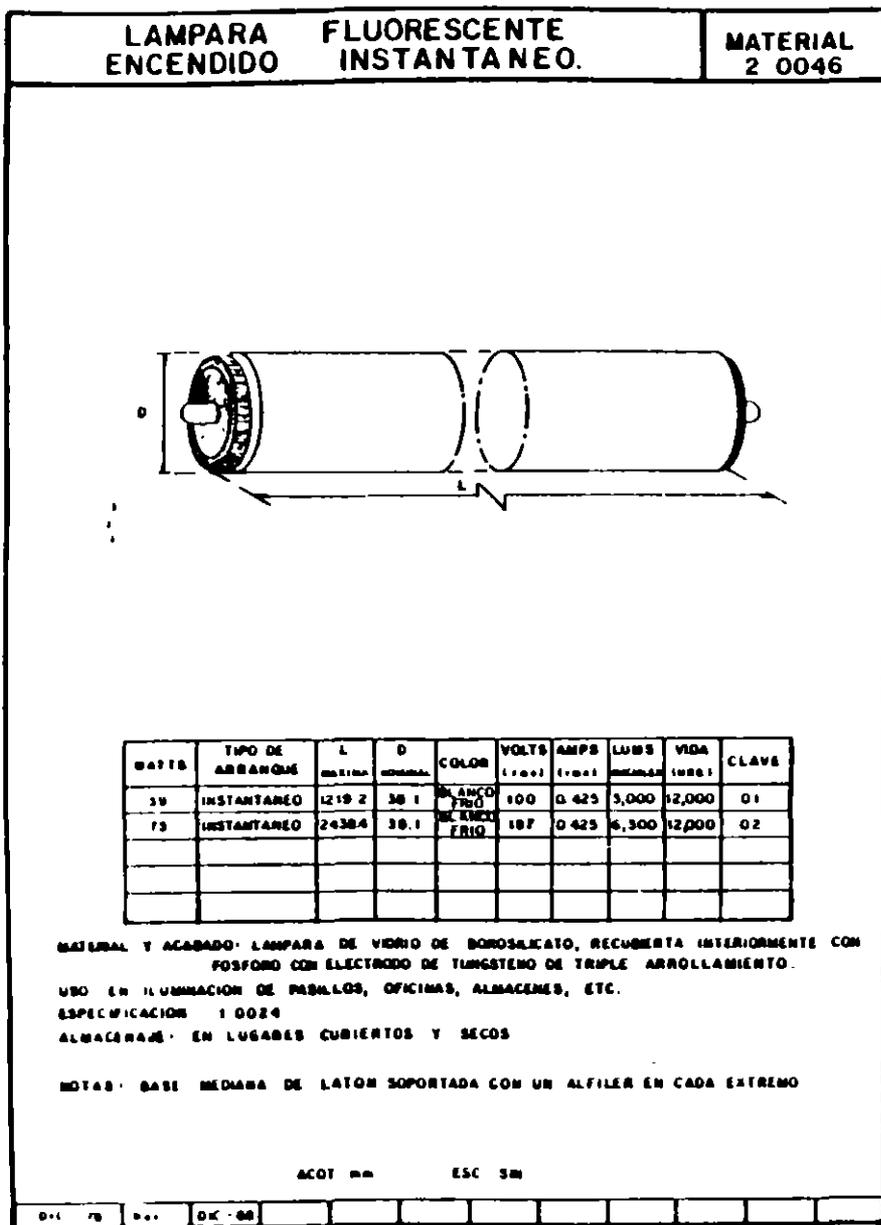


FIG 11.5.- LAMPARAS DE ARRANQUE INSTANTANEO.

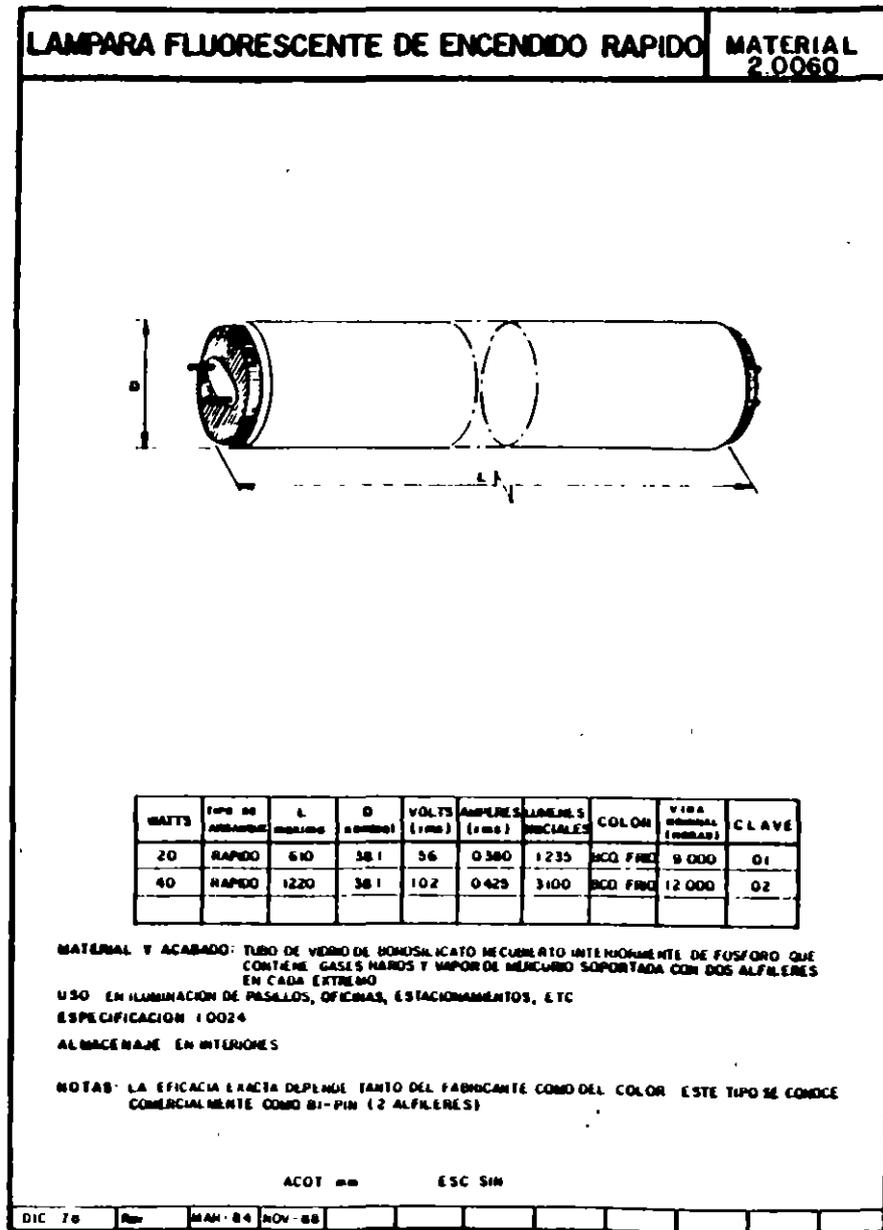


FIG 11.6.- LAMPARAS DE ARRANQUE RAPIDO.

*Este tipo de lámparas dependen del calentamiento del cátodo, el cual es suministrado por unos devanados que tiene el balastro. De esta forma se reduce el voltaje de arranque, que es menor que el de las lámparas Slimline del mismo tamaño. La lámpara de encendido rápido es la lámpara fluorescente más común y es adecuada para la mayoría de las aplicaciones (Fig 11.6).*

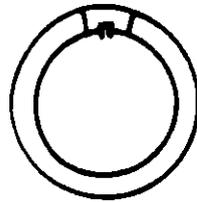
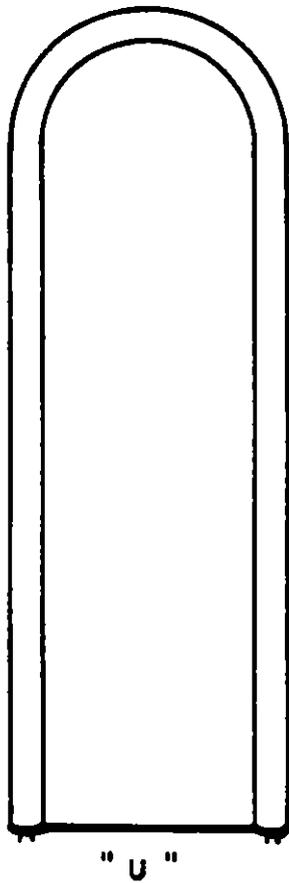
*En la actualidad existe una gran variedad de tipos de lámparas fluorescentes, una para cada necesidad y condiciones especiales de funcionamiento. Entre los principales tipos de lámparas fluorescentes se tienen las siguientes (Fig 11.7):*

*a) DE ALTA EMISION LUMINICA (HO).- Las lámparas Slimline de precalentamiento y arranque rápido del tipo convencional trabajan aproximadamente a un máximo de 31 watts por metro con una corriente de 430 mA. El principio de arranque rápido posibilita el que se pueda exceder esa carga con buena eficiencia en el sistema de instalación.*

*Las lámparas HO para uso en intemperie generalmente funcionan a 800 mA con una carga aproximada de 43 watts por metro. A 800 mA las lámparas suministran aproximadamente 45% más de lúmenes que las del tipo Slimline de tamaño comparable. Para emplearlas a la intemperie, es decir, para alumbrado de calles o en reflectores, las lámparas de alta emisión casi siempre trabajan a 1000 mA para suministrar una alta emisión luminica a bajas temperaturas. Las lámparas HO reglamentarias fluctúan en potencias entre 32 y 105 watts y en longitud entre 24 y 96 pulgadas (Fig 11.8).*

# LAMPARAS FLUORESCENTES

39



CIRCULAR



RAPIDO



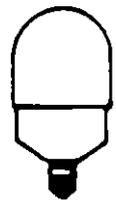
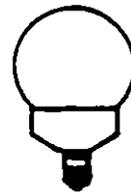
INSTANTANEO  
"SLIMLINE"



HO Y VHO



BASE ENCHUFABLE



BASE ROSCADA

EFICACIA: 37 A 93 LUMENES POR WATT

VIDA : 6,000 A 20,000 HORAS

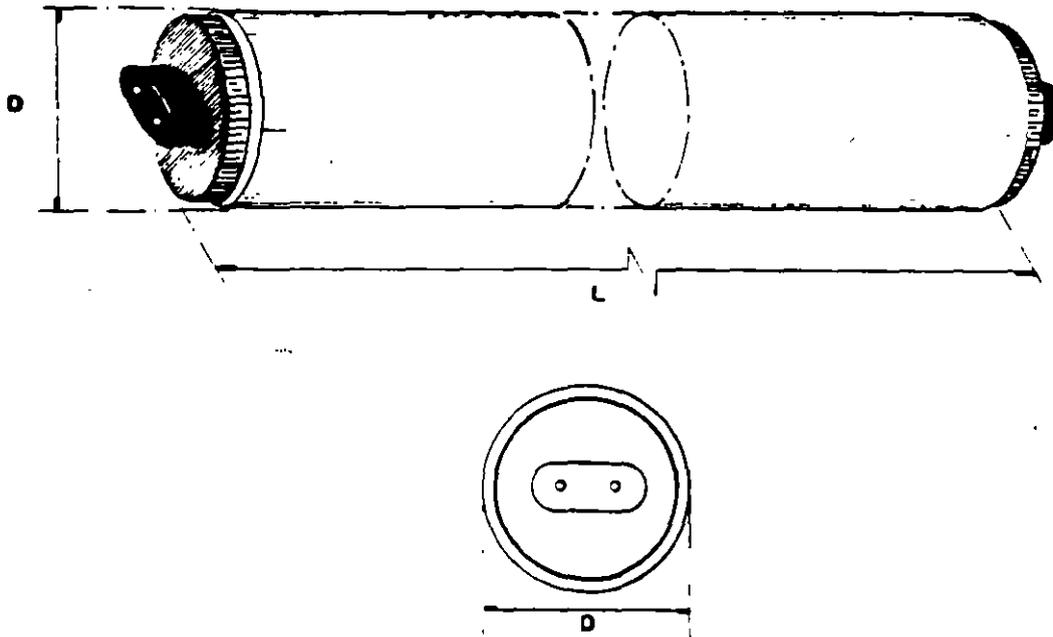
POTENCIAS: 4 A 215 WATTS

USOS : RESIDENCIAL, COMERCIAL, OFICINAS, INDUSTRIAL.

FIG 11.7.- TIPOS DE LAMPARAS FLUORESCENTES.

LAMPARA FLUORESCENTE AHORRADORA DE  
ENERGIA ENCENDIDO RAPIDO H.O - V.H.O

MATERIAL  
2.0649



WATTS.	TIPO DE ARRANCO.	L MAX.	D MAX.	VOLTS (R.M.S.)	AMPS. (R.M.S.)	LUMENES INICIALES	VIDA (HORAS)	COLOR	CLAVE
95	RAPIDO	2438.4	38.1	126	0.83	8 800	12 000	BLANCO LIGERO	01
185/195	RAPIDO	2435.4	53.9	257	0.83	14 900	12 000	BLANCO LIGERO	02

MATERIAL Y ACABADO: TUBO DE VIDRO DE BOROSILICATO RECUBIERTO INTERIORMENTE DE FOSFORO QUE CONTIENE GASES RAROS Y VAPOR DE MERCURIO, SOPORTADA CON DOS - ALFIRES EMBUTIDOS EN CADA EXTREMO  
USO: PARA ILUMINACION DE PASILLOS, OFICINAS, AULAS, ETC.

ESPECIFICACION: ANSI (78.3 A - 1985), ANSI (81.2 0 - 1976) DIMENSIONES)

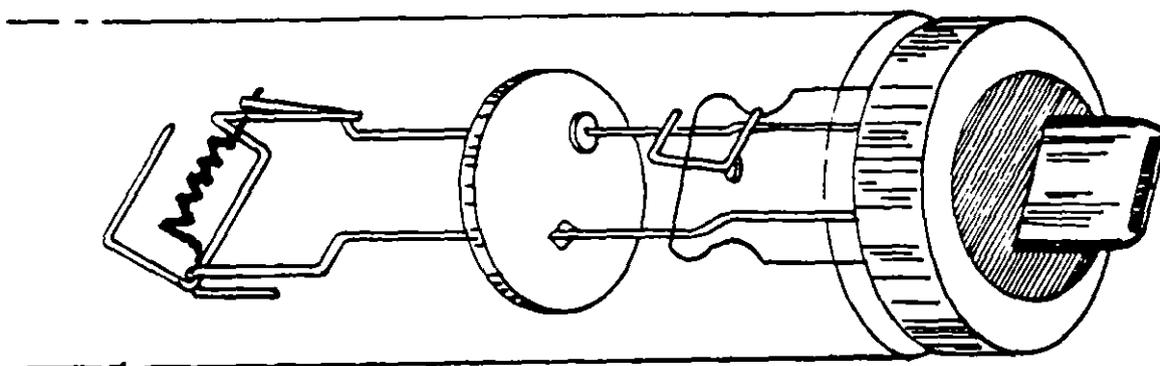
ALMACENAJE: EN INTERIORES

NOTAS: EL WATTAJE EXACTO DEPENDE DE CADA FABRICANTE  
LA LAMPARA DE 34/35 W SUSTITUYE A LA DE 40 W.  
LA LAMPARA DE 95 W SUSTITUYE A LA DE 110/115 W.  
LA LAMPARA DE 185/195 W - SUSTITUYE A LA DE 215 W.  
ESTA LAMPARA DEBERA OPERARSE SIEMPRE CON BALASTRO AHORRADOR DE ENERGIA  
H.O. SIGNIFICA ALTA EMISION  
V.H.O SIGNIFICA MUY ALTA EMISION

ACOT. MM.

ESC SIN.

**b) DE MUY ALTA EMISION LUMINICA (VHO).-** Estas lámparas trabajan a 1500 mA y aproximadamente 78 watts por metro de longitud de tubo. Cuando la corriente de la lámpara excede de 1000 mA, los watts por metro de la lámpara se vuelven más elevados como para crear un problema de calentamiento que hace más complicado el diseño para su debido control. Si el calor resultante de 1500 mA se deja sin control, puede hacer que la temperatura del vapor de mercurio suba demasiado dando como resultado un aumento en la presión, lo cual reduciría la eficacia de la lámpara. Este control se obtiene empleando blindajes reflectores metálicos de forma circular que van montados entre los electrodos y los extremos de las lámparas, produciéndose un "centro de control de presión" (Figs 11.9 y 11.10).



**FIG 11.10.-CENTRO DE CONTROL DE PRESION EN UNA LAMPARA VHO.**

**c) CIRCULARES.-** Estas lámparas están constituidas por un tubo fluorescente doblado en forma circular. Se emplean cuando se precisa simultáneamente una iluminación funcional combinada con un buen efecto estético. Aun cuando son lámparas del tipo de arranque rápido diseñadas para trabajar con balastos circulares

*de arranque rápido, también pueden funcionar con reactores de precalentamiento. Los tamaños normales fluctúan entre 22 y 40 watts con diámetros de 8 a 16 pulgadas.*

*d) EN FORMA DE "U".- Son esencialmente lámparas de 40 watts en forma de "U" con una longitud nominal de 24 pulgadas. Su forma curvada permite el uso de dos lámparas (el equivalente a 2 de 48 pulgadas o de 4 de 24 pulgadas de tipo recto) en un luminario cuadrado de 24 pulgadas.*

*Funcionan con reactores de arranque rápido de 40 watts. Tienen la ventaja de permitir que el alambrado y los portalámparas se instalen en uno de los extremos del luminario. Ofrece una forma compacta que se puede usar en cielos rasos modulares.*

*e) DE LUZ NEGRA Y AZULADA.- Las lámparas de luz negra se diferencian de las lámparas fluorescentes comunes únicamente en la composición de los filtros utilizados, que son los que irradian la mayor parte de su energía en la región de ultravioleta (máximo a 356 nm), en vez de en la gama visible.*

*Dado que las lámparas de luz negra también emiten alguna radiación visible, a menudo se usan con filtro externo de color azul oscuro, para suprimir la irradiación visible. Las lámparas fluorescentes de luz negra azulada son como las de luz negra, salvo que van dotadas de un tubo especial azul oscuro que absorbe casi toda la luz visible mientras transmiten libremente radiación ultravioleta, dando como resultado la eliminación de un filtro separado.*

*Ambos tipos de lámparas trabajan en los mismos circuitos y equipos como lo hacen las otras lámparas fluorescentes comunes*

del mismo wattaje. Existe un sinnúmero de aplicaciones para las lámparas de luz negra en la industria, así como también en el teatro y en los efectos de luz decorativa en general.

**f) LAMPARAS GERMICIDAS.-** Las lámparas germicidas pertenecen al grupo de lámparas fluorescentes aún cuando sus bombillas de vidrio claro no van revestidas con pigmento fluorescente. El vidrio normal que se utiliza en las lámparas fluorescentes suprime la radiación por debajo de 280 nanómetros aproximadamente.

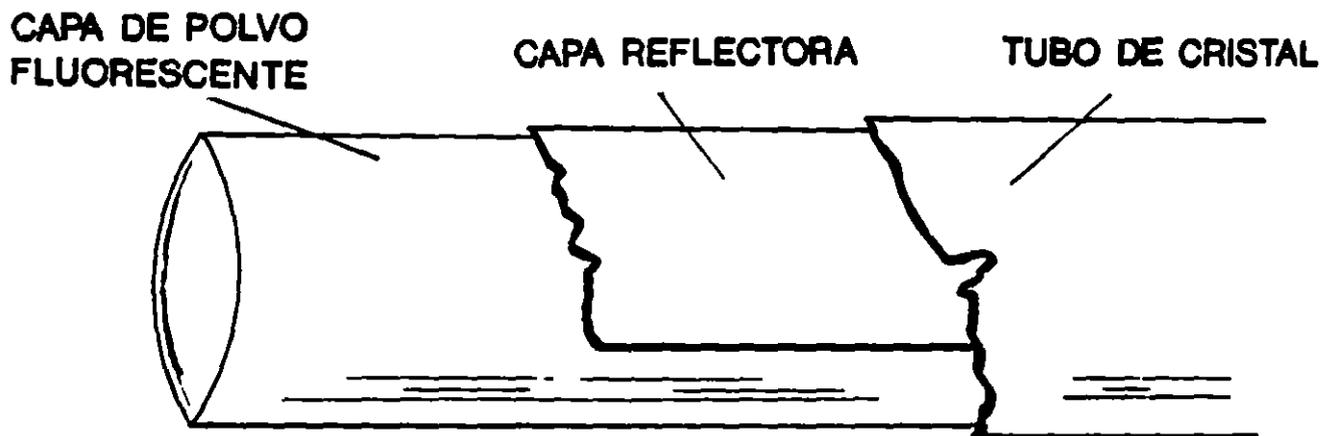
El bombillo germicida consiste de un vidrio especial que transmite la energía ultravioleta de 253.7 nanómetros generada en el arco. La radiación de esta longitud de onda mata a una inmensa variedad de gérmenes y bacterias de moho. Es muy importante proteger la piel y los ojos contra la radiación ultravioleta producida por estas lámparas, pues provocan irritación si se tiene exposición prolongada. Nunca deben verse directamente las lámparas desnudas.

**g) LAMPARAS ESTIMULANTES DEL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS.-** Estas lámparas tienen por objeto producir energía radiante en las bandas de longitud de onda que estimulan el crecimiento de las plantas. Suministran altos niveles de radiación roja y azul que son sumamente beneficiosas para la proliferación de las plantas. Además, contribuyen a mejorar el crecimiento vegetal y reproductivo de muchas plantas para uso comercial y doméstico.

Hay dos tipos de estas lámparas en varios tamaños. La del tipo común y corriente no sólo estimula el crecimiento de las plantas sino que tiene una luz purpurina que realza la apariencia de las flores a la vez que imparte un aspecto atractivo a los peces tropicales en el acuario. Para los cultivadores comerciales es recomendable el uso de esta lámpara de amplio espectro

*diseñada específicamente para ese fin. La emisión producida por este tipo de lámpara es bastante fuerte en las longitudes de onda de radiación que son las que promueven dos radiaciones fotoquímicas importantes: fotosíntesis y síntesis clorofílica.*

*h) LAMPARAS REFLECTORAS (DE FLUJO DIRIGIDO).- Esta lámpara es idéntica en funcionamiento a la lámpara fluorescente normal, pero dentro del tubo de descarga se aplica una capa de material especial, opaca hacia la parte superior y reflectora hacia la parte inferior del tubo. La consecuencia directa de esta nueva disposición es que el flujo luminoso de la lámpara queda dirigido hacia abajo. El efecto direccional conseguido es favorable no solamente porque la dirección predominante es hacia el plano de trabajo, sino también porque la acumulación de polvo en la parte superior de las lámparas corrientes produce con el tiempo una disminución apreciable del rendimiento luminoso (Fig 11.11).*



**FIG 11.11.- LAMPARA FLUORESCENTE DE FLUJO DIRIGIDO.**

*i) LAMPARAS FLUORESCENTES PARA CORRIENTE CONTINUA.- La lámpara fluorescente está proyectada, esencialmente, para funcionar en c.a., pero en muchas ocasiones se presenta el caso de alimentación en c.c.; esto ocurre por ejemplo en el alumbrado de*

*ferrocarriles y tranvías. En estos casos también es posible -con algunas modificaciones- utilizar la lámpara fluorescente, como veremos enseguida.*

*La lámpara debe conectarse en serie con una inductancia parecida a la utilizada en c.a. y con una resistencia. Aquí la inductancia no tiene efecto limitador de la corriente, sino que se emplea solamente para provocar, en combinación con un interruptor, pulsador, etc., la sobretensión necesaria para el encendido de la lámpara. La resistencia en serie actúa como estabilizador de la corriente de descarga, impidiendo que su valor se eleve excesivamente.*

*En general estas lámparas tienen bajo rendimiento, debido al consumo de la resistencia adicional y se fabrican en potencias bajas (hasta 20 W) ya que las lámparas de mayor potencia requieren de mayores voltajes de encendido, lo que no es posible lograr por medio de autotransformadores porque la tensión de la red es en c.c..*

*j) LAMPARAS PARA ENCENDIDO A BAJAS TEMPERATURAS.- Para los casos en que el encendido haya de realizarse a bajas temperaturas, las lámparas fluorescentes normales no son apropiadas, ya que se ven afectadas muy desfavorablemente. Para estos casos se utilizan lámparas especiales, en las que durante el proceso de fabricación se modelan las condiciones de presión en el interior del tubo, de forma que sea posible el encendido con balastos normales.*

*Actualmente se fabrican lámparas que pueden encender a temperaturas ambientes de  $-20^{\circ}\text{C}$ . También pueden utilizarse para alumbrado interior en locales sometidos a muy bajas temperaturas, por ejemplo cámaras frigoríficas. Estas lámparas tienen la misma*

*construcción que las lámparas normales, por lo que pueden sustituir a estas últimas sin tener que cambiar ningún accesorio.*

**K) LAMPARAS PARA OPERAR EN REDES CON GRANDES FLUCTUACIONES DE TENSION.-** Como se verá en la sección siguiente, las fluctuaciones de tensión afectan muy desfavorablemente a las lámparas fluorescentes; tanto es así que si dichas fluctuaciones alcanzan un valor elevado, pueden llegar a destruir la lámpara. En redes con estas características era imposible o muy difícil el uso de lámparas fluorescentes, pero recientemente se ha desarrollado una lámpara especial que puede funcionar aún con grandes fluctuaciones de tensión. La eficacia de una lámpara de este tipo es inferior a la de una lámpara fluorescente normal, pero aún así resulta un 50% mayor al de una lámpara incandescente de igual potencia.

**1) LAMPARAS FLUORESCENTES DE SECCION NO CIRCULAR (POWER GROOVE).-** Estas lámparas han sido desarrolladas por la firma norteamericana General Electric con el nombre de lámparas Power Groove. En estas lámparas se parte de un tubo de 53 mm de diámetro, cuya sección transversal se ha deformado, tal como se presenta en la figura 11.12 la descarga se concentra en la parte sombreada de la figura y los puntos más bajos permanecen relativamente fríos. En esta lámpara se dejan tramos de sección circular para aumentar la resistencia mecánica.

Para una longitud de 1.2 metros esta lámpara tiene una tensión de funcionamiento de 84 volts y una corriente de descarga de 1.5 amperes, lo que representa una potencia absorbida de 110w y un flujo luminoso aproximado de 6200 lúmenes. Recientemente se ha perfeccionado la forma original de la lámpara construyendo tubos con aplastamientos en lados opuestos, tal como se ve en la figura 11.13, aumentándose así el rendimiento luminoso. En estas



**FIG 11.12.- LAMPARA FLUORESCENTE DE SECCION NO CIRCULAR.**



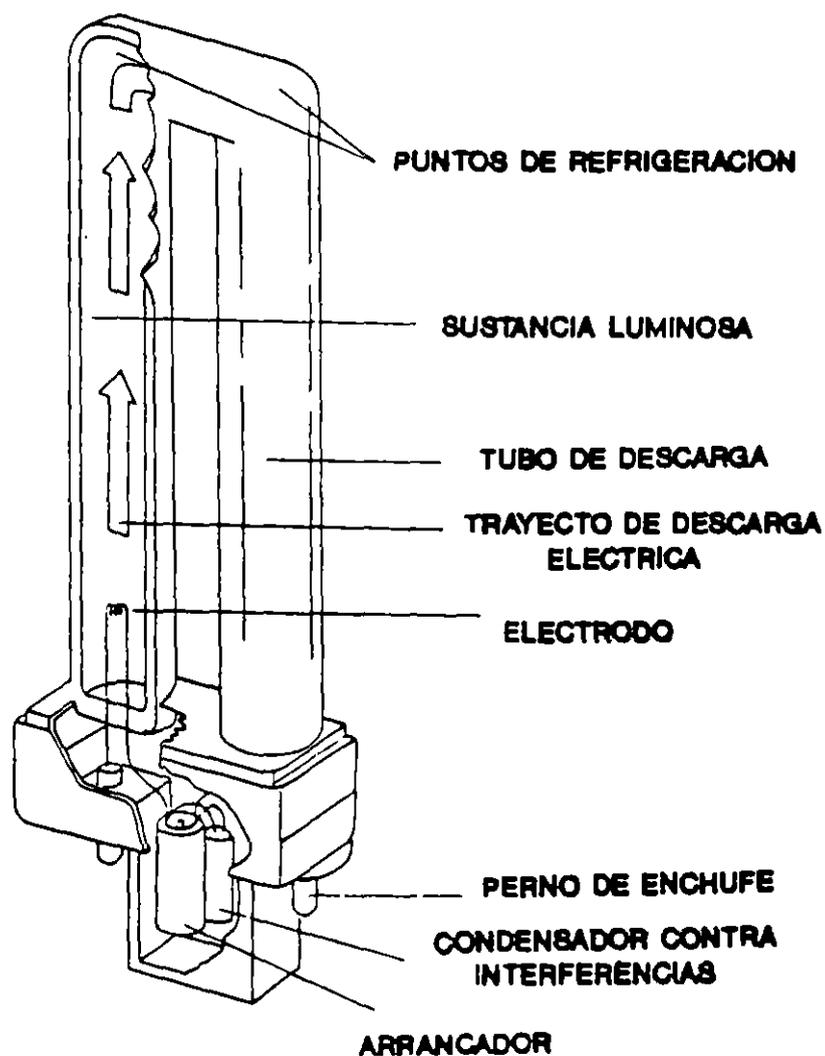
**FIG 11.13.- LAMPARA POWER GROOVE PERFECCIONADA.**

nuevas lámparas la corriente de descarga y la tensión de funcionamiento es como en los tipos más antiguos. Pero ahora, la lámpara con tubo de 1.2 metros tiene un flujo luminoso de 6900 lúmenes. En la lámpara con tubo de 2.4 metros, la tensión de funcionamiento se eleva hasta 175 volts, lo que representa una potencia de 215 watts y un flujo luminoso de 15000 lúmenes.

m) **LAMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS.-** A raíz de la crisis petrolera a principios de la década de los 70, la necesidad de un aprovechamiento más racional de la energía eléctrica dió inicio al desarrollo de una nueva lámpara fluorescente más versátil que las anteriores. A través de muchos años de investigación y estudio se logró desarrollar un nuevo tipo de lámpara de tubos

*gemelos y sumamente compacta que entre las muchas cualidades que posee destacan el generar una luz agradable, una buena reproducción de colores, una gran duración, alta eficacia, buena distribución luminosa, fácil instalación y sobre todo un reducido consumo de energía (75% menos en comparación con las lámparas incandescentes).*

*En estas lámparas la producción de luz ocurre en la misma forma que en las lámparas fluorescentes convencionales. Las*



**FIG 11.14.- LAMPARA FLUORESCENTE COMPACTA.  
(TUBOS GEMELOS).**

condiciones óptimas de funcionamiento se producen cuando se tiene una temperatura de 30 a 65°C. En este intervalo se obtiene un flujo luminoso superior al 80%. Para las lámparas de 13 watts se tiene actualmente una base del tipo enchufable (Fig 11.14) pero ya se contempla actualmente la posibilidad de producir un adaptador. El balastro necesario se encuentra también disponible en el mercado con una integración nacional total.

Si se tienen temperaturas superiores a 20°C es recomendable hacer funcionar las lámparas con el casquillo arriba o en forma horizontal, mientras que el funcionamiento con el casquillo abajo es más ventajoso cuando se tienen temperaturas menores a 20°C. De esta forma es posible aprovechar al máximo el flujo luminoso emitido. Sin embargo, en general estas lámparas son capaces de funcionar aceptablemente dentro de un intervalo de temperatura ambiente de -15 a 60°C (Fig 11.15).

A causa de su bajo consumo de energía estas lámparas emiten muy poco calor por lo que son muy recomendables para aquellas instalaciones en las que la aportación de calor debe ser mínima (como en exposiciones, museos, supermercados, etc.).

**n) LAMPARAS FLUORESCENTES AHORRADORAS.** En fechas recientes han sido introducidas en el mercado nacional lámparas fluorescentes con eficacias mayores que las típicas para lámparas convencionales. Esta mayor eficacia se traduce en un ahorro directo de energía eléctrica ya que se obtiene con estas lámparas una cantidad de lúmenes muy aproximada a la de las lámparas convencionales pero con una potencia de lámpara menor. Como la eficacia es también función del color -como se explicará posteriormente- estas lámparas presentan el inconveniente de tener como color único el Blanco Ligero por lo que en instalaciones ya existentes es necesario reemplazar por completo

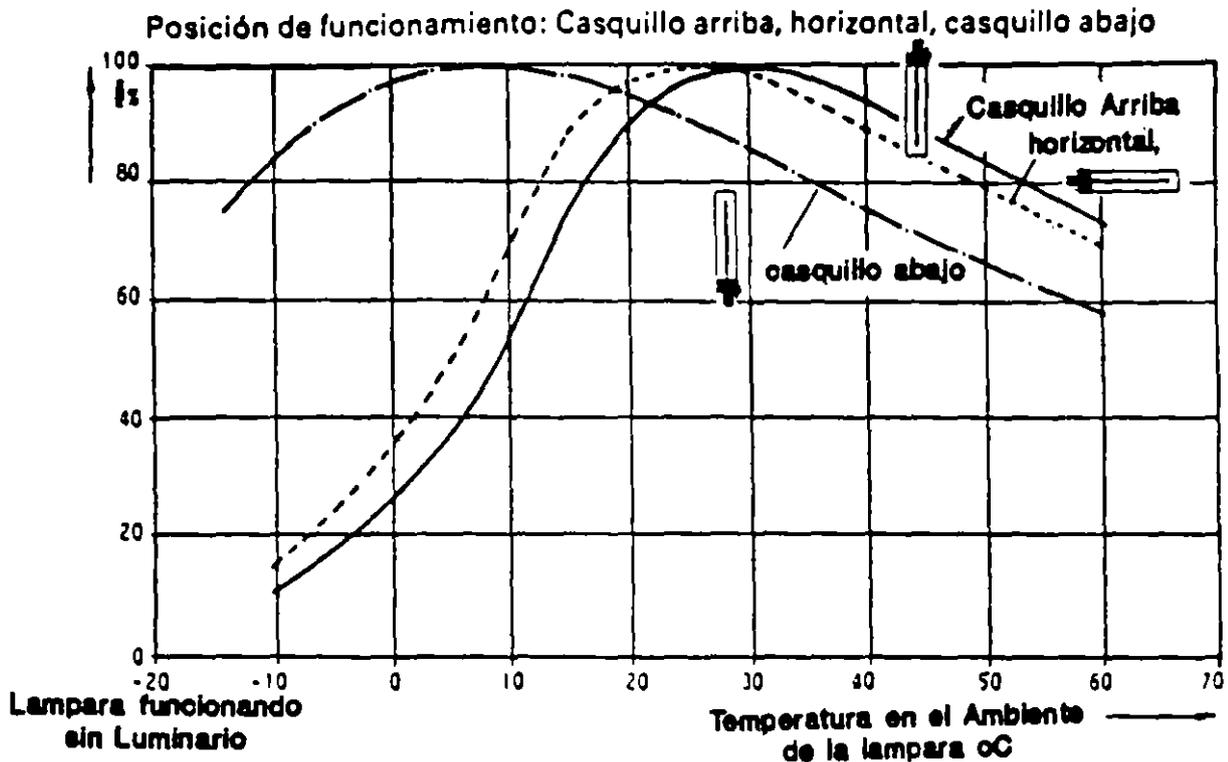


FIG 11.15.- CARACTERISTICAS DE OPERACION DE LA LAMPARA DE TUBOS GEMELOS.

las lámparas convencionales, lo que representa un importante inconveniente. Otro problema que presentan es el tener que utilizar balastos compatibles, es decir, balastos del tipo ahorrador de energía, ya que de otra manera se tiene operación inadecuada de todo el sistema fluorescente, repercutiendo esto directamente en la vida del equipo. En la parte correspondiente a balastos se mencionan las diferentes alternativas para combinar los distintos tipos de lámparas con los diferentes productos ahorradores de energía disponibles en el mercado nacional. Las lámparas ahorradoras de 32, 34, 60, 95 watts HO y 195 watts VHO sustituyen a las lámparas convencionales de 39, 40, 75, 110 HO y 215 watts VHO respectivamente (Fig 11.16).

## **CARACTERISTICAS DE ILUMINACION DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES.**

*Cada sistema de iluminación tiene características de funcionamiento particulares, que lo hacen apropiado para tal o cual aplicación. De aquí la importancia de conocer las características de iluminación de los diferentes sistemas, siendo para los sistemas fluorescentes las más importantes las que trataremos a continuación. Se incluye un breve repaso sobre las características de sensibilidad del ojo humano por ser un factor fundamental para la determinación de las características de las lámparas.*

**CURVA DE SENSIBILIDAD DEL OJO HUMANO.-** El conjunto de radiaciones de la luz de día tiene longitudes de onda que van desde 380nm para el color violeta, hasta 780nm para el color rojo; estos valores corresponden a los límites de sensibilidad del ojo humano a la luz. Fuera de los mismos el ojo es ciego, esto es, no percibe ninguna clase de radiación.

Si cada una de las radiaciones que contiene la luz blanca se hace llegar al ojo en forma independiente, éste las captará en sus diversos colores con distinta intensidad, debido a que la sensibilidad de los conos de la retina es diferente para cada color.

Si se representa mediante una gráfica la sensibilidad de la retina del ojo humano para las diferentes longitudes de onda de la luz del mediodía soleado, se obtiene una curva acampanada que se denomina "Curva de Sensibilidad del Ojo Humano" (Fig. 11.17). Como se puede apreciar, el ojo tiene la mayor sensibilidad para una longitud de onda de 555nm que corresponde al color amarillo

verdoso y la mínima a los colores rojo y violeta, como se observa en la gráfica.

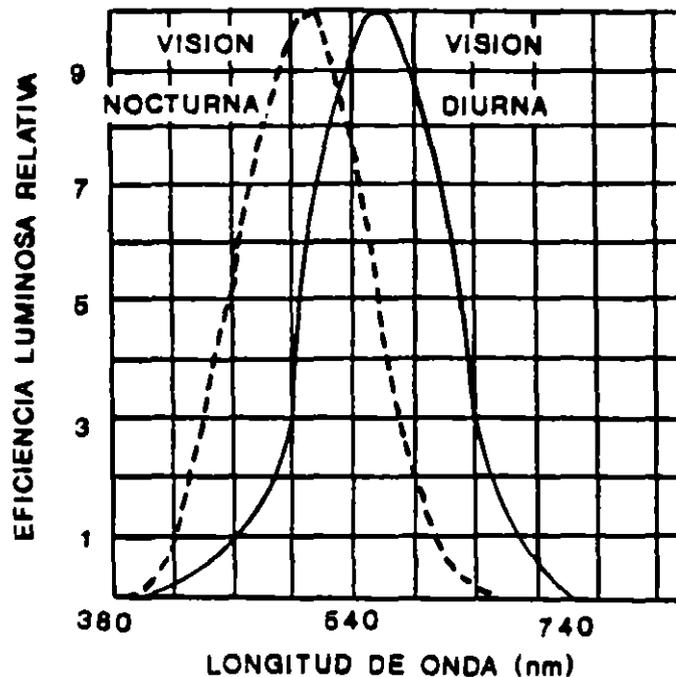


FIG 11.17.- CURVA DE SENSIBILIDAD DEL OJO HUMANO.

La curva de sensibilidad del ojo humano está basada en la visión por conos (fotópica), es decir, a niveles luminosos ordinarios durante el día. Cuando los niveles disminuyen sensiblemente durante la noche, la visión se efectúa principalmente por medio de los bastones (escotópica) y la curva de sensibilidad se verifica de acuerdo con una nueva curva que la fotópica, pero desplazada 48nm hacia el extremo azul del espectro. Esta traslación es conocida como Efecto Purkinje y desplaza a la sensibilidad máxima del ojo de los 555 a los 507nm, según puede apreciarse en la misma figura 11.17.

El resultado es que en la oscuridad y a pesar de que la

*visión carece completamente de color, el ojo se hace relativamente muy sensible a la energía del extremo azul del espectro y casi ciego al rojo.*

**CONVERSION DE LA ENERGIA EN LUZ.-** Cada fuente luminosa, de acuerdo con su construcción y su principio de funcionamiento, convierte la energía eléctrica en luz. Para explicar como se realiza esta conversión en una lámpara fluorescente nos referiremos a la figura 11.18 donde se ha representado gráficamente la distribución de la energía total absorbida por una lámpara típica de 40 watts.

*De los 40 watts totales consumidos por la lámpara:*

- 7 watts se consumen en los electrodos y se convierten en calor.
- 33 watts se consumen en la descarga y están repartidos de la siguiente manera:
  - \* 1 watt bajo forma de energía luminosa constituida por las líneas amarilla, verde, azul y violeta del vapor de mercurio.
  - \* 24 watts bajo forma de radiaciones ultravioletas, que por excitación de las materias fluorescentes del tubo darán:
    - 7 watts en forma de luz fluorescente.
    - 11 watts en forma de radiaciones infrarrojas, que acompañan a las radiaciones visibles, en forma de calor.
    - 6 watts en forma de pérdidas de calor por convección y radiación.
  - \* 8 watts procedentes de la energía perdida en la descarga y por conducción, convertidos también en calor.

*Por lo tanto, en la lámpara luz de día de 40 watts, la*

# DISTRIBUCION DE LA ENERGIA TOTAL ABSORBIDA POR UNA LAMPARA FLUORESCENTE

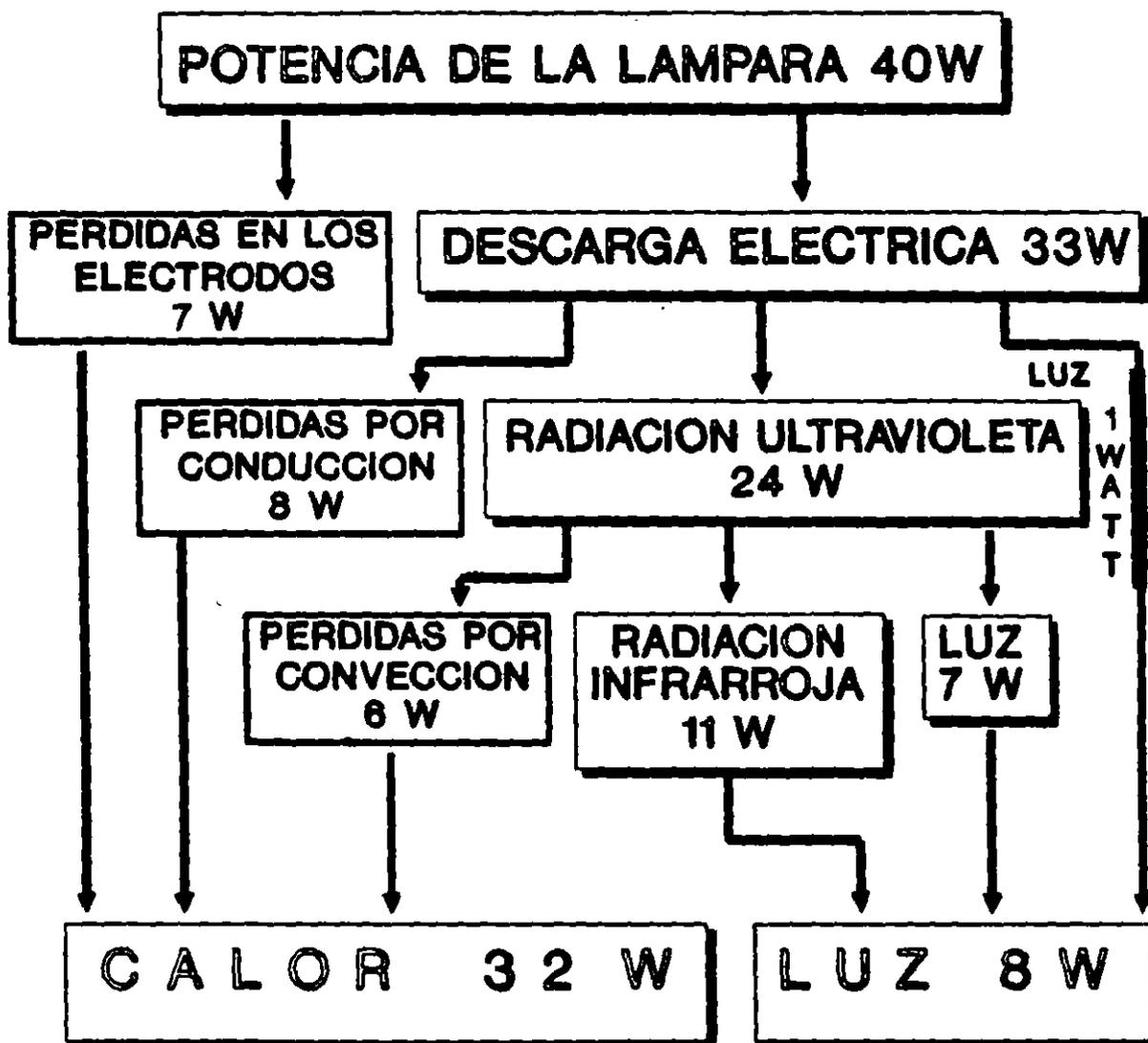


FIGURA II.18

*transformación de la energía eléctrica en energía luminosa se realiza con el siguiente rendimiento:*

$$\frac{1 + 7}{40} \times 100 = 20\%$$

*transformándose los watts perdidos en calor y disipándose por conducción, convección y radiación. Naturalmente, sobre el límite teórico encontrado (20%) hay que tener en cuenta la sensibilidad relativa del ojo humano para los distintos colores constitutivos de la luz de la lámpara.*

*En el estado actual de la técnica prácticamente se consiguen eficacias o rendimientos luminosos del orden de los 100 lúmenes por watt del límite teórico que se puede esperar de la cadena de transformación:*

**DESCARGA ELECTRICA --> RADIACION ULTRAVIOLETA --> LUZ BLANCA**

*EFICACIA.- La eficacia o rendimiento luminoso de una fuente productora de luz indica el flujo emitido por dicha fuente en función de la unidad de potencia eléctrica consumida. La Eficacia se representa por la letra griega Eta ( $\eta$ ) siendo su unidad el lumen por watt (lm/w).*

*Una de las ventajas más importantes de las lámparas fluorescentes es su alta eficacia. Suelen compararse con las lámparas incandescentes a ese respecto, pero los wattajes de las primeras deben incluir las pérdidas del reactor para que la comparación resulte exacta.*

*Las lámparas convencionales de dos espigas tienen eficacias*

*transformación de la energía eléctrica en energía luminosa se realiza con el siguiente rendimiento:*

$$\frac{1 + 7}{40} \times 100 = 20\%$$

*transformándose los watts perdidos en calor y disipándose por conducción, convección y radiación. Naturalmente, sobre el límite teórico encontrado (20%) hay que tener en cuenta la sensibilidad relativa del ojo humano para los distintos colores constitutivos de la luz de la lámpara.*

*En el estado actual de la técnica prácticamente se consiguen eficacias o rendimientos luminosos del orden de los 100 lúmenes por watt del límite teórico que se puede esperar de la cadena de transformación:*

DESCARGA ELECTRICA --> RADIACION ULTRAVIOLETA --> LUZ BLANCA

*EFICACIA.- La eficacia o rendimiento luminoso de una fuente productora de luz indica el flujo emitido por dicha fuente en función de la unidad de potencia eléctrica consumida. La Eficacia se representa por la letra griega Eta ( $\eta$ ) siendo su unidad el lumen por watt (lm/w).*

*Una de las ventajas más importantes de las lámparas fluorescentes es su alta eficacia. Suelen compararse con las lámparas incandescentes a ese respecto, pero los wattajes de las primeras deben incluir las pérdidas del reactor para que la comparación resulte exacta.*

*Las lámparas convencionales de dos espigas tienen eficacias*

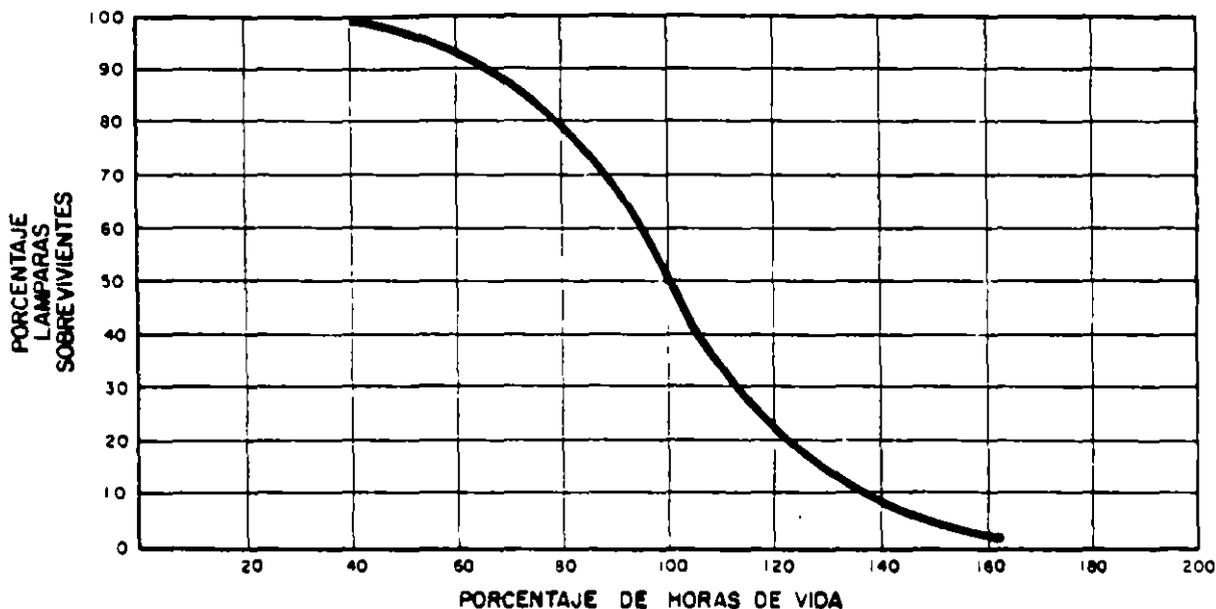
*-sin incluir las pérdidas del reactor- que fluctúan entre 24 y 82 lúmenes por watt, según el tamaño y color. Las lámparas circulares fluctúan entre 48 y 85 lúmenes por watt; las HO producen entre 40 y 92 y las VHO producen entre 45 y 75 lúmenes por watt. Para las lámparas del mismo color y tipo, la clasificación de lúmenes por watt es mayor para una lámpara larga que para una corta. El hecho es que la energía consumida en los electrodos es igual para cualquier longitud de la lámpara.*

*En los últimos años se han desarrollado lámparas ahorradoras de energía que alcanzan eficacias mayores, como se explicó anteriormente.*

**VIDA UTIL DE LAS LAMPARAS.-** *En comparación con las lámparas incandescentes, las lámparas fluorescentes tienen un promedio de duración asignada mucho mayor, pero la forma de la curva de esperanza de duración es muy parecida, según se aprecia en la figura 11.19.*

*Debido a las ligeras variaciones en la construcción de las lámparas y de los materiales empleados sería imposible lograr que la lámpara funcionara por el tiempo exacto para el cual fue diseñada. En las lámparas incandescentes la duración está esencialmente ligada a la temperatura del filamento, por lo que se han podido establecer leyes que relacionan a la duración con la tensión de alimentación. Por el contrario, la duración de las lámparas fluorescentes dependen de una serie de factores considerables, por lo que no ha sido posible todavía establecer normas que relacionen la duración con dichos factores.*

*El desgaste del producto emisor -que es un factor determinante en la vida de la lámpara- depende entre otras cosas*



**FIG II.19.- CURVA DE ESPERANZA DE DURACION DE LAMPARAS FLUORESCENTES.**

de:

- la cantidad de material emisor utilizado en la fabricación
- la naturaleza y la presión del gas que rellena la lámpara
- el procedimiento de encendido de la lámpara
- los periodos de encendido
- el calentamiento, permanente o no, de los electrodos
- la temperatura ambiente en el momento de encendido
- la forma de onda de la corriente proporcionada por el balastro
- la tensión de alimentación

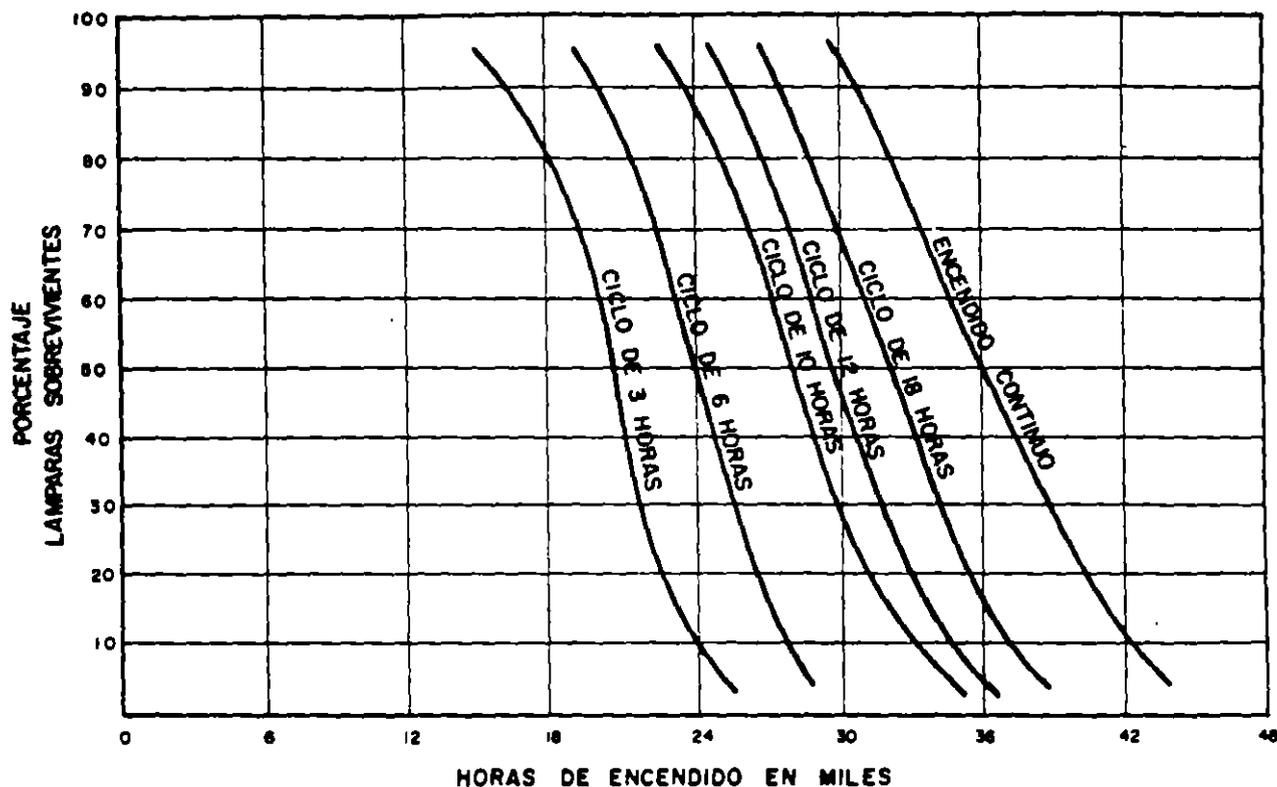
En vista de que los factores que afectan la vida son numerosos e impredecibles, la clasificación nominal de las lámparas se hace en base al promedio de duración de un grupo considerable de lámparas funcionando bajo condiciones controladas de laboratorio.

*La duración promedio calculada es el punto en el cual el 50% de las lámparas en un grupo considerable se han fundido y el 50% restante continúan encendiendo, según se detalla en la curva de esperanza de duración. Durante el ciclo de arranque y el periodo de funcionamiento de una lámpara fluorescente, el material emisor es expulsado de los cátodos. El final normal de duración se alcanza cuando no queda material emisor suficiente en ninguno de los dos cátodos para formar el arco.*

*En virtud de que las cifras publicadas en los catálogos de los fabricantes sobre el promedio de duración nominal de las lámparas se basan por regla general en un ciclo de encendido de tres horas, los cálculos tienen que reflejar los efectos tanto de los periodos de arranque como de encendido. Por lo tanto, cualquier cambio en las horas de encendido por ciclo se reflejará en las horas de servicio.*

*Los ciclos de encendido más cortos -arranques más frecuentes- reducen la duración mientras que los ciclos de encendido más largos -arranques menos frecuentes- la aumentan. En la figura 11.20 se muestran las curvas típicas de mortalidad para las lámparas de arranque rápido de 40 watts con diferentes ciclos de encendido.*

*Asimismo, en la Tabla 11.A se indica la duración promedio de las lámparas a varios ciclos de encendido.*



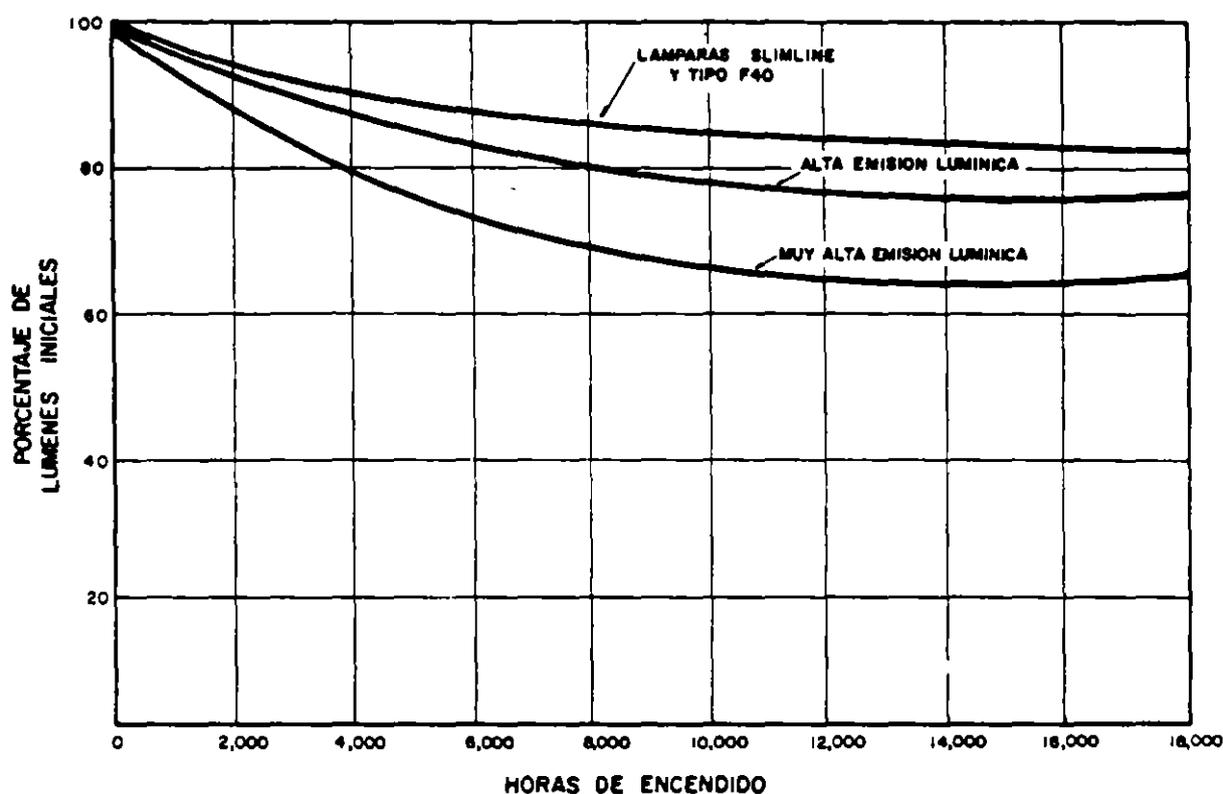
**FIG 11.20.- INFLUENCIA DE LOS CICLOS DE OPERACION EN LA VIDA DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES.**

**PROMEDIOS DE DURACION EN HORAS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES A DISTINTOS CICLOS DE ENCENDIDO.**  
(Miles de Horas)

TIPO DE LAMPARA	Horas por Arranque					
	3	6	10	12	18	Continua
De precalentam. 40w	12	14	17	18	20	22.5
De A. Rápido 40w	18	22	25	26	28.5	34.0
De Alta Em. Lumín.	12	14	17	18	20	22.5
De Muy Alta Em. Lum.	9	11.3	13.5	14.4	16.2	22.5
Slimline (96T12)	12	14	17	18	20	22.5

**TÁBLA 11.A**

**MANTENIMIENTO DE LUMENES.-** El flujo luminoso de una lámpara fluorescente decrece lentamente durante el curso de la vida de la lámpara. Este decrecimiento no es uniforme, como puede apreciarse en la figura 11.21, sino que es menor cuantas más horas de funcionamiento tenga la lámpara. Como el porcentaje de decrecimiento es relativamente más elevado al principio (del orden del 5% en las primeras cien horas), se considera como flujo luminoso inicial el flujo a las 100 horas de funcionamiento.



**FIG 11.21.- CURVA DE MANTENIMIENTO DE LUMENES EN VARIOS TIPOS DE LAMPARAS FLUORESCENTES BLANCO FRIO.**

Las dos causas principales que afectan la depreciación en cuestión la constituyen:

- i) *La deterioración gradual del revestimiento fosfórico*
- ii) *El ennegrecimiento de la superficie interior del bombillo provocado por el material emisor en los cátodos, particularmente en los extremos de la lámpara.*

*Las lámparas de menor diámetro, con bulbos T5, T6 y T8 acusan un mayor ennegrecimiento de los extremos debido a que los cátodos están más cerca de las paredes del bulbo. El mantenimiento de lúmenes es mejor con las lámparas regulares Slimline y de arranque rápido T12 que con las HO y VHO. En la figura 11.21 se ilustra el mantenimiento de lúmenes en tres lámparas típicas.*

**LUMINANCIA DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES.-** *Para que se puedan aprovechar al máximo todas las posibilidades que la forma tubular de las lámparas fluorescentes puede ofrecer en el campo de la Luminotecnia es preciso que la luminancia de estas lámparas sea lo suficientemente bajo para evitar cualquier clase de deslumbramiento aunque estas lámparas se sitúen directamente en el campo visual.*

*Aunque el deslumbramiento provocado por los manantiales luminosos es una consecuencia directa de los fuertes contrastes de las luminancias respectivas con la luminancia del medio ambiente y aunque en principio resulte imposible sentar reglas en lo que se refiere a luminancia máxima compatible con la ausencia de deslumbramiento, se puede considerar como límite máximo 5,000 nits en la mayoría de los casos.*

*Ahora bien, dada la forma tubular de la lámpara fluorescente, tendremos:*

$$\phi = L S \pi'$$

*L = Luminancia en Nits*

*S = Superficie aparente en metros cuadrados, o sea el producto de la longitud de la lámpara por su diámetro.*

*de donde:*

$$L = \frac{\phi}{S \pi'}$$

*Por ejemplo, una lámpara de luz de día de 40 watts tiene las siguientes características:*

$$\phi = 2,000 \text{ lúmenes}$$

$$l = 1.2 \text{ metros}$$

$$d = 0.038 \text{ metros}$$

$$S = l \times d = 1.2 \times 0.038 = 0.0456 \text{ m}^2$$

*La luminancia de esta lámpara será:*

$$L = \frac{2000}{3.14' \times 0.0456} = 4400 \text{ Nits}$$

*valor inferior al valor encontrado anteriormente.*

*Se puede concluir que las dimensiones actuales de las lámparas fluorescentes no son caprichosas, sino que se han elegido teniendo en cuenta la intención de obtener mamantiales*

*luminosos cuya luminancia no provoque deslumbramiento por visión directa de la lámpara.*

**EFECTO ESTROBOSCOPICO.-** *Estroboscópico es una palabra griega que significa "ver movimiento". Se conoce como efecto estroboscópico a la variación de la emisión lumínica debido a la variación cíclica de la corriente alterna.*

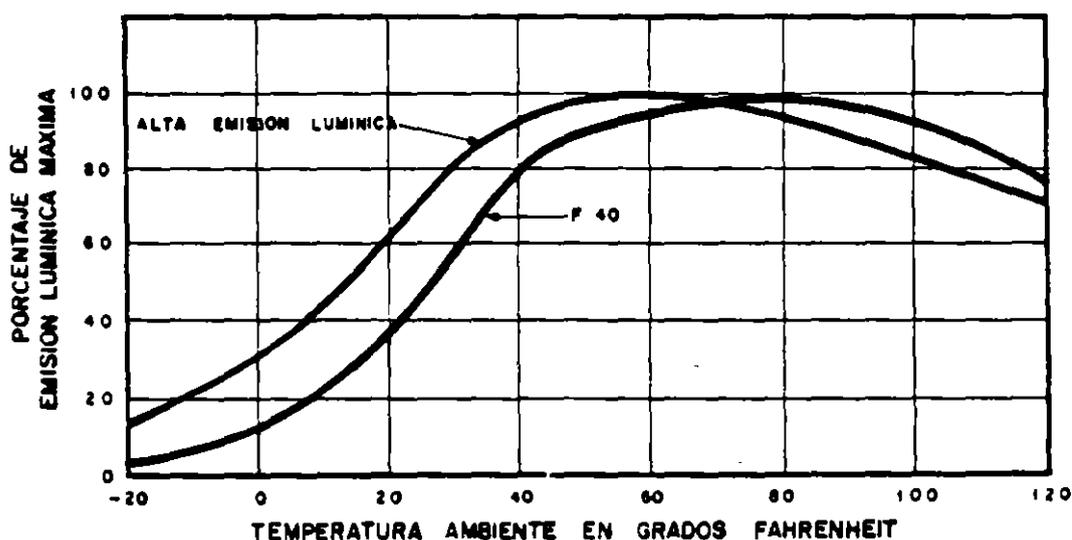
*El filamento de una lámpara incandescente retiene bastante calor, por lo que no se percibe la disminución de la energía luminosa al pasar por el punto cero la intensidad de la corriente, excepto cuando lámparas de poca potencia se hacen funcionar a frecuencias de 25 hertz o menores. El arco de mercurio de una lámpara fluorescente que trabaja con una corriente alterna de 60 hertz se enciende y se apaga 120 veces por segundo. La luz de la lámpara también se apagaría si no fuera por los fósforos que tienen "continuidad" o acción fosforescente. Es decir, continúan brillando por un corto periodo de tiempo después de cortar las radiaciones existentes. Sin embargo, todavía hay una variación rápida que en la emisión lumínica que pasa desapercibida al ojo humano, excepto tal vez como un centelleo en los extremos de la lámpara.*

*En algunas circunstancias esta variación en la emisión de luz puede producir efecto estroboscópico. Debido a dicho efecto, un objeto que se desplaza a una velocidad uniforme da la impresión de moverse en forma brusca. Bajo las más extremas condiciones estroboscópicas un objeto giratorio, tal como un volante daría la impresión de estar inmóvil o de moverse en dirección contraria.*

*El efecto estroboscópico queda atenuado hasta hacerse invisible, alimentando las diferentes lámparas de una instalación*

entre las diferentes fases de la red de distribución o por medio de montajes especiales en grupos de lámparas. En la actualidad, el efecto estroboscópico rara vez ocasiona problemas en las lámparas fluorescentes pues los fósforos modernos tienen periodos de continuidad relativamente largos.

**TEMPERATURA DE TRABAJO DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES.-** Las condiciones óptimas para la transformación de la radiación ultravioleta de 253.7 nm en radiaciones visibles, se presenta cuando la presión del vapor de mercurio es muy débil; esta presión viene determinada por la temperatura de la pared más fría de la lámpara. En la figura 11.22 se indican los valores de flujo luminoso producido en función de la temperatura en la pared más fría de la lámpara suponiendo una corriente constante.



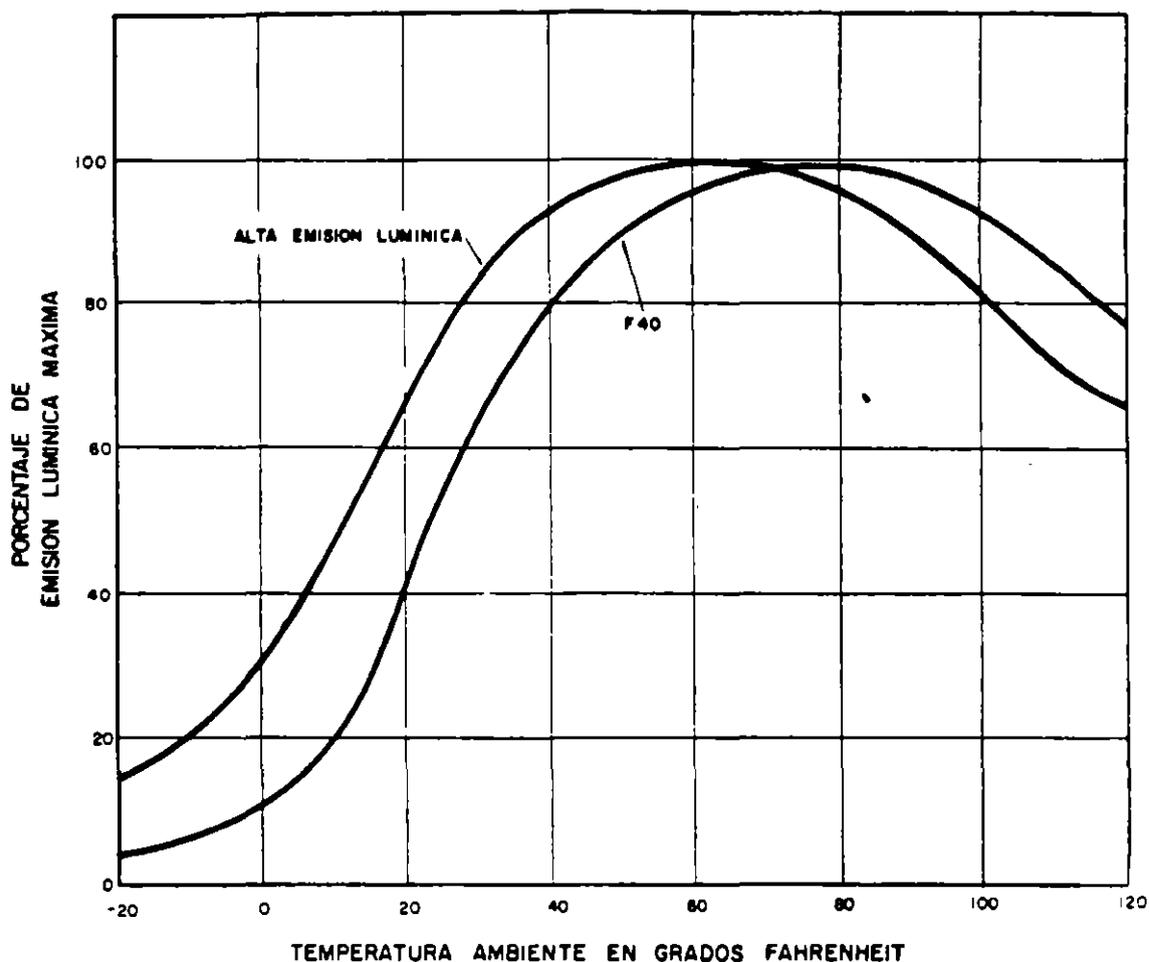
**FIG 11.22.- INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DE LA PARED DEL BULBO DE UNA LAMPARA FLUORESCENTE.**

*Nótese que el valor máximo del flujo luminoso emitido corresponde a una temperatura de 30 a 40°C; a menores temperaturas la presión del vapor de mercurio aumenta y parte de las radiaciones de 253.7 nm cambian a mayores longitudes de onda, reduciendo así la eficacia. Por tanto, se ha de procurar que la temperatura de la pared más fría esté comprendida entre 30 y 40°C, lo que supone una gran superficie de irradiación; ésta es otra de las razones por las que la lámpara fluorescente ha de tener grandes dimensiones.*

**EFFECTO DE LA TEMPERATURA AMBIENTE.-** *Puesto que los cambios producidos en la temperatura ambiente van acompañados de cambios similares en la temperatura de la pared del bulbo, el rendimiento lumínico se ve afectado por las variaciones en la temperatura ambiente, según se muestra en la figura 11.23. Los valores nominales de eficacia se midieron a una temperatura ambiente industrial de 25°C.*

*Quando las lámparas fluorescentes se usan en el interior a la temperatura normal del cuarto suministran el grado máximo de luz cuando se usan con los equipos de alumbrado adecuados para evitar el sobrecalentamiento. En la figura 11.23 se nota que la eficacia disminuye a medida que aumenta la temperatura ambiente por sobre 25°C. Las luminarias encastradas extractoras de calor y aire mejorar el rendimiento lumínico mediante el control de la temperatura de la pared del bombillo de la lámpara. Sin embargo, las lámparas desnudas, por estar expuestas al enfriamiento excesivo producido por climatizadores pueden causar un rendimiento lumínico reducido.*

*Quando las lámparas fluorescentes se usan a la intemperie el arranque puede representar un problema a bajas temperaturas y en consecuencia se necesitará de un voltaje más alto. Con balastros*

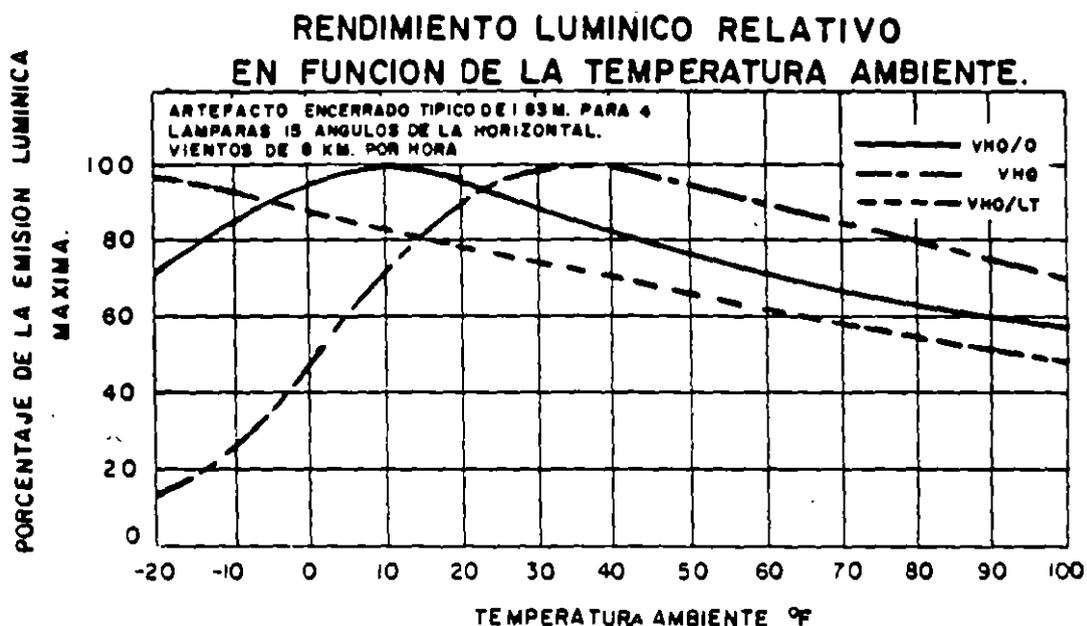


**FIG II.23.- EFECTO DE LA TEMPERATURA AMBIENTE SOBRE EL NIVEL LUMINICO DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES DESNUDAS EN AIRE CALMADO.**

normales se pueden arrancar algunas lámparas en forma relativamente segura a 10°C. Sin embargo hay reactores para bajas temperaturas que operan cierto tipo de lámparas a temperaturas tan bajas como -25°C.

Una vez que ha arrancado la lámpara, la cantidad de luz depende de la temperatura a que ha llegado el bombillo. Puesto que esa temperatura varía con el tipo de lámpara que se use, la selección de la lámpara adecuada juega un papel muy importante.

El rendimiento luminoso relativo en función de las curvas de temperatura ambiente para los distintos tipos de lámparas fluorescentes que se usan comúnmente a la intemperie se muestran en la figura 11.24. La temperatura a que ocurre la emisión luminica máxima depende de la lámpara, del diseño del receptáculo de la misma y de la velocidad del viento.



**FIG 11.24.- RENDIMIENTO LUMINICO RELATIVO A DIFERENTES  
TEMPERATURAS AMBIENTE DE VARIOS TIPOS DE LAMPARAS  
FLUORESCENTES PARA INTEMPERIE.**

**EFECTO DE LA HUMEDAD.-** Cuando la humedad ambiente es elevada, se aprecia un notable aumento en la tensión de encendido; esto se debe a que la humedad enfría la superficie de la lámpara y por tanto equivale a un descenso de la temperatura ambiente que provoca un aumento en la tensión de encendido. En las lámparas que utilizan un arrancador para su encendido la acción de la humedad no tiene ningún efecto sobre la lámpara ya que la

*sobretensión producida por el arrancador es bastante superior a la tensión de encendido.*

*Por el contrario, en las lámparas fluorescentes de encendido instantáneo este efecto puede significar que la lámpara no encienda, sobre todo si se toma en cuenta que, antes del encendido, no hay producción de calor en la lámpara que pueda ayudar a calentar sus paredes exteriores. Para evitar este inconveniente se emplean varios procedimientos, siendo los más importantes:*

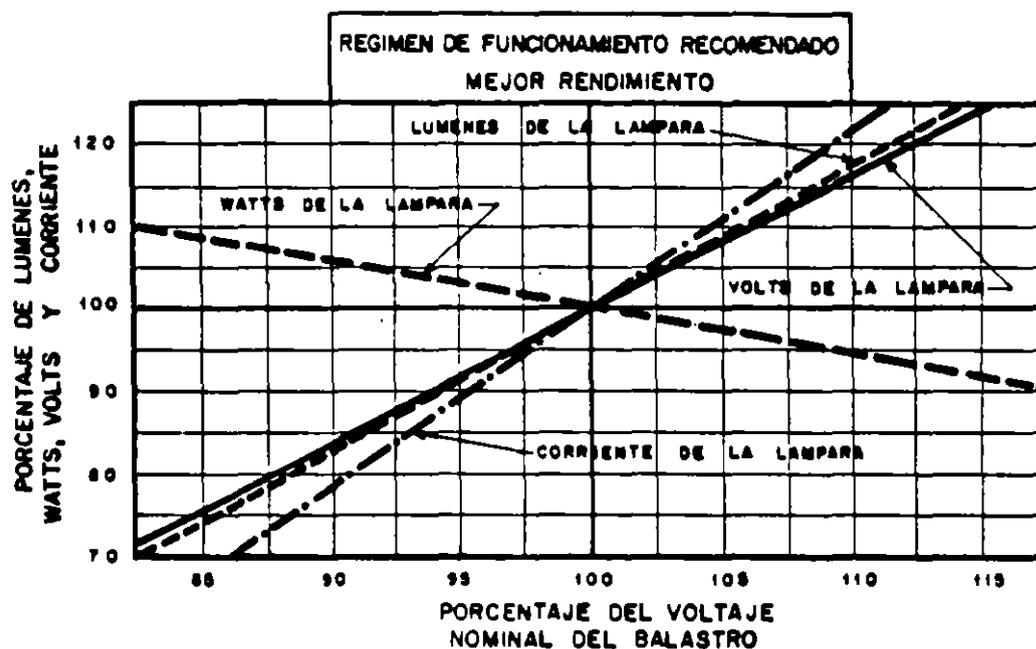
- i) Disponer de una estrecha banda conductora a lo largo del tubo y conectada a uno de los electrodos a través de una resistencia muy elevada situada en el casquillo de la lámpara.*
- ii) Depositar una finísima capa de silicón sobre la superficie exterior de la lámpara que evite la formación de una película continua de humedad.*

#### **EFFECTO DE LAS FLUCTUACIONES EN LA TENSION DE ALIMENTACION.-**

*Aunque las lámparas fluorescentes no son tan sensibles a los cambios de tensión como lo son las lámparas incandescentes, el voltaje en el balastro de las mismas deberá mantenerse dentro del régimen especificado en la etiqueta. Tanto el alto como el bajo voltaje tenderán a reducir la duración y la eficacia de la lámpara a diferencia de las lámparas incandescentes en las cuales se usa el voltaje reducido para prolongar la duración reduciendo la eficacia de las mismas.*

*Los bajos voltajes pueden causar problemas de arranque en las lámparas fluorescentes. El efecto producido por los volts de línea, los amperes, watts y lúmenes se pueden observar en la*

figura 11.25.



**FIG 11.25.- EFECTO DE LAS FLUCTUACIONES DE TENSION EN EL COMPORTAMIENTO DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES.**

El bajo voltaje de la línea puede reducir la corriente de precalentamiento en las lámparas de precalentamiento previo, dando como resultado el relampagueo frecuente de estas lámparas durante el arranque. Con esto se reduce la duración nominal de la lámpara debido al material emisor que es expulsado de los cátodos. Si las lámparas de arranque rápido se hacen trabajar con un bajo voltaje, se verán afectadas por la reducción de la corriente calefactora de los cátodos, lo cual podría afectar en forma adversa el arranque, a la vez que aceleraría la decoloración en los extremos y acortaría la duración de las mismas.

Aún durante el periodo de encendido, las lámparas de

*arranque rápido deberán tener un voltaje catódico adecuado. Si se sujetan a una disminución considerable en el voltaje de la línea, las lámparas fluorescentes se apagarán ya sea intermitentemente o por periodos más largos, según lo que dure la reducción. El porcentaje fluctúa con el tipo de la lámpara que se use y las características del reactor. A continuación se dan las caídas de tensión que harán que las lámparas de 40 watts se apaguen:*

<i>Tipo</i>	<i>Pre calentamiento</i>	<i>.....</i>	<i>25X</i>
"	<i>Arranque Rápido con Secuencia Serie</i>	<i>.....</i>	<i>20X</i>
"	<i>Arranque Instantáneo con Secuencia Serie</i>	<i>.....</i>	<i>50X</i>
"	"	<i>de Adelanto y Retraso</i>	<i>.... 40X</i>

*Los balastros normales están previstos para asegurar el encendido en condiciones normales del 7% pero algunos tipos especiales pueden asegurar una variación mayor.*

*EFECTO DE LA FRECUENCIA.- Las características limitadoras de corriente de una reactancia dependen directamente de la frecuencia de la red y por esta razón los reactores deben usarse únicamente en redes de frecuencia para la que fueron proyectados. Con una frecuencia inferior, por ejemplo en el caso de un reactor para 60 hertz conectado a una red de 50 hertz, permitirá que circule una corriente mayor a través de la lámpara lo que provocará un acortamiento de la vida de la misma y un calentamiento del propio reactor.*

*Con una frecuencia mayor a la nominal, el reactor reducirá la corriente de la lámpara a un valor abajo del nominal con la consiguiente disminución de la emisión lumínica.*

*Por otro lado, el funcionamiento de las lámparas fluorescentes a altas frecuencias -como por ejemplo 400 hertz-*

*aumenta la eficacia de la lámpara y hace posible la reducción del tamaño, peso y pérdidas del reactor. La utilización práctica de las ventajas mencionadas depende del desarrollo de un equipo eficiente y económico para obtener tales frecuencias.*

***FUNCIONAMIENTO CON C.C.-** Las lámparas fluorescentes pueden funcionar con c.c. siempre y cuando se use una resistencia conectada en serie con un reactor inductivo y se cuente con un voltaje lo suficientemente alto. En un circuito de este tipo todavía es necesario hacer un reactor inductivo para producir el impulso necesario para arrancar la lámpara cuando el interruptor se abre.*

*Dado que la bobina de inducción no tiene ningún efecto limitador sobre la corriente continua que fluye sobre el arco, se debe usar una resistencia conectada en serie con la lámpara y la propia bobina para limitar la corriente. La eficacia se reduce en comparación con el funcionamiento con corriente alterna, debido a que la resistencia consume aproximadamente tanta energía como la lámpara. La duración de esta última será también menor.*

*Otro problema en esta aplicación lo presenta el flujo constante de la corriente continua en una sola dirección, lo cual hace que el mercurio se desplace hacia el extremo negativo del tubo. Como resultado, el extremo positivo se atenúa después de varias horas de funcionamiento. El conmutador inversor de polaridad se recomienda para todas las lámparas de 20 watts o más para invertir la función de los electrodos a intervalos de unas cuantas horas y eliminar así la tendencia de que la lámpara encienda débilmente en uno de sus extremos.*

*Para las lámparas más cortas -que no sufren con la migración del mercurio- resulta útil usar un conmutador inversor*

para equilibrar el desgaste de los cátodos invirtiendo la dirección de la corriente. El conmutador de control debe ser del tipo que invierte la corriente automáticamente cada vez que enciende la lámpara.

**INTERFERENCIA DE RADIO.-** Todas las lámparas de descarga pueden producir interferencias en los receptores de radio y televisión debidas a las oscilaciones de alta frecuencia que se producen en las lámparas; estas oscilaciones se manifiestan en forma de ruidos molestos o de perturbaciones en la imagen televisada. Las causas son muy complejas, pero pueden reducirse esencialmente a tres:

- a) Radiación directa de la propia lámpara a la antena del receptor o televisor.
- b) Radiación de los conductores de alimentación de la lámpara a la antena del receptor.
- c) Transmisión directa desde la lámpara fluorescente al receptor, a través de la línea de alimentación.

En los dos primeros casos la mayoría de las veces quedará por debajo de los límites molestos si estos elementos (lámpara y conductores) quedan a bastante distancia de la antena del receptor; puede considerarse suficiente una distancia entre 2.5 y 3 metros. Si no es posible establecer esta distancia y por lo tanto se siguen presentando estas molestas perturbaciones habrá que recurrir a otros métodos, que aunque sencillos, no se mencionarán por estar fuera del objetivo de este trabajo.

**COLOR DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES.-** Las lámparas fluorescentes son indudablemente las que son capaces de producir más variedad de colores, gracias a la calidad y tipo de los fósforos que revisten el tubo. Resulta muy difícil dar una definición exacta

de color, entre otras cosas porque este concepto se presta a una doble interpretación. Por una parte, el color es un fenómeno físico que, como todos los fenómenos físicos es mensurable, o sea que puede ser medido con relación a una unidad.

Por otra parte, el color es una sensación, es decir, la respuesta a un estímulo luminoso que se capta por medio de un órgano sensorial (el ojo humano), y que, seguidamente se percibe por el cerebro. El efecto de toda radiación luminosa varía con su longitud de onda. Dicho de otro modo a cada longitud de onda le corresponde siempre una sensación particular de color. Cada color está asociado por convención a la temperatura de un cuerpo patrón que al calentarse emite un color específico asociado a cada temperatura. La escala de temperatura es absoluta y se da en grados Kelvin.

Los colores más comunes en las lámparas fluorescentes son los siguientes:

COLOR	NOMENCLATURA	TEMP. DE COLOR(°K)
BLANCO CALIDO	WW	3000
BLANCO	W	3500
BLANCO FRIO	CW	4200
BLANCO LIGERO	LW	4200
BLANCO CALIDO DE LUJO	DWW	3000
BLANCO FRIO DE LUJO	DCW	4100
LUZ DE DIA	D	7500

Entre los colores anteriores, los más usados en México son aquellos cuya curva de distribución de energía espectral se muestra en la figura 11.26.

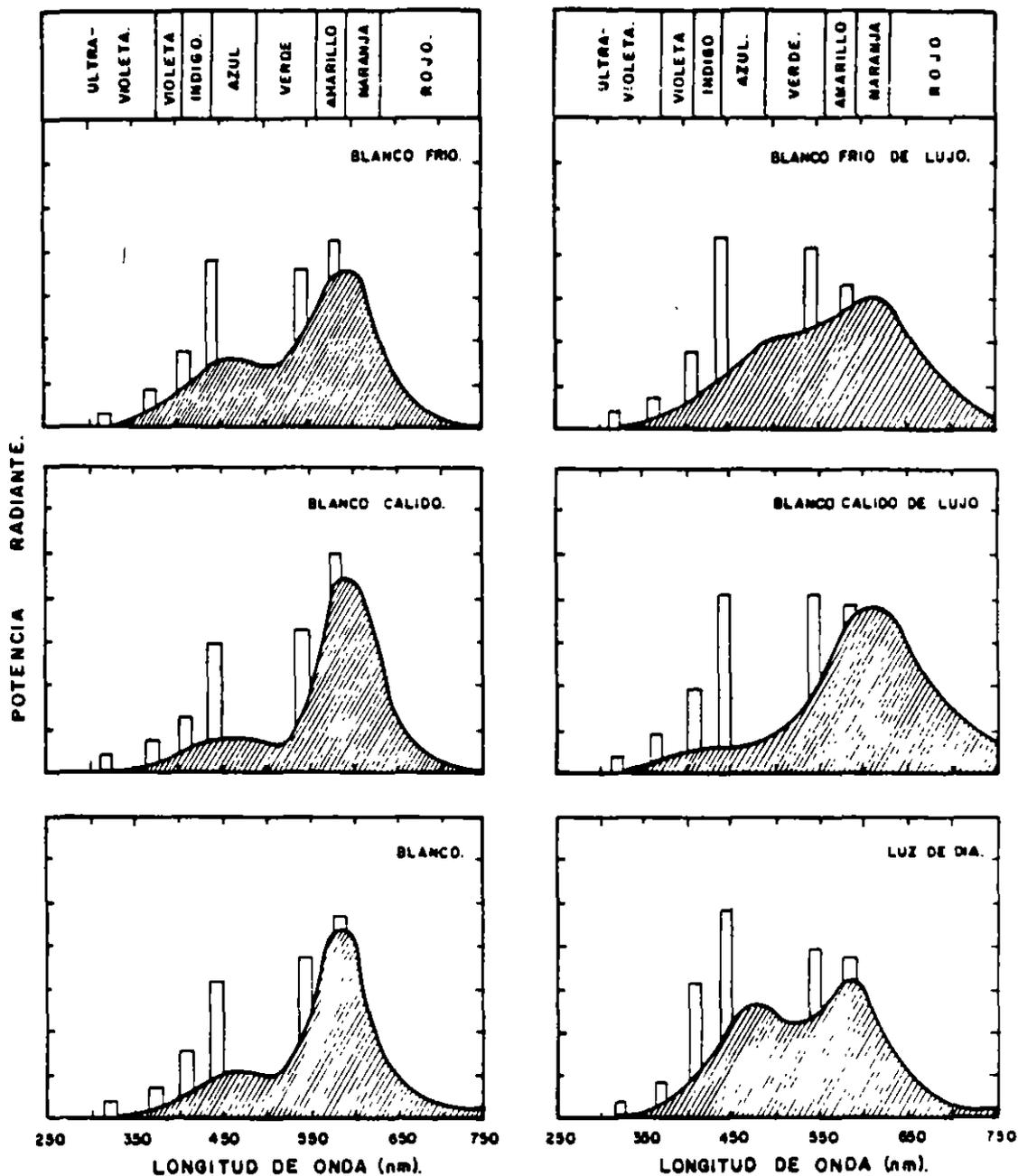


FIG 11.25.- CURVAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ESPECTRAL EN LAMPARAS FLUORESCENTES.

La lámpara Luz de Día se llama así debido a que el espectro luminoso se asemeja bastante a la de la luz natural. Se aplica en aquellos lugares en que se desea apreciar mejor los colores sin importar la hora ni las condiciones meteorológicas. Sus principales campos de aplicación son los siguientes:

*Industrias Químicas, fábricas textiles, carpinterías y ebanisterías, talleres gráficos y laboratorios, peleterías, estudios de fotografía, relojerías, joyerías, tiendas y supermercados, así como museos, galerías de arte, clínicas y consultorios.*

*La lámpara Blanco Frio es la lámpara fluorescente cuyo campo de aplicación es prácticamente ilimitado. Puede utilizarse por ejemplo para alumbrado industrial, de garages y hangares, oficinas y archivos, talleres, escuelas, etc. siendo estas lámparas las que alcanzan mayores eficacias. Tienen la ventaja práctica de poderse combinar indistintamente con la luz natural y con la luz de las lámparas de incandescencia, gracias a su temperatura de color.*

*La lámpara Blanco Cálido es adecuada en aquellos lugares en que sea esencial una perfecta reproducción de colores. Se utilizan ampliamente en despachos, oficinas, pasillos, industrias de productos alimenticios, aulas, auditorios, jardines infantiles, bibliotecas, salas de lectura, panaderías, jugueterías, papelerías, hoteles, bares, teatros, museos, clínicas, viviendas, etc.*

#### **NOMENCLATURA DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES.-**

*La nomenclatura de las lámparas fluorescentes es de acuerdo a su potencia, longitud, forma, diámetro en octavos de pulgada y color. Las lámparas de precalentamiento y encendido rápido utilizan la potencia nominal de la lámpara en su nomenclatura, mientras que las lámparas HO, VHO, encendido instantáneo y Power Groove utilizan la longitud nominal en su nomenclatura. A continuación se muestran algunos ejemplos:*

■ **F20T12/CW** ■ Indica una lámpara Fluorescente, arranque por precalentamiento, de 20 watts, tubular, con 12/8 de pulgada de diámetro, color blanco frío.

■ **F30CW** ■ Corresponde a una lámpara fluorescente, encendido rápido, 30 watts, color blanco frío.

■ **F96T12/CW/HO** ■ Es una lámpara fluorescente de 96 pulgadas de longitud, color blanco frío, con 12/8 de pulgada de diámetro, Encendido Rápido de Alta Emisión Lumínica.

#### CLASIFICACION.

En la Tabla II.B aparece una clasificación de las lámparas fluorescentes donde se pueden apreciar sus características más sobresalientes.

CARACTERISTICAS DE LAMPARAS FLUORESCENTES										
WATTS	TIPO	ACABADO	LUMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICACIA (LM/W)	FACTOR DE DEPRECIACION	BASE	BULBO	LONGITUD (cm)	ENCENDIDO
7	TUBOS GEN.	BCO. CALIDO	400	10000	57.14	0.70	ENCHUFABLE	GENELOS	13.5	RAPIDO
9	TUBOS GEN.	BCO. CALIDO	600	1000	66.67	0.70	ENCHUFABLE	GENELOS	16.7	RAPIDO
13	TUBOS GEN.	BCO. CALIDO	900	10000	69.23	0.70	ENCHUFABLE	GENELOS	17.7	RAPIDO
22	CIRCULAR	BLANCO FRIO	1050	12000	48	0.72	4 ALFILERES	T-9	20.96	RAPIDO
22	CIRCULAR	LUZ DE DIA	850	12000	39	0.72	4 ALFILERES	T-9	20.96	RAPIDO
32	CIRCULAR	BLANCO FRIO	1900	12000	59	0.82	4 ALFILERES	T-9	30.48	RAPIDO
32	CIRCULAR	LUZ DE DIA	1500	12000	47	0.82	4 ALFILERES	T-9	30.48	RAPIDO
40	CIRCULAR	BLANCO FRIO	2600	12000	66	0.77	4 ALFILERES	T-9	40.64	RAPIDO
20	NORMAL	BLANCO FRIO	1300	7000	65	0.85	MED. 2 ALF.	T-12	60.96	CON ARRANQUE

CARACTERISTICAS DE LAMPARAS FLUORESCENTES  
(Continuación)

WATTS	TIPO	ACABADO	LUMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICACIA (LM/W)	FACTOR DE DEPRECIACION	BASE	BULBO	LONGITUD (cm)	ENCENDIDO
20	NORMAL	LUZ DE DIA	1075	9000	54	0.85	MED. 2 ALF.	T-12	60.96	CON ARRANC.
21	NORMAL	LUZ DE DIA	1030	7500	49	0.81	1 ALFILER	T-12	60.96	INSTANTANEO
39	NORMAL	BLANCO FRIO	3000	9000	77	0.82	1 ALFILER	T-12	121.92	INSTANTANEO
39	NORMAL	LUZ DE DIA	2500	9000	64	0.82	1 ALFILER	T-12	121.92	INSTANTANEO
40	NORMAL	BLANCO FRIO	3150	12000	79	0.83	1 ALFILER	T-12	121.92	RAPIDO
40	NORMAL	LUZ DE DIA	2600	12000	65	0.83	MED. 2 ALF.	T-12	121.92	RAPIDO
40	TIPO "U"	BLANCO FRIO	2900	12000	73	0.84	MED. 2 ALF.	T-12	57.15	RAPIDO
75	NORMAL	BLANCO FRIO	6300	12000	84	0.89	1 ALFILER	T-12	243.84	INSTANTANEO
75	NORMAL	LUZ DE DIA	5450	12000	73	0.89	1 ALFILER	T-12	243.84	INSTANTANEO
60	H.O.	BLANCO FRIO	4300	12000	72	0.82	2 CONT. EMBUT	T-12	121.92	RAPIDO
85	H.O.	BLANCO FRIO	6650	12000	78	0.72	2 CONT. EMBUT	T-12	182.88	RAPIDO
110	H.O.	BLANCO FRIO	9200	12000	84	0.82	2 CONT. EMBUT	T-12	243.84	RAPIDO
110	H.O.	LUZ DE DIA	7800	12000	71	0.82	2 CONT. EMBUT	T-12	243.84	RAPIDO
110	V.H.O.	BLANCO FRIO	6250	10000	57	0.69	2 CONT. EMBUT	T-12	121.92	RAPIDO
165	V.H.O.	BLANCO FRIO	9900	10000	60	0.72	2 CONT. EMBUT	T-12	182.88	RAPIDO
215	V.H.O.	BLANCO FRIO	14500	10000	67	0.72	2 CONT. EMBUT	T-12	243.84	RAPIDO
110	P. GROOVE	BLANCO FRIO	7450	12000	68	0.69	2 CONT. EMBUT	PG-17	121.92	RAPIDO
165	P. GROOVE	BLANCO FRIO	11500	12000	70	0.69	2 CONT. EMBUT	PG-17	182.88	RAPIDO
215	P. GROOVE	BLANCO FRIO	16000	12000	74	0.69	2 CONT. EMBUT	PG-17	243.84	RAPIDO
32	AHORRADORA	BOD. LIGERO	2700	12000	85	0.75	1 ALFILER	T-12	121.92	INSTANTANEO
34	AHORRADORA	BOD. LIGERO	2925	20000	86	0.75	MED. 2 ALF.	T-12	121.92	RAPIDO
60	AHORRADORA	BOD. LIGERO	6000	12000	100	0.75	1 ALFILER	T-12	243.8	INSTANTANEO
95	AHORRADORA	BOD. LIGERO	9100	12000	96	0.75	2 CONT. EMBUT	T-12	243.8	RAPIDO
195	AHORRADORA	BOD. LIGERO	14900	10000	77	0.75	2 CONT. EMBUT	T-12	243.8	RAPIDO

# LAMPARAS COMPACTO FLUORESCENTE

ING. ALEX G. RAMIREZ RIVERO  
GENERTEK, S.A. DE C.V.

## INTRODUCCION.

El constante crecimiento de la popularidad de las lámparas compacto fluorescentes (CFLs) demuestra sus cualidades en aplicaciones de ahorro de energía y larga vida al sustituir a las lámparas incandescentes convencionales. Las CFLs consumen solamente entre una tercera y una cuarta parte de la energía consumida por las incandescentes, teniendo además una vida 10 veces superior. Por ejemplo, una CFL de 13 watts (que consume 17 watts con todo y su balastro) vive 10000 horas y puede producir casi la misma luz que una incandescente de 60 watts que vive usualmente menos de 1000 horas.

Las CFLs están disponibles en una amplia gama de temperaturas de color (TCC), desde 2700° K hasta 5000° K. Tienen generalmente un alto rendimiento de color (CRI) y las hay en una amplia variedad de tamaños, formas y potencias. La cada vez mayor disponibilidad de luminarios diseñados específicamente para operar CFLs (tanto para instalaciones nuevas como remodelaciones) permite que las CFLs satisfagan las necesidades de casi todas las aplicaciones.

Las CFLs se desarrollaron a fines de la década de los 70s, pero fueron introducidas al mercado norteamericano a principios de los 80s. Los primeros modelos

fueron producidos para penetrar en el mercado de las remodelaciones (retrofits). Los modelos integrales que incluyen al conjunto lámpara-balastro con una base tipo Edison son una útil y económica alternativa para reemplazar a las incandescentes en hoteles, conjuntos habitacionales e instalaciones que requieren grandes volúmenes de lámparas. Los sistemas modulares, que usan lámparas que pueden ser intercambiables, también se volvieron muy conocidos. En sus diferentes modelos, las CFLs incrementaron notablemente su popularidad a fines de los 80s. La reciente producción en gran escala de luminarios para CFLs ha permitido incrementar ampliamente su rango de aplicaciones.

## DESCRIPCION DE LA TECNOLOGIA.

Las CFLs son sistemas de iluminación que constan de una lámpara (que incluye casi siempre un arrancador en la base), un portalámpara y un balastro. En muchos casos se incluye dentro del paquete a un adaptador que facilita la instalación. Actualmente hay tres sistemas diferentes (Figura 1):

- \* SISTEMAS INTEGRALES  
conjuntos autobalastados de una sola pieza, que contienen un adaptador

una lámpara y un balastro.

- \* **SISTEMAS MODULARES.** También son conjuntos autobalastados que contienen un adaptador del tipo incandescente, un balastro, un portalámparas y una lámpara reemplazable.
- \* **SISTEMAS DEDICADOS.** Existen cuando un balastro y un socket para una lámpara fluorescente se alambran como parte de un luminario para CFLs. Mientras los sistemas integrales y los modulares se diseñan para instalarse en los sockets de base media existentes en los luminarios para lámparas incandescentes, los dedicados son generalmente componentes especiales suministrados como parte de los luminarios específicos para CFLs.

Las lámparas compactas se pueden reemplazar fácilmente tanto en los sistemas modulares como en los dedicados a diferencia de los sistemas integrales, donde la falla de alguna componente requiere la sustitución de todo el conjunto.

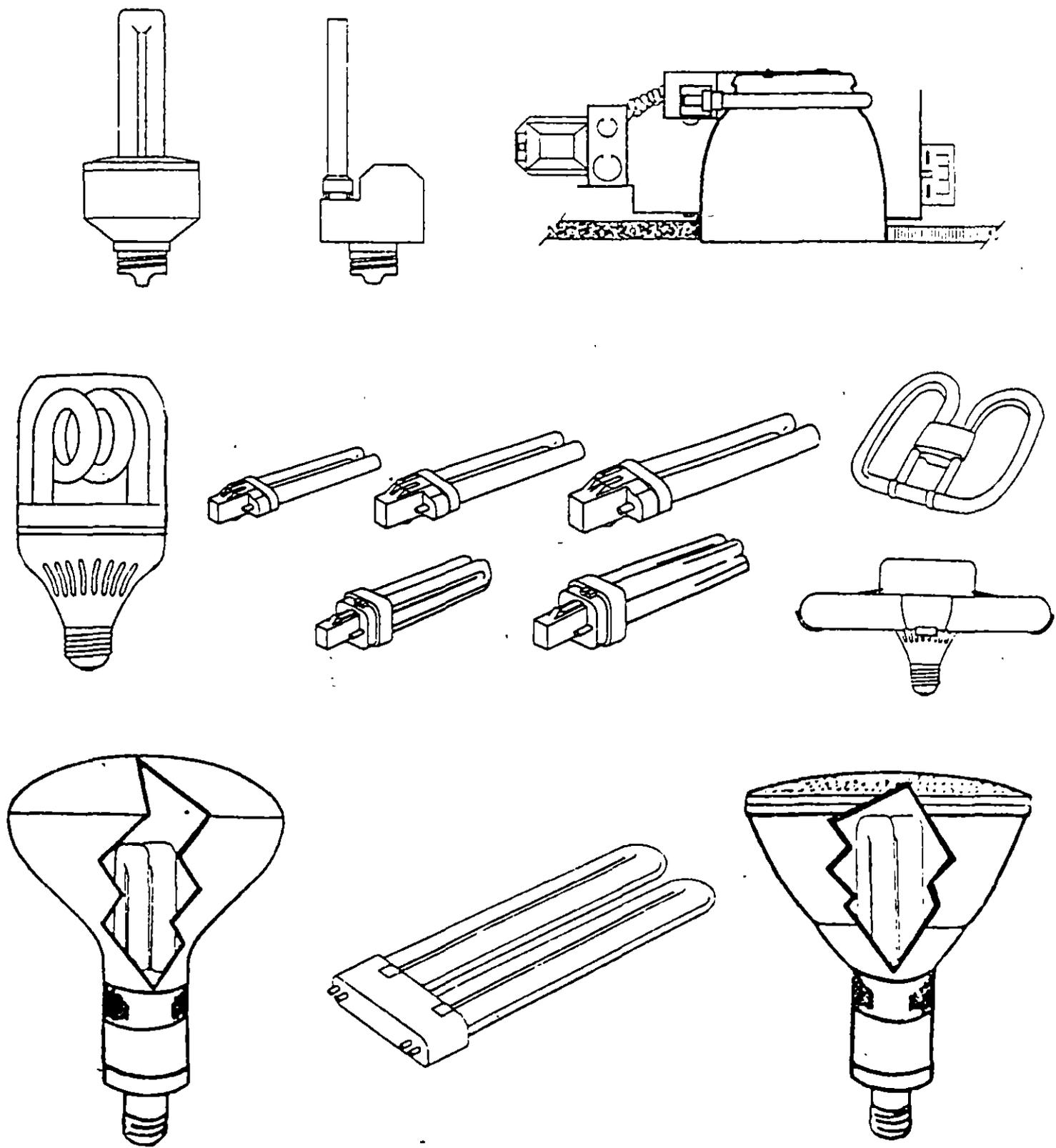
Los sistemas modulares y los integrales son especialmente recomendables para remodelación, mientras que los dedicados se recomiendan para construcciones nuevas, aunque recientemente algunas compañías han lanzado modelos del tipo empotrar que son aplicables para instalaciones en donde existen luminarios para incandescentes. También se tienen ya disponibles equipos para letreros de salida y para iluminación suplementaria de mesas y

escritorios.

## TIPOS DE LAMPARAS.

Los siguientes tipos de lámparas son los que se encuentran disponibles actualmente a través de los fabricantes más importantes (Figura 2):

- \* Lámparas de tubo gemelo sencillo con doble alfiler y diámetro de media pulgada (T4) con arrancador integrado en la base. Operan con balastro económico tipo electromagnético de circuito serie. Las hay de potencias de 5 a 13 watts y se encuentran disponibles tanto para sistemas modulares como dedicados.
- \* Lámparas de doble tubo gemelo (llamadas Quad) con doble alfiler y diámetro T4 ó T5 con arrancador integrado en la base. Estas lámparas producen más luz que las de tubo gemelo sencillo y están disponibles en potencias de hasta 27 watts. Se aplican en todos los sistemas de CFLs.
- \* Lámparas de doble tubo gemelo con cuatro alfileres y diámetro T4 ó T5. Gracias al número de alfileres no requieren de arrancador en la base. Estas lámparas están diseñadas para usarse principalmente con balastos electrónicos. Las T5 de mayor potencia (hasta 55 watts) usan bases 2G11 aunque por sus características en ocasiones se consideran como



a) Versiones más comunes de Lámparas Compacto-Fluorescente

lámparas fluorescentes estándar.

Las CFLs para sistemas integrales generalmente son de tubo gemelo doble ó sencillo operadas con balastro que puede ser electromagnético ó electrónico y adaptador con base atornillable. En algunos casos pueden incluir un reflector con diseño óptico avanzado aunque son más comunes los modelos que incluyen un difusor envolvente.

### **BALASTROS.**

Las CFLs son lámparas de descarga en gas que requieren de un balastro para arrancar y operar adecuadamente. Un balastro proporciona el voltaje necesario para arrancar la lámpara y una vez encendida, mantiene a la lámpara en operación. Todos los balastros consumen cierta cantidad de energía que debe siempre considerarse cuando se determina la eficacia de un sistema.

Tanto los sistemas modulares y los integrales combinan a una base tipo Edison y a un balastro para la instalación directa en los luminarios para lámparas incandescentes. Todas las otras CFLs están diseñadas para operar con un balastro externo que debe ser específico para cada tipo de lámpara y potencia. Las opciones de balastros para CFLs son las siguientes:

- \* **BALASTROS TIPO SERIE CON FACTOR DE POTENCIA NORMAL.** Estos balastros son comunes en las lámparas pequeñas de dos alfileres. Tienen generalmente factor de potencia muy bajo (0.45

para 120 volts y 0.25 para 277 volts), por lo que es importante calcular cuidadosamente la carga real de los circuitos cuando se diseña el sistema de distribución.

- \* **BALASTROS TIPO SERIE DE ALTO FACTOR DE POTENCIA.** También diseñados para lámparas pequeñas de precalentamiento, estos balastros tienen capacitores para elevar el factor de potencia a 0.9. Son más caros y más grandes que los de bajo factor, pero permiten reducir los costos de los circuitos de alimentación.
- \* **B A L A S T R O S ELECTROMAGNETICOS AHORRADORES DE ENERGIA.** Las lámparas de mayor potencia diseñadas para bases 2G11 de 4 alfileres pueden generalmente operar con balastros similares a los usados con las lámparas fluorescentes estándar. La mayor parte son del tipo ahorradores de energía y cumplen con las normas americanas de balastros.
- \* **BALASTROS PARA VARIAR LA POTENCIA DE LAS LAMPARAS (DIMMEABLES).** Las lámparas de 4 alfileres sin arrancador pueden usarse tanto con un balastro electromagnético dimmeable que incluya una caja de control en pared, como por un dimmer electrónico ó un balastro electrónico dimmeable. Se recomienda consultar la información técnica de los

fabricantes.

- \* **BALASTROS ELECTRONICOS.** Existen muchos productos integrales disponibles actualmente que combinan una lámpara de tubo gemelo doble ó sencillo con un balastro electrónico. Esta combinación elimina el flicker indeseable que se presenta durante el arranque en las CFLs con arrancador integrado en la base.

Además de los sistemas integrales con balastro electrónico, actualmente muchos fabricantes ofrecen luminarios para CFLs con balastos electrónicos en lugar de electromagnéticos, ofreciendo las siguientes ventajas:

- \* La eficacia del sistema (dada en lúmenes por watt incluyendo las pérdidas del balastro) es en promedio 20% mayor con un balastro electrónico. Bajo condiciones de prueba a 25°C la eficacia de una CFL balastrada electrónicamente se encuentra entre 50 y 70 lúmenes por watt, a diferencia de una CFL balastrada electromagnéticamente que produce entre 40 y 55 lúmenes por watt.
- \* El tiempo de arranque de una CFL operada electrónicamente es menor de un segundo, mientras que con

un balastro electromagnético puede llegar hasta 4 segundos.

- \* El balastro electrónico reduce notablemente el flicker.
- \* Los balastos electrónicos generalmente operan n muchos más silenciosamente que los electromagnéticos.
- \* Los balastos electrónicos son mucho más ligeros que los electromagnéticos y pueden fabricarse en tamaños mucho menores.

Sin embargo, una desventaja importante de los balastos electrónicos para CFLs es su alto precio. Esto se debe en parte a que hay pocos balastos electrónicos en los sistemas modulares en donde la lámpara puede reemplazarse independientemente del balastro. Los diseños electrónicos integrales requieren que el balastro se reemplace junto con la lámpara. Adicionalmente, muchos de los productos disponibles actualmente presentan un alto porcentaje de distorsión armónica total (THD). Los efectos de la THD producida por un balastro para CFL se está evaluando actualmente por parte de las compañías suministradoras de energía eléctrica, aunque los estudios preliminares indican que la THD producida es insuficiente para causar problemas severos.

## PARAMETROS IMPORTANTES EN EL SISTEMA ELECTRICO.

El bajo factor de potencia es un indicador del efecto que las CFLs pueden causar en el sistema de distribución. Los sistemas con CFLs tienen generalmente factores de potencia mucho menores a 0.9, valor que se alcanza y rebasa casi siempre con las fluorescentes convencionales. El factor de potencia es una medida del funcionamiento eléctrico, que determina qué tan adecuadamente se está convirtiendo la corriente de entrada en potencia útil suministrada a la lámpara. Una utilización óptima de la corriente produciría un factor de potencia unitario y significaría que el producto de la corriente por el voltaje (volt-amperes ó VA) es igual a la potencia usada (watts). La mayoría de los sistemas con CFLs (ya sea con balastos electrónicos o electromagnéticos) funcionan con bajo factor de potencia (de 0.5 a 0.7 a 120 volts y 0.21 a 277 volts). Por tanto, una lámpara de 13 watts que incluyendo su balastro consume 17 watts con factor de potencia de 0.5, demanda 34 VA a 120 volts o sea el doble de corriente de lo que tomaría con factor de potencia unitario. La corriente de los circuitos y la protección contra sobrecorriente están basadas en los VA. Por eso es importante consultar con un representante de la compañía suministradora ó con un ingeniero especialista cuando se piense usar un número elevado de balastos de bajo factor de potencia en luminarios para CFLs.

Los balastos de alto factor de potencia para CFLs están disponibles en el mercado, pero en la mayoría de los casos los

fabricantes de luminarios sólo los ofrecen como una opción a mayor precio. Las compañías suministradoras de energía eléctrica en EEUU están recomendando en sus programas de ahorro de energía el uso de balastos de alto factor, lo que seguramente tenderá a incrementar su disponibilidad en el futuro. Ya sea con balastos de alto ó de bajo factor de potencia los ingenieros proyectistas deben tomar en cuenta los datos sobre la corriente de entrada de cada balastro cuando diseñen la carga de cada circuito.

La distorsión armónica es otro indicador del efecto que las CFLs tienen sobre la calidad del servicio eléctrico. Cualquier carga no lineal como una computadora personal, un variador estático de velocidad para motores, una televisión ó una CFL causa distorsión armónica en los sistemas de distribución. La mayoría de los balastos electromagnéticos para CFLs produce una THD entre 15% y 25%. La THD de casi todos los balastos electrónicos para CFLs es mucho más alta debido a la distorsión de la forma de onda de la corriente. La distorsión de la onda senoidal también puede estar asociada con una reducción en el factor de potencia. Otro punto importante es la presencia de terceras armónicas (180 Hz). Estas armónicas pueden causar sobrecalentamiento en el hilo neutro de los sistemas trifásicos de edificios comerciales antiguos. Este problema generalmente no es grave cuando se instalan CFLs gracias a que la carga total con estas lámparas por lo general no es muy grande.

Actualmente se tienen disponibles productos que reducen tanto la THD como la

tercera armónica de los balastos electrónicos llegando a valores tan bajos como los producidos por los balastos electromagnéticos. Se dispone actualmente de sistemas integrales de CFL's con balastos electrónicos con alto factor de potencia y baja THD. Sin embargo, debido a que estos productos son de mayor tamaño, a que producen una mayor radio interferencia (RFI) y a que son más costosos su desarrollo se ha visto limitado.

### **CONTROL DE POTENCIA DE LAMPARA (DIMMEO).**

En general, la potencia de las CFLs no puede controlarse usando equipo convencional de dimmeo. Por ejemplo, de acuerdo con algunos de los fabricantes de lámparas, si se usa un dimmer convencional para incandescentes en un sistema integral de CFL (especialmente los que usan balastro electrónico) se puede causar un incendio. Sin embargo, hay dos productos especiales que sí pueden dimmear CFLs:

- \* Adaptadores que permiten que un dimmer para incandescente dimmee una CFL de doble tubo gemelo con cuatro pins. El adaptador sólo puede usarse con un balastro específico que esté instalado en el luminario desde fábrica.
- \* Balastos dimmeables de estado sólido que controlan la potencia de lámparas de cuatro alfileres con tubo gemelo sencillo ó doble a través de un potenciómetro remoto ó de una señal de bajo voltaje.

### **ENCENDIDO-APAGADO.**

La vida de cualquier lámpara fluorescente (incluyendo las CFLs) se ve afectada por el número de veces que sea encendida y apagada durante su vida. La vida nominal de las fluorescentes que aparece en los catálogos de los fabricantes está basada en períodos de 3 horas de encendido. Si estos períodos se reducen la vida de la lámpara se acorta. Sin embargo, con la tecnología desarrollada con los balastos electrónicos modernos los fabricantes incluyen circuitos que optimizan la secuencia de encendido (llamada "arranque suave") y así se mantiene la vida nominal de la lámpara aún cuando los períodos de encendido se acorten. Es recomendable consultar la información técnica de los fabricantes si la aplicación requiere períodos de encendido cortos.

También requieren especial atención los productos modernos para control electrónico. Los dispositivos instalados en pared como apagadores de tacto, relojes y sensores de presencia pueden no ser compatibles con la mayoría de CFLs. Esta incompatibilidad se debe casi siempre al uso de interruptores de estado sólido (triacs) en lugar de interruptores en aire ó relevadores. Una corriente pequeña constante (insuficiente para encender una lámpara incandescente) pasa a través de la carga cuando el control está en la posición de "apagado". En balastos electromagnéticos para CFLs esta corriente causa calentamiento continuo de los electrodos e intento constante de arranque, lo que reduce la vida de la lámpara. Cuando se aplica con balastos electrónicos, el propio balastro puede eliminar esta pequeña

corriente, lo que causa que el control sea inoperante.

## **CONDICIONES AMBIENTALES Y EFICACIA.**

Es importante tomar en cuenta que las condiciones de laboratorio bajo las cuales se mide el flujo luminoso de las CFLs son frecuentemente diferentes a las condiciones reales en campo. Las dos condiciones ambientales que afectan significativamente el funcionamiento de las CFLs son la temperatura ambiente del aire y la orientación ó posición de la lámpara.

La figura 3 muestra las curvas típicas de funcionamiento de las CFLs en función de la temperatura ambiente y la posición (base arriba, horizontal y base abajo). Se puede notar que mientras la lámpara produce los lúmens nominales en posición base arriba a 25°C, el flujo luminoso cae a 80% de los nominales cuando la temperatura sube a 50°C. En las aplicaciones donde las CFLs están montadas en luminarios de volumen reducido y poca circulación de aire (como en luminarios empotrados) es frecuente que la temperatura interior del luminario varíe entre 40°C y 50°C y que por lo tanto el flujo luminoso se reduzca notablemente. Algunos fabricantes de luminarios para CFLs han desarrollado nuevos modelos diseñados para mejorar la ventilación de aire con el objeto de reducir la temperatura de trabajo y mejorar el flujo luminoso.

La figura 3 también muestra como la posición de operación de las CFLs puede tener una marcada influencia en la

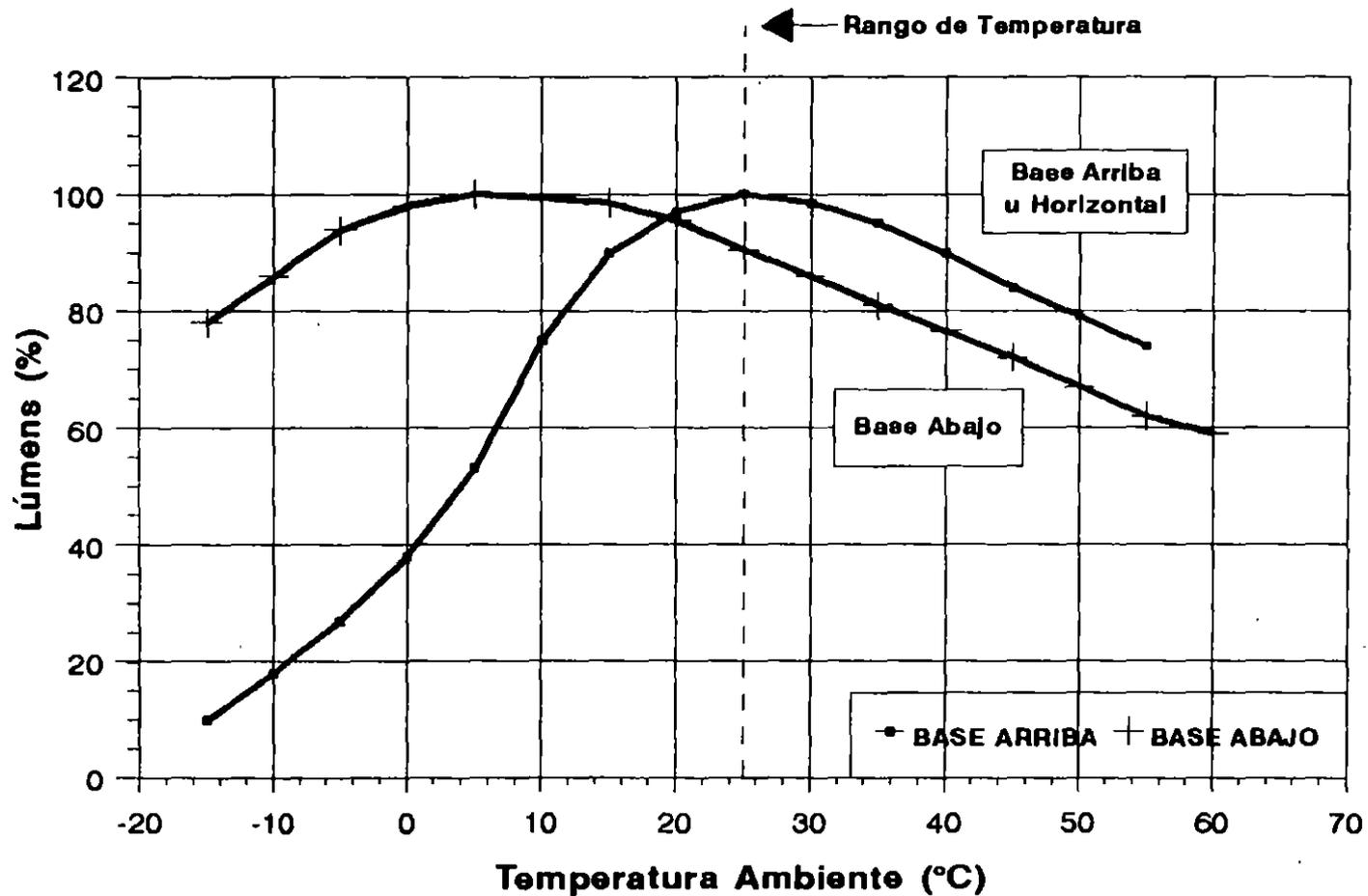
producción de lúmens. Aunque la temperatura ambiente de la lámpara se mantenga fija en 25°C una CFL operando en posición horizontal ó base arriba producirá aproximadamente 20% más lúmens que cuando opera con la base abajo. Por lo tanto, en todas las aplicaciones donde una CFL se instale con la base abajo (como sucede en los retrofits ó en sustitución de incandescentes para iluminación de mesas ó escritorios) debe tomarse en cuenta que el flujo luminoso se reducirá por lo menos 10%. A temperaturas superiores, la reducción del flujo luminoso en posición base abajo es del orden de 15%. Para cada tipo específico de lámpara debe considerarse la información del fabricante, ya que existen diferencias en el funcionamiento de acuerdo con la forma y potencia de la lámpara.

## **PRODUCTOS DISPONIBLES ACTUALMENTE.**

Como se explicó previamente, las CFLs son muy eficaces, tienen alto rendimiento de color y existen en un amplio rango de temperaturas de color. Estas cualidades se deben principalmente al uso de fósforos de tierras raras (RE). El balance relativo de estos fósforos determina la temperatura de color de la lámpara. Los fósforos de tierras raras son esenciales en la operación de las CFLs porque permiten una alta densidad de potencia en un tubo de diámetro pequeño. Si se usaran halofósforos convencionales con la misma densidad se produciría una rápida y severa depreciación de lúmens.

La mayor parte de las CFLs son

## EFFECTO DE LA POSICION Y LA TEMPERATURA AMBIENTE EN LA PRODUCCION DE LUZ DE LAS CFLs



La temperatura ambiente y la posición de operación afecta a las CFLs. Las curvas corresponden a un tipo específico de lámpara en un ambiente natural. El funcionamiento puede variar notablemente con la base abajo, dependiendo de la configuración y potencia de la lámpara (Fuente: Osram Corporation).

capaces de producir entre 50 y 60 lúmenes por watt, eficacia similar a la de otras tecnologías de igual flujo luminoso, como aditivos metálicos y sodio alta presión compactas ó de baja potencia, y similar también a las fluorescentes convencionales tanto rectas, como en forma de "U" y circulares.

### LAMPARAS DE NUEVOS DISEÑOS.

Además de los tipos comunes de CFLs, constantemente se han estado lanzando al mercado lámparas de configuraciones diferentes. Por ejemplo, ya se dispone actualmente de una nueva lámpara cuadrada en forma de Doble D fabricada en tres tamaños y cinco potencias (Figura 4). Su forma y tamaño compactos la hacen apropiada para luminarios de poco volumen. Otro fabricante está produciendo actualmente una nueva lámpara de tamaño subminiatura con bulbo T2 y base wedge, en un amplio rango de longitudes y potencias. Se encuentra disponible tanto en versión de cátodo frío como cátodo caliente. Al igual que todas las CFLs estas lámparas usan fósforos de tierras raras de alto rendimiento de color, con una eficacia de 80 lúmenes por watt sin considerar las pérdidas del balastro. En este momento, el desarrollo de luminarios y balastros para estas lámparas ha sido muy lento, lo que ha limitado su aplicación. De cualquier forma, las aplicaciones probables para estas lámparas incluyen iluminación suplementaria, de señales y letreros.

Actualmente varios fabricantes están produciendo CFLs de triple tubo en "U"

Esta configuración permite mayor producción de luz con un paquete reducido. Por otro lado, otro fabricante ha empezado la producción de una CFL de 20 watts con balastro electrónico con alto factor de potencia y baja THD. Esta versión mide solamente 6 pulgadas de longitud y produce un flujo luminoso similar a una incandescente de 75 watts.

Los desarrollos actuales de nuevas CFLs están encaminados para producir una mayor variedad de lámparas con mayores potencias, formas diferentes y con bases tanto simples como de cuatro alfileres (2G7, 2G11, etc). Estas nuevas lámparas pueden usar balastros electrónicos, pueden ser dimmeadas y eliminar la mayor parte del flicker que se presenta normalmente con las CFLs, por lo que prometen incrementar el número de aplicaciones.

### DISEÑO DE LUMINARIOS PARA LAMPARAS COMPACTO FLUORESCENTES.

Las atractivas oportunidades de ahorro con luminarios para CFLs han causado que muchos fabricantes lancen al mercado productos que son simplemente luminarios incandescentes con sockets para fluorescentes. El especialista en iluminación debe tener precauciones sobre todo sobre para evitar los siguientes problemas:

- \* Uso de reflectores y otros componentes diseñados especialmente para lámparas incandescentes (causando problemas de eficiencia del luminario).

- \* Problema de sobrecalentamiento, que provoca reducción de vida de la lámpara y el balastro y disminución del flujo luminoso (problema de diseño de luminario).
- \* Producción de ruido por la lámpara y el balastro (problema del luminario y limitante de aplicación).
- \* Temperatura excesivamente alta ó baja en la pared del bulbo de la lámpara, causando disminución del flujo luminoso nominal (problema de diseño del luminario y aplicación).
- \* Alta distorsión armónica, bajo factor de balastro y bajo factor de potencia en ciertas combinaciones de lámpara-balastro (consultar con la guía de balastros fluorescentes eficientes).

### TIPOS DE LUMINARIOS.

Las CFLs de potencias más bajas están diseñadas para usarse en lugar de las lámparas incandescentes en una amplia variedad de formas y tamaños de luminarios. Las de tubo gemelo son especialmente aplicables para iluminación de mesas y escritorios, candelabros, letreros de salida e indicadores de ruta. La combinación de dos lámparas de tubo gemelo alineadas horizontalmente han resultado una excelente opción para sustitución de incandescentes en luminarios empotrados en techo, por lo que muchos fabricantes han diseñado nuevos luminarios usando este concepto. Las tipo quad tienen aplicaciones similares en luminarios empotrados en techo, para baño

de pared y en el tipo candelabro. La figura 5 ilustra algunos de los luminarios usados para distintos tipos de CFLs.

### REMODELACION (RETROFIT).

Las CFLs del tipo modular e integral con socket tipo Edison por lo general no son tan eficientes como las usadas en los sistemas dedicados, pero aún así son una opción muy buena para sustituir a las incandescentes de los luminarios existentes. Los sistemas integrales y modulares están disponibles tanto con balastros electromagnéticos como electrónicos. Los electrónicos operan con una eficiencia mayor y prácticamente sin producir ruido ni flicker.

### RECOMENDACIONES SOBRE APLICACION.

En general, las CFLs son aplicables en aquellos casos en los que existen incandescentes ó fluorescentes convencionales de baja potencia. Pueden usarse en muchísimas aplicaciones de tipo residencial, comercial, remodelaciones (retrofits) y nuevas construcciones.

### SUSTITUCION DE LAMPARAS INCANDESCENTES.

Las CFLs en la mayoría de los casos pueden ser utilizadas en las áreas que fueron originalmente diseñadas con lámparas incandescentes. Estas áreas pueden ser con luminarios empotrados, para baños de pared iluminación suplementaria de escritorio

candelabros, esquineros, aparadores, proyectores de tipo residencial y comercial y en muchas aplicaciones más. En la mayor parte de los casos, las CFLs producen de tres a cuatro veces más luz que las incandescentes de la misma potencia. Por ejemplo, una CFL de 13 watts produce aproximadamente la misma luz que una incandescente de 40 a 60 watts.

La sustitución de incandescentes por medio de CFLs le ofrece importantes ahorros económicos al usuario. Ofrecen ahorros por la reducción de consumo de energía, por el reemplazo de menos lámparas, por la reducción de carga térmica en lugares con aire acondicionado y ahorros en mantenimiento en general que permiten en conjunto recuperar rápidamente la inversión inicial y proporcionar constantes ahorros en la operación. Adicionalmente, los costos iniciales por remodelación frecuentemente son apoyados por medio de bonificaciones por parte de las compañías suministradoras de energía.

### **ALTERNATIVAS CON OTRAS LAMPARAS FLUORESCENTES.**

En potencias reducidas, otros tipos de pequeñas lámparas fluorescentes como las circulares no pueden ofrecer los beneficios de las CFLs, como por ejemplo las múltiples opciones de temperatura de color, las prácticas bases enchufables y el alto rendimiento de color. En muchas aplicaciones típicas de lámparas fluorescentes pequeñas como las usadas en lámparas de escritorio ó de corredor, las CFLs son más efectivas. También, la alta calidad del

rendimiento de color de una CFL se mantiene constante independientemente del reemplazo. En la figura 6 se resume información sobre las opciones de color y otras características de las CFLs.

### **LIMITACIONES.**

Sin duda, las CFLs son excelentes opciones para muchas necesidades comerciales y residenciales, pero su principal desventaja cuando se intenta usarlas en remodelaciones es su tamaño. El conjunto lámpara-balastro es más grande que la incandescente que produce el mismo flujo luminoso, por lo que no siempre pueden adaptarse a los luminarios incandescentes existentes. Por ejemplo, en luminarios empotrados en techo, las CFLs muchas veces sobresalen del luminario y del propio techo, por lo que causan problemas estéticos y de deslumbramiento. También la base y el contenedor del balastro de una CFL es más grande y de diferente forma que una incandescente estándar. Esto provoca que en ocasiones el reflector del luminario no permita instalar el adaptador en el socket. Por estas razones, los especialistas tratan de seleccionar CFLs de una configuración con la que se logre el retrofit adecuado. Muchos de los fabricantes de CFLs facilitan muestras de modelos reales ó productos a escala para que el fabricante del luminario asegure la compatibilidad física antes de promover sus productos.

Otra limitación de las CFLs es que no son recomendables para alturas de montaje grandes (arriba de 4 metros) y además de que en ciertas aplicaciones de

acento requieren tener un reflector cerrado con un haz de luz abierto. Adicionalmente, el diseñador debe tener cuidado al usar CFLs en exteriores con clima frío ya que la operación principalmente de las lámparas de baja potencia se ve afectada negativamente por las bajas temperaturas (menores de 0°C), a menos que los luminarios sean herméticos y/o usen balastros electrónicos.

### **APLICACIONES RESIDENCIALES.**

El uso de luminarios con CFLs es especialmente recomendable en cuartos como cocinas y baños, donde la alta salida de luz, el alto rendimiento de color y el cumplimiento de las normas locales de energía hacen muy atractiva su aplicación. Las CFLs también se usan en aplicaciones de iluminación interior en general y en luminarios cerrados para iluminación exterior (donde el ambiente lo permita) como faroles e indicadores de ruta ó en luces de ambiente con candelabros. Su larga vida también las hace recomendables para lugares en donde el mantenimiento sea complicado y para iluminación de ciertas taras visuales, especialmente aquellas que permitan la configuración de una CFL. Una de las principales razones por las que se espera incrementar las ventas de CFLs en el sector residencial es en términos de los programas de ahorro de energía. Si se lograra aplicar CFLs en las aplicaciones más recomendables de todas las casas en EEUU, se lograría un ahorro de energía eléctrica entre 25% y 50%. En la figura 7 se resumen las principales aplicaciones recomendables para CFLs de uso residencial.

La selección de CFLs para usarse en casas habitación debe hacerse con mucho cuidado. Los recientes diseños de CFLs balastradas electrónicamente son óptimos para aplicaciones residenciales, ya que operan silenciosamente y arrancan casi inmediatamente sin flicker inicial. Otra ventaja adicional es su menor peso y tamaño debido al balastro electrónico. Cuando los equipos con balastros electromagnéticos se usan en aplicaciones residenciales, las cualidades como alta eficiencia y larga vida pueden perderse por la desventaja de producir alto ruido y flicker en el arranque. En muchas aplicaciones residenciales esta operación es intolerable. En todos los casos es conveniente consultar con un especialista para sopesar las características de cada sistema.

### **APLICACIONES COMERCIALES.**

La iluminación comercial representa la mejor aplicación para las CFLs. Los luminarios pueden incorporarse fácilmente a los diseños de iluminación proporcionando ventajas estéticas y energéticas. Actualmente es posible realizar un diseño de primer nivel usando CFLs en lugar de la mayor parte de las incandescentes. En el diseño de la iluminación de oficinas no todos los luminarios incandescentes tienen una versión similar con CFLs. Sin embargo, las oficinas y otros tipos de espacios comerciales e institucionales se verán estéticos y operarán eficientemente usando luminarios apropiados con CFLs. Como resultado, los diseños podrán cumplir más fácilmente con los requisitos del Título 24 contenidos en el Código de Regulaciones de California. La

**Figura 6**  
**Opciones de TCC para CFLs Típicas**

<b>Temperatura de Color</b>	<b>CRI Nominal</b>	<b>Equivalente</b>
2700 K	82	Blanco Cálido, Incandescente, Sodio Blanco
3000 K	85	Blanco Cálido, Incandescente, Halógeno, otras lámparas Fluorescentes y HID de 3000 K.
3500 K	85	Halógeno y otras Lámparas Fluorescentes de 3500 K.
4100 K	85	Blanco Frío, Aditivos Metálicos, otras Lámparas Fluorescentes y de HID.
5000 K *	85	C/D50 y todas las otras Lámparas HID y fluorescentes de alta TCC.

\* no existen tantos productos disponibles como temperaturas de color.

**Figura 7**  
**Aplicaciones de CFLs en Residencias**

<b>Cocinas</b>	<b>Salas</b>	<b>Recámaras</b>	<b>Baños</b>	<b>Áreas Generales</b>	<b>Exteriores</b>
Luminarios Empotrados en Techo	Iluminación Localizada	Iluminación Localizada	Espejos	Escaleras	Linternas
Cocinas Integrales	Lámparas Giratorias	Closets	Luminarios Empotrados en Techo	Cuarto de Lavado	Garages
	Luminarios con lámparas ocultas		Regadera y Tina	Aticos	Corredores
	Luminarios Empotrados en Techo			Closets	Seguridad
	Baño de Pared			Áreas de Juegos	

iluminación con incandescentes debe restringirse para ciertas aplicaciones, como aquellas áreas en donde se requiera un dimmeo muy amplio que sólo puede lograrse con estas lámparas.

En el diseño de tiendas la iluminación con lámparas fluorescentes es adecuada para iluminación general y baño de paredes. Cuando se toma en consideración el consumo de energía, los diseñadores usan incandescentes estándar ó halógenas solamente cuando se requiere que la fuente de luz sea puntual e intermitente ó cuando se necesita un alto valor de candelas. Este es el caso en la iluminación de displays, aparadores de joyería, etc.

En restaurantes y hoteles la mayor parte de las áreas de circulación y otros espacios públicos pueden iluminarse con CFLs, excepto cuando las alturas de montaje sean muy altas y por tanto sea mejor usar lámparas de HID de baja ó mediana potencia. Además, algunos de los luminarios suspendidos y los de tipo candelabro pueden usarse con CFLs. En esos casos, las incandescentes sólo deben usarse donde se requiera iluminación de acento ó dimmeo en un rango muy amplio. En las áreas de comida es muy conveniente usar luminarios con CFLs para dar la iluminación general. En hospitales, laboratorios, escuelas y otras instituciones las CFLs pueden sustituir a las incandescentes en casi todas las aplicaciones.

En iluminación industrial la mayor parte de las compactas tienen aplicaciones limitadas. Sin embargo, la baja producción de calor de las CFLs las hacen

recomendables en ambientes peligrosos donde no se acostumbra usar lámparas de HID.

La figura 8 resume las aplicaciones comerciales más típicas de las CFLs.

## EJEMPLOS.

### JUSTIFICACION DE AHORROS ECONOMICOS EN REMODELACIONES.

Vender la idea de que las CFLs son efectivas, de larga vida y ahorradoras de energía cuando sustituyen a las incandescentes es más fácil cuando el usuario final puede ver, en términos claros, los beneficios de cada alternativa. La figura 9 ejemplifica cómo la sustitución de incandescentes por CFLs puede permitir importantes ahorros de energía y una buena reducción en los costos de operación. La tabla representa una sustitución hipotética en la que el gerente de una industria analiza el cambio de lámparas de 75 watts con luminarios empotrados en techo por CFLs de 20 watts operadas con balastos electrónicos. Se considera que en total existen 60 luminarios.

### ILUMINACION GENERAL CON LUMINARIOS EMPOTRADOS EN TECHO.

Muchos de los corredores y lobbies que existen actualmente fueron diseñados desde nuevos con luminarios incandescentes empotrados en techo de forma circular o

**Figura 8**  
**Aplicaciones Comerciales para CFLs**

<b>Iluminación General</b>	<b>Iluminación de Acento</b>	<b>Iluminación Decorativa</b>	<b>Iluminación Institucional</b>	<b>Iluminación Exterior</b>
Luminarios Empotrados en Techo	Luminarios Empotrados ó Montados en Riel para Baño de Pared	Baño de Pared	Iluminación de Seguridad	Proyectores para Jardín
Luminarios Suspendidos	Esquineros	Candelabros	Iluminación de Pasillos	Puntas de Poste y Bollards para corredores
Sistemas de iluminación Indirecta	Cornizas	Lámparas de Mesa	Letreros de Salida	Iluminación de Pasillos
	Case Display Lights	Áreas de Probadores y Maquillaje	Iluminación para Tareas Específicas	Luminarios montados en riel
	Tiras Continuas Modulares			
	Letreros para Señalización			

**Figura 11**  
**RELACION DE FABRICANTES Y PRODUCTOS**

<b>LAMPARAS</b>	<b>BALASTROS ELECTRONICOS</b>	<b>BALASTROS ELECTROMAGNETICOS</b>
<b>GENERAL ELECTRIC</b>	<b>ADVANCE TRANSFORMER</b>	<b>ADVANCE TRANSFORMER</b>
<b>MITSUBISHI</b>	<b>EBT</b>	<b>MAGNETEK UNIVERSAL</b>
<b>OSRAM</b>	<b>ETTA INDUSTRIES</b>	<b>QUALITY SERVICES E.</b>
<b>PANASONIC</b>	<b>INNOVATIVE INDUSTRIES</b>	<b>RADIONIC</b>
<b>PHILIPS</b>	<b>LUTRON ELECTRONICS</b>	<b>ROBERTSON</b>
<b>SYLVANIA</b>	<b>MAGNETEK TRIAD</b>	<b>SCHUMACHER</b>
	<b>OSRAM</b>	<b>VALMONT ELECTRIC</b>
	<b>VALMONT ELECTRIC</b>	

(La inclusión en esta lista no implica aprobación o compromiso por parte de la CEC, del DOE ni del EPRI. Pueden existir otras compañías que también fabriquen estos productos).

cuadrada de 6 ó 8 pulgadas. Los diseños típicos de estos luminarios son llamados "cans" o "tophat". Una alternativa para ahorrar energía es usar luminarios empotrados del tipo modular diseñados especialmente para operar con CFLs de tubo gemelo sencillo ó doble. Por medio de una cuidadosa selección el diseñador debe preferir a los luminarios fluorescentes que más se parezcan a los incandescentes existentes.

Una "regla de dedo" general es usar aproximadamente el 25% de la potencia usada en el sistema incandescente. Por ejemplo, usar un luminario empotrado con una CFL de 26 watts ó dos de 13 watts en lugar de cada incandescente de 100 watts, dos CFLs de 18 watts para reemplazar a una de 150 watts y dos CFLs de 26 para sustituir a una de 200 watts. En construcciones nuevas se debe evitar en lo posible el uso de adaptadores para instalación en sockets, ya que no son las más eficientes y con el paso del tiempo tienden a ser sustituidas nuevamente por incandescentes.

Ahorrar energía con un sistema de CFLs en luminarios empotrados en techo da siempre mejores resultados que si se trata de ahorrar con opciones de incandescentes. Por ejemplo, para dar de 15 a 20 footcandles en un corredor los luminarios se instalan cubriendo unos 30 pies cuadrados cada uno. La opción de CFLs (2 lámparas de 13 watts) opera a aproximadamente 1 watt por pie cuadrado mientras que la opción de incandescentes (una lámpara de 100 watts) opera a más del triple. Los ahorros superiores a 6 KWH por pie cuadrado al año ahorran 0.6 USD por pie cuadrado anuales.

lo que equivale a unos 18 USD ahorrados cada año por luminario. Se obtienen beneficios adicionales al usar lámparas con mayor vida lo que reduce los costos por mantenimiento al hacer el reemplazo.

### **ILUMINACION EXTERIOR CON LAMPARAS PROYECTORAS.**

Las CFLs también tienen excelentes cualidades si se usan como lámparas proyectoras, teniendo un potencial de ahorro de energía muy alto cuando se comparan con lámparas incandescentes. Muchas aplicaciones de proyectoras para iluminar paredes, letreros, etc. usan lámparas incandescentes PAR38 con haz concentrado. En muchos casos, un luminario de haz concentrado con CFL puede ahorrar energía cuando la temperatura exterior es, lo suficientemente alta para su correcta operación. Por ejemplo, una CFL tipo quad de 22 watts con su propio luminario integrado con reflector es muy buena alternativa para sustituir a una incandescente PAR38 de 100 watts. La CFL incluyendo su balastro consumiría 60 watts menos que una PAR halógena de 90 watts y 70 watts menos si se compara con una PAR estándar de 100 watts.

### **ILUMINACION DECORATIVA.**

Muchos luminarios suspendidos, candelabros y otros tipos ya están disponibles actualmente con lámparas CFLs. Los fabricantes de candelabros que se instalan en pared han sido los de mayor

## Figura 9

### Análisis Económico en Remodelaciones Usando CFLs

**Sistema Existente: 75W A19/1210 Lúmens**  
**Nueva Lámpara: 20W Quad con Balastro Electrónico.**

Potencia de Lámpara Existente	75
Potencia de Nueva Lámpara	20
Watts Ahorrados por Lámpara	55
Horas de Operación al Año	2600
KWH Ahorrados al Año por Lámpara	143
Vida Nominal de la Lámpara Existente	1,000 Hrs.
Vida Nominal de la Nueva Lámpara	10,000 Hrs.
Costo de Energía Eléctrica (KWH)	0.12
Ahorro Económico al Año por Lámpara	\$17.16
Ahorro a lo Largo de la Vida de la Lámpara	\$66.07
Costo de Mano de Obra para Reemplazo	\$7.00
Ahorro en M. de O. en la vida de la Lámpara	\$70.00
Ahorros Económicos al Año por Reemplazo	\$18.18
<b>Ahorros Totales al Año por Lámpara</b>	<b>\$35.34</b>
Costo del Retrofit	\$22.00
Bonificación de la Cía. Eléctrica	\$3.00
Costo Neto del Retrofit por Lámpara	\$19.00
Número de Luminarios	60
Costo Total del Retrofit	\$1140.00
<b>Período de Recuperación (Payback)</b>	<b>6.5 meses</b>
Ahorros Totales al Año	\$2120.40
Ahorro Neto en la Vida de la Lámpara	\$7023.54
Tasa Interna de Retorno	186%

**NOTAS.**

- 1.- Basadas en 10 horas/día, 5 días a la semana
- 2.- Basado en costos promedio en comercios, 1992.
- 3.- Incluye costo de lámpara y mano de obra.
- 4.- Basado en costos de 1992; incluye costo conjunto lámpara-balastro
- 5.- Estimado (varía por Región y Cía. Suministradora).

**Figura 10**  
**Características de CFLs de Tubo Gemelo Sencillo, Doble y tipo Quad.**

Código NEMA	Watts de Línea (Típico)	Lúmenes Nominales	Factor de Balaastro Típico a 120 volts	Lúmenes Reales	Balaastro Tipo	Eficacia del Sistema (l/w)
CFT5W/G23	9	250	.95-1.0	238-250	5W Reactor <sup>5</sup>	26-28
CFT7W/G23 <sup>1</sup>	11	400	.89-.90	356-360	7W Reactor <sup>5</sup>	32-33
CFT9W/GX23 <sup>1</sup>	13	600	.79-.83	474-498	9W Reactor <sup>5</sup>	36-38
CFT13W/GX23 <sup>1</sup>	17	900	.95-1.0	855-900	13W Reactor	50-53
CFQ9W/G23	13	600	.79-.83	474-498	9W Reactor <sup>5</sup>	36-38
CFQ13W/GX23 <sup>2</sup>	17	860	.95-1.0	817-860	13W Reactor	50-53
CFQ10W/G24d	16	600	.95-1.0	540-600	10/13W Auto. <sup>3</sup>	34-38
	13				10/13W React. <sup>4</sup>	42-46
CFQ13W/G24d	18	900	.90-1.0	810-900	10/13W Auto. <sup>3</sup>	45-50
	16				10/13W React. <sup>4</sup>	51-56
CFQ18W/G24d <sup>2</sup>	25	1250	.90-1.0	1125-1250	18W Autotrans. <sup>3</sup>	45-50
	22				18W Reactor <sup>4</sup>	51-57
CFQ26W/G24d <sup>2</sup>	37	1800	.90-1.0	1620-1800	26W Autotrans. <sup>3</sup>	44-49
	31				26W Reactor <sup>4</sup>	52-58
CFQ15W/GX32d	20	900	.90-1.0	819-900	16W Reactor	41-45
CFQ20W/GX32d	27	1200	.90-1.0	1080-1200	22W Reactor	40-44
CFQ27W/GX32d	34	1800	.90-1.0	1620-1800	28W Reactor	48-53

NOTAS:

- 1 - La mayoría de las lámparas cuando cuentan con tubo gemelo
- 2 - La mayoría de las lámparas cuando son del tipo Quad
- 3 - Operación a 120 volts
- 4 - Operación a 277 volts
- 5 - Existen balaastros para operar múltiples lámparas, pero se reduce el flujo luminoso y la vida de las lámparas.

Todas las CFLs consideradas tienen 10,000 horas de vida para períodos de encendido de 3 horas

desarrollo para aplicación de CFLs, por lo que hay una mayor cantidad de diseños disponibles.

## CLASIFICACION DE LOS PRODUCTOS.

Los fabricantes de lámparas acostumbran crear su propia nomenclatura para tener mayor penetración en el mercado, pero estos nombres a veces dificultan la posibilidad de manejar una especificación genérica. Afortunadamente, la Asociación Nacional de Fabricantes de Equipo Eléctrico de EEUU (NEMA) ha desarrollado un sistema genérico de designación para CFLs. En todos los casos el especificador ya puede relacionar fácilmente el producto deseado con el código NEMA. El código consiste de los siguientes elementos:

CF + (Shape) + (Watts) +  
(Designación de la base)

La forma puede ser "T" para tubo gemelo sencillo, "Q" para tipo Quad ó tubo gemelo doble, "S" para forma cuadrada ó "M" para cualquier configuración que no esté cubierta por las anteriores. Por otro lado, las designaciones para la base sí aparecen en los catálogos de los propios fabricantes.

Usando el código de designación de NEMA, una lámpara de 13 watts con tubo gemelo sencillo T4 se designa como:

CFT13W/GX23

Una lámpara de 26 watts T4 tipo Quad de

dos alfileres se designa como:

CFQ26W/G24d.

## FUNCIONAMIENTO DE LAS CFL's.

La siguiente tabla proporciona la información sobre las características de las CFLs más pequeñas. Los datos incluyen a las lámparas de tubo gemelo sencillo y doble. Al usar la información es importante tomar en cuenta que los fabricantes de sistemas modulares con CFLs generalmente proporcionan la salida de luz del sistema lámpara-balastro del mismo valor que el flujo luminoso nominal dado por el fabricante de la lámpara. En la práctica, los lúmens de los sistemas modulares son menores que los nominales de las lámparas debido a que el factor de balastro (una medida de cada balastro en particular) es menor del 100%. Al usar las tablas, los lúmens nominales de lámpara deben multiplicarse por el factor de balastro para obtener los lúmens reales. Si no se considera el factor de balastro, el sistema proporcionará un nivel de iluminancia menor a lo esperado. En los sistemas integrales, donde la lámpara y el balastro no se pueden separar, el fabricante acostumbra proporcionar los lúmens corregidos, por lo que ya no se requiere usar ningún factor de corrección.

## GUIA PARA ELABORAR ESPECIFICACIONES.

Especificar CFLs no es difícil. Hay muchas formas para asegurarse que las

características deseadas sean entendidas por los distribuidores y se eviten así sustituciones con productos de calidad inferior. El proyectista debe especificar los productos usando los formatos para luminarios o escribiendo las especificaciones completas.

### FORMATOS PARA ESPECIFICAR LUMINARIOS.

La mayoría de los proyectistas describen los luminarios por tipo usando un formato que se incluye en los documentos de construcción. Estos formatos describen con cierto detalle los luminarios, lámparas y balastos. Sin embargo, para especificar correctamente CFLs es recomendable que se proporcione información adicional a la que se acostumbra dar para otros tipos de productos.

Como se dijo anteriormente, cada fabricante tiende a crear sus propios nombres comerciales, lo que dificulta la especificación genérica. Por esta razón es deseable que cada especificador use las designaciones NEMA cada vez que sea posible. Para las CFLs integrales es conveniente identificar a un sólo fabricante que disponga de todos los tipos de productos y aprovechar su nomenclatura. De esta forma, se pueden fácilmente enlistar los números correspondientes a las lámparas en un formato general de acuerdo con la sustitución propuesta.

Ocasionalmente, se puede necesitar especificar un tipo de lámpara producida por un sólo fabricante. Por ejemplo, hasta el

primer semestre de 1993 había un sólo fabricante que produce la CFL cuadrada ó doble "D". En situaciones como ésta es conveniente separar la especificación y enlistar la única lámpara aclarando el nombre del fabricante.

### ESPECIFICACIONES GENERICAS.

La mayor parte de los proyectos comerciales usan variantes de las especificaciones estándar recomendadas en los formatos del Instituto de Especificaciones para la Construcción (CSI). Este formato de especificaciones cortas es mejor para proyectos pequeños ó poco complejos. El siguiente es un ejemplo de este formato:

#### LAMPARAS COMPACTO FLUORESCENTES:

- 1) Recubrimiento fosfórico de tierras raras con CRI mínimo de 80 y TCC de (2700) (3000) (3500) (4100) (5000) Kelvin, a menos que se especifique lo contrario.
- 2) La producción de luz, la vida nominal y la depreciación de lúmens de acuerdo con los procedimientos de prueba de IES, e igual en funcionamiento a los valores publicados en el catálogo del fabricante \_\_\_\_\_.
- 3) Reemplazo de lámparas defectuosas en caso de ocurrir fallas en los primeros 90 días de funcionamiento.
- 4) Fabricantes reconocidos:

Listado ...

### ESPECIFICACIONES DETALLADAS.

El CSI recomienda que se incluyan especificaciones más detalladas en los proyectos complejos ó en aquellos que se piensen construir en zonas marítimas. Aunque se requiere mucho más tiempo y trabajo para escribir especificaciones detalladas, estas especificaciones protegen el diseño original contra la ejecución de obras de calidad inferior, en los casos en que el diseñador no tenga control sobre la construcción.

La mayor parte de los productos que se ofrecen en el mercado norteamericano tienen componentes fabricadas en el extranjero, por lo que la nomenclatura puede diferir. También los voltajes y frecuencias de los sistemas eléctricos de otros países hacen que sea necesario el uso de componentes de sistemas integrales y/ó modulares totalmente diferentes.

\*\*\*\*\*

**ALEX RAMIREZ RIVERO**  
**GENERTEK S.A. DE C.V.**  
**24/SEP/94**

### REFERENCIAS.

1) ED 150. INTERMEDIATE LEVEL ILLUMINATING ENGINEERING SOCIETY OF NORTH AMERICA, 1993.

2) COMPACT FLUORESCENT LAMPS 1993 ADVANCED LIGHTING GUIDELINES, CEC.

3) PL LAMPS. TECHNICAL DATA. PHILLIPS, 1993.

4) ENERGY EFFICIENT LIGHTING CATALOG 1993. DEFENSE GENERAL SUPPLY CENTER DEFENSE LOGISTICS AGENCY.

## "LAMPARAS DE ALTA INTENSIDAD DE DESCARGA (HID)"

ING. ALEX G. RAMIREZ RIVERO  
GENERTEK, S.A. DE C.V.

### INTRODUCCION.

Las lámparas de vapor de aditivos metálicos (VAM) y las de vapor de sodio en alta presión (VSAP) son las más populares dentro de la familia de lámparas conocidas como de alta intensidad de descarga (HID por sus siglas en inglés). Aunque existen otros tipos de lámparas como la popular de vapor de mercurio en alta presión (VMAP) debido a su baja eficacia y bajo rendimiento de color no la analizaremos en esta ocasión.

Al igual que las fluorescentes, las lámparas de HID requieren de un balastro que les suministre los voltajes y corrientes de arranque y operación requeridos para su correcto funcionamiento. Todas las lámparas de HID constan de un "tubo de arco" en el cual se efectúa la descarga eléctrica a muy alta temperatura y presión. Este tubo de arco es relativamente pequeño permitiendo que la lámpara pueda ser considerada como puntual con lo que adicionalmente los luminarios pueden ser compactos y eficientes.

### I.- LAMPARAS DE ADITIVOS METALICOS (VAM).

Las lámparas de VAM se desarrollaron en 1965 para iluminación industrial y exterior. En sus casi 30 años de existencia la tecnología ha avanzado a tal grado que actualmente existe un modelo para

casi todas las aplicaciones. Las potencias van desde 32 hasta 1500 watts con diversas formas de bulbos y bases. El circuito eléctrico y las partes principales se pueden apreciar en las figuras de las páginas siguientes.

La mayor parte de las lámparas de VAM requieren de luminarios cerrados para proteger al usuario de una posible ruptura del bulbo, porque aunque no es frecuente, se han tenido casos en que lámparas de VAM han estallado. En su mayoría, este problema se ha presentado con lámparas viejas que han operado ininterrumpidamente durante mucho tiempo, afectando principalmente el desempeño térmico del luminario. Existen sin embargo algunos tipos de lámparas que pueden usarse en luminarios abiertos, empleando gases que funcionan como un aislamiento entre los gases normales en el tubo de descarga y el interior del bulbo. Este tipo de lámpara es especialmente útil para lámparas en posición vertical, porque muchos luminarios empotrados en instalaciones de bahía alta se les da mantenimiento usando pértigas; las lámparas normales de VAM no permiten este tipo de mantenimiento.

La mayor parte de los luminarios abiertos para lámparas de VAM están diseñados para operar las lámparas en

posición universal ó vertical, aunque se reduce la producción de lúmens si se compara con la lámpara estándar equivalente.

Entre los inconvenientes de las lámparas de VAM se encuentran el largo tiempo de estabilización y el mayor tiempo de reencendido. Aún una interrupción momentánea de energía eléctrica puede producir de 10 a 15 minutos de interrupción en el sistema de iluminación, lo cual puede resultar de alto riesgo. Por tal razón, actualmente se encuentran disponibles lámparas de VAM de reencendido inmediato. Debido a el manejo de tensiones de hasta 30000 volts necesarias para reencender la lámpara calientes, el balastro, el socket y todo el conjunto deben tener un diseño y manejo especial. Estas lámparas se fabrican actualmente en potencias grandes, desde 175 hasta 1650 watts.

Una aplicación relativamente reciente y muy interesante se puede lograr con las lámparas reflectoras tipo R y PAR, que aprovechan las ventajas de las lámparas de VAM al mismo tiempo que se tiene un buen control de la luz. Estas lámparas incluyen su propio reflector y se fabrican actualmente en potencias reducidas. Actualmente las lámparas R y PAR de VAM están reemplazando en muchas aplicaciones a las tradicionales e ineficientes incandescentes. La PAR38 es una lámpara especialmente importante porque puede usarse sin la necesidad de un cristal protector. Gracias a esta característica es posible especificarla para rieles, aparadores y aplicaciones comerciales de diverso tipo. El hecho de no requerir la cubierta de cristal facilita también el mantenimiento.

Las lámparas del tipo R sí requieren de cristal protector, pero representan de cualquier forma una alternativa económica para aparadores principalmente. Las de mayores potencias como la PAR56 y la PAR64 sí requieren luminarios cerrados, pero por su forma, tamaño compacto, alta producción de lúmens y alta eficacia son una excelente alternativa, sobre todo en luminarios empotrados, en rieles y en muchos casos de alturas de montaje grandes. Hay que mencionar que la mayor parte de las lámparas de VAM reflectoras viven menos que las lámparas estándar de potencia equivalente.

En las tablas presentadas en este trabajo se resumen las características y los tipos principales de lámparas de VAM.

## II.- LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO EN ALTA PRESION.

Las lámparas de vapor de sodio en alta presión (VSAP) se introdujeron en el mercado en 1968 para aplicaciones industriales, exteriores y de seguridad, con una gran eficacia. Muy poco tiempo después empezaron a usarse para alumbrado público y hoy en día es la lámpara que domina ampliamente el mercado mundial en esta aplicación. Es actualmente la lámpara de luz policromática más eficaz con un CRI bajo, por lo que sus aplicaciones están en aquellas que no requieran de una alta discriminación de color. El circuito eléctrico y sus componentes principales se muestran en las páginas siguientes.

A diferencia de las lámparas de aditivos metálicos, las de VSAP no tienen

electrodos de arranque. Gracias a los circuitos de arranque electrónicos del balastro, los períodos de calentamiento y reencendido son mucho más cortos que en las lámparas de aditivos metálicos. A diferencia de las de VAM, no necesitan de luminarios cerrados, excepto para prevenir que se acumule la humedad en ellas. Esto las hace especialmente fáciles de usar en diferentes tipos de luminarios. Además, la virtual insensibilidad de las lámparas de VSAP a la posición de operación se traduce en un menor número de tipos de lámpara, comparado con el de aditivos metálicos.

La temperatura de color correlacionada (TCC) de las lámparas de VSAP es muy estable. A pesar de que las lámparas de lujo tienen un CRI relativamente alto para la tecnología del sodio (65), su temperatura de color de 2100-2200 K no es muy diferente a la de las lámparas normales (1900-2100 K). Todas las lámparas de sodio (excepto las de sodio blanco) tienen un color rosa-dorado.

Este tipo de lámparas se fabrican en diferentes potencias. Sus eficacias (70 a 120 lm/W, incluyendo balastro) aumentan conforme crece su potencia. Se espera que pronto se disponga comercialmente de balastros electrónicos para este tipo de lámparas, con lo que se aumentaría aún más la eficacia del sistema.

Algunas lámparas de VSAP se fabrican con dos tubos de descarga, siendo una alternativa razonable para las necesidades de reencendido instantáneo y una larga vida nominal de la lámpara. Debe notarse que el período de calentamiento de la lámpara permanecerá en el momento de la

interrupción de energía eléctrica, sin embargo, la lámpara no tendrá que enfriarse para que el segundo arco entre en operación.

Este tipo de lámparas son especialmente aplicables para alumbrado público y estacionamientos. En condiciones normales de operación, alternan el uso de los dos tubos de descarga. Esto puede duplicar la vida de la lámpara, aunque la vida no ha sido comprobada aún y el valor publicado por los fabricantes no refleja este aumento.

Las lámparas de VSAP se fabrican también en los tipos PAR y R siendo muy útiles para luminarios de uso exterior. Sin embargo, el pobre CRI de estas lámparas limita su uso a iluminación industrial, de seguridad y de iluminación general.

Al igual que las lámparas de VAM, se fabrican lámparas de VSAP de doble contacto. Este tipo de lámparas fue diseñado para aprovechar los luminarios para aditivos metálicos. La lámpara de doble contacto ofrece una producción luminosa comparable a las normales, una vida mayor y un mantenimiento de lumens de mejores características, aunque actualmente todavía no es muy común su uso.

Dentro de la familia de lámparas de VSAP se encuentra el sodio blanco. Estas lámparas tienen una vida nominal y mantenimiento de lúmenes similares a las convencionales de VSAP, pero gracias a la operación con balastros electrónicos especiales ofrecen TCC y CRI que las hacen adecuadas para múltiples aplicaciones en interiores. El rango de TCC es de 2600-2800K, similar al de una incandescente.

Presentan una gran estabilidad en el color a lo largo de su vida, superior al de las lámparas de VAM de TCC similar. Aunque la eficacia es relativamente baja (35-45 l/w), para muchas aplicaciones es el mejor sustituto de las incandescentes. Hay que señalar que la lámpara de sodio blanco es incompatible de fabricante a fabricante, por lo que es recomendable seguir siempre las instrucciones específicas de cada uno en cuanto a instalación, balastro, luminario y control.

Las características de operación de las lámparas de VSAP se muestran en las tablas anexas.

### III.- BALASTROS Y DISPOSITIVOS DE ARRANQUE.

Las lámparas de HID requieren de un balastro que regule la corriente en el tubo de descarga y que proporcione una tensión de sostenimiento del arco para que la lámpara no se apague. Las lámparas estándar de VAM de potencias grandes utilizan un electrodo de arranque para iniciar el arco, pero las de potencias menores y todas las de VSAP usan un ignitor que genera un pulso de alto voltaje para el encendido, por lo que no tienen electrodos de arranque.

El ignitor es un circuito electrónico que se alimenta eléctricamente del propio balastro y genera un pulso de ciertas características cuando la lámpara está apagada. Las normas nacionales NMX están en proceso de revisión y consignan los requisitos que deben cumplir tanto los balastros como los ignitores. Estas normas están en buena medida apoyadas en las

normas publicadas por ANSI (American National Standard Institute) y son producto de muchos años de esfuerzo conjunto entre fabricantes, usuarios y especialistas de diversos sectores.

Actualmente ya existen prototipos de balastros electrónicos para lámparas de HID e incluso comercialmente se encuentran disponibles algunas marcas. Los balastros electrónicos para HID difieren en funcionamiento de los balastros electrónicos para lámparas fluorescentes. La función más importante de los primeros consiste en controlar con precisión la potencia en el tubo de arco a lo largo de toda la vida de la lámpara con lo que se prolongan las horas útiles (vida económica) de la misma y se obtiene mayor consistencia en el color, según lo demuestran las pequeñas elipses registradas según el método McAdam para determinar las variaciones permisibles en las coordenadas de cromaticidad. Salvo raras excepciones, la eficacia no se incrementa con el funcionamiento en alta frecuencia, a diferencia de lo ocurrido en sistemas fluorescentes. En vista de lo anterior, el Comité ANSI respectivo se encuentra a punto de empezar a funcionar con el objeto de normalizar todos los parámetros concernientes a este tipo de balastros.

### IV . - P R I N C I P A L E S CARACTERISTICAS DE LAS LAMPARAS DE HID.

#### IV . 1 . - E N C E N D I D O Y ESTABILIZACION.

No es posible encender una lámpara

de HID fría y producir al instante los lúmens nominales. Todas las lámparas de HID emplean una mezcla de gases y metales en el tubo de arco. Cuando la lámpara se energiza, la temperatura y la presión se incrementan gradualmente produciendo un vapor metálico a través del cual se establece la descarga eléctrica. El encendido dura unos cuantos segundos pero el período de calentamiento hasta la estabilización puede durar de 2 a 10 minutos dependiendo del tipo de lámpara, tiempo durante el cual se presentan normalmente diferentes temperaturas de color.

#### IV.2.- REENCENDIDO.

Como se comentó antes, si la energía se interrumpe aunque sea brevemente las lámparas de HID se extinguen y no reencenderán hasta que se enfrién, pudiendo tardar entre 1 y 15 minutos. El tiempo de reencendido es un parámetro fundamental sobre todo en aplicaciones donde una interrupción del sistema de iluminación cause situaciones de peligro como en el caso de estadios o fábricas.

Actualmente existen lámparas de VAM de reencendido instantáneo que requieren dispositivos electrónicos productores de voltajes extremadamente altos capaces de vencer la alta impedancia del tubo de arco que se presenta con la alta temperatura y presión. También existen lámparas de VSAP que reencienden inmediatamente produciendo aproximadamente 10% de su flujo nominal. Estas lámparas tienen dos tubos de arco y alcanzan su flujo nominal en unos 90 segundos. En los casos en que las

interrupciones de energía no sean frecuentes, no se justifica el uso de lámparas de reencendido instantáneo, resultando una opción confiable y más barata el uso de luminarios de HID que incluyan una lámpara de tungsteno-halógeno como respaldo.

#### IV.3.- CONTROL DE LA POTENCIA DE LAMPARA (DIMMEO).

Algunas tipos de lámparas de HID pueden ser dimmeadas por medio de balastos especiales y dimmers electrónicos, aunque generalmente se registra una disminución en la eficacia y un corrimiento en la TCC. Por ejemplo, una lámpara de VAM puede ser dimmeada al 40% de su potencia nominal, pero en estas condiciones de operación producirá sólo el 25% de sus lúmens nominales y exhibirá un color con un corrimiento muy marcado. En México se encuentran disponibles algunos tipos de balastos de muy buena calidad que pueden dimmear sistemas de HID.

#### IV.4.- EFICACIA.

Las lámparas de HID son después de la lámpara de vapor de sodio en baja presión (VSBP) las más eficientes del mercado. La lámpara de sodio blanco (VSBAP) es la de eficacia más baja, produciendo entre 40 y 50 lúmenes por watt (l/w). Las lámparas de VAM van desde 55 l/w para el caso de 70 watts en luminario abierto, hasta 110 l/w que se dan en la lámpara de 1000 watts de alta emisión en posición horizontal. La familia de más alta eficacia es la de las lámparas de VSAP que van desde 65 l/w en la lámpara de 70 watts hasta 125 l/w con la

lámpara estándar de 1000 watts. Los valores mencionados están dados sobre la base de lámparas preenvejecidas a 100 horas e incluyen las pérdidas del balastro.

#### IV.5.- VIDA.

La vida de las lámparas de HID depende del tipo de lámpara, de su potencia, de la posición de operación, de los períodos de encendido-apagado y de la calidad del suministro eléctrico y tipo de balastro. Para aplicaciones similares las lámparas de HID tienen una vida equivalente a la de las fluorescentes y muchas veces mayor a la de las incandescentes. Varían dentro de un rango muy amplio, desde 3000 horas en la lámparas de VAM de 1500 watts usada en instalaciones deportivas hasta 24000 horas o más en las lámparas normales de VSAP. Cuando se acercan al final de su vida muchas lámparas de HID presentan un corrimiento notable en el color, que puede ser indeseable en algunas aplicaciones. La vida nominal de las lámparas puede encontrarse en los catálogos de los fabricantes, pero debe tomarse en cuenta que el número de horas publicado está dado considerando 10 horas de operación por encendido. Períodos menores pueden disminuir notablemente la vida real.

#### IV.6.- COLOR.

En los últimos años los fabricantes de lámparas de HID han logrado perfeccionar su tecnología en diversos aspectos, principalmente en lo que a color se refiere. Los nuevos desarrollos han permitido a los diseñadores y especialistas usar lámparas de

HID en un campo de aplicación cada vez más amplio.

En términos de TCC y CRI se puede resumir lo siguiente:

IV.6.a.- Lámparas de Aditivos Metálicos.- La mayor parte de las lámparas de VAM tienen una TCC intermedia ó neutral, con un rango entre 3500-4300K, aunque se tienen recientes desarrollos con apariencia más cálida que operan entre 2700-3200K. El CRI fluctúa generalmente entre 65 y 70, pero existen algunos desarrollos muy recientes que alcanzan valores entre 93 y 96.

IV.6.b.- Lámparas de Vapor de Sodio en Alta Presión. Las lámparas de VSAP presentan típicamente un color rosa-dorado ó champagne con TCC de 1900-2100K con un CRI relativamente pobre de 25, pero cuando el bulbo es fosforado el CRI puede aumentar hasta 65. Para el caso de sodio blanco la TCC es de 2500-2800K con CRI superior a 75. Tanto en el caso de bulbo fosforado como en el de sodio blanco la eficacia es menor que en la lámpara estándar de bulbo claro.

#### IV.7.- SENSIBILIDAD A LA TEMPERATURA.

Las lámparas de VAM presentan generalmente dificultades en el arranque a temperaturas muy bajas, reduciéndose además su vida cuando se tienen arranques frecuentes a temperatura ambiente inferior a 12° C bajo cero. El sistema con VSAP es menos sensible a las bajas temperaturas y puede arrancar con temperaturas de hasta 30° C bajo cero.

#### **IV.8.- POSICION DE OPERACION.**

Muchas de las lámparas de HID están diseñadas para operar en una posición específica, como puede ser horizontal (H), vertical base arriba (BU), vertical base abajo (BD) y vertical base arriba/base abajo (BU/BD). Si las lámparas se operan en posición inadecuada, la vida y los lúmens se reducen notablemente, por lo que los fabricantes generalmente incluyen en sus catálogos la posición de operación correcta. Las lámparas de VSAP son casi siempre de posición universal (U), y aunque son pocos los diseños de VAM de posición universal, su aplicación es muy amplia.

**IV.8.a.- POSICION UNIVERSAL.-** Aunque las lámparas de VAM de posición universal pueden trabajar en cualquier posición, generalmente en posición vertical presentan mayor vida y lúmens que cuando su tubo de arco sobrepasa los 15° con respecto a la vertical. En este tipo de lámparas la TCC es de 4000-4500K y CRI de 65 en bulbo claro ó 3700-4000K y CRI de 70 en bulbo fosforado. Las versiones recientes se presentan con más diversidad de potencias y con base media en las compactas. Las eficacias típicas fluctúan entre 65 y 100 l/w.

**IV.8.b.- POSICION VERTICAL.-** Las lámparas para posición vertical pueden ser del tipo BU, BD ó BU/BD. Además de la lámpara estándar bulbo claro (4000-4500K) y de la de bulbo fosforado (3700-4000K), se dispone de lámparas de varias potencias con

temperatura cálida (2700-3200K) en bulbos claros y fosforados. La tendencia actual del mercado es hacia el uso de potencias menores con base media y tamaño compacto. La más pequeña es la de 32 watts y está diseñada específicamente para operar con balastro electrónico. Una ventaja importante de operar en posición vertical es la eficacia. Estas lámparas producen entre 70-100 l/w, o sea 10% más que las lámparas en posición universal. Tienen el inconveniente de reducir su vida y eficacia drásticamente si la posición se modifica.

**IV.8.c.- POSICION HORIZONTAL.-** Al igual que en el caso de las lámparas en posición vertical, las de posición horizontal tienen un excelente desempeño cuando trabajan en la posición correcta. Las lámparas de alta emisión tienen un tubo arqueado y un alfiler en la base tipo mogul para asegurar la posición correcta. Como su aplicación es principalmente en exteriores la más pequeña disponible es de 175 watts, aunque hay versiones especiales para iluminación deportiva. Se tienen disponibles en los colores más populares (3200K y 3700K en bulbo fosforado y 4100K en bulbo claro). Su eficacia es similar a las de posición vertical (70-110 l/w).

**IV.8.d.- POSICION HORIZONTAL DE DOBLE CONTACTO.-** Las lámparas de VAM de doble contacto fueron introducidas originalmente con gran éxito en el mercado europeo. Algunos fabricantes utilizan metales de tierras raras, alcanzando CRI de 80 o más, en contraste con el CRI de 65-70 típico. Las de menor CRI son menos susceptibles a las variaciones de tensión que

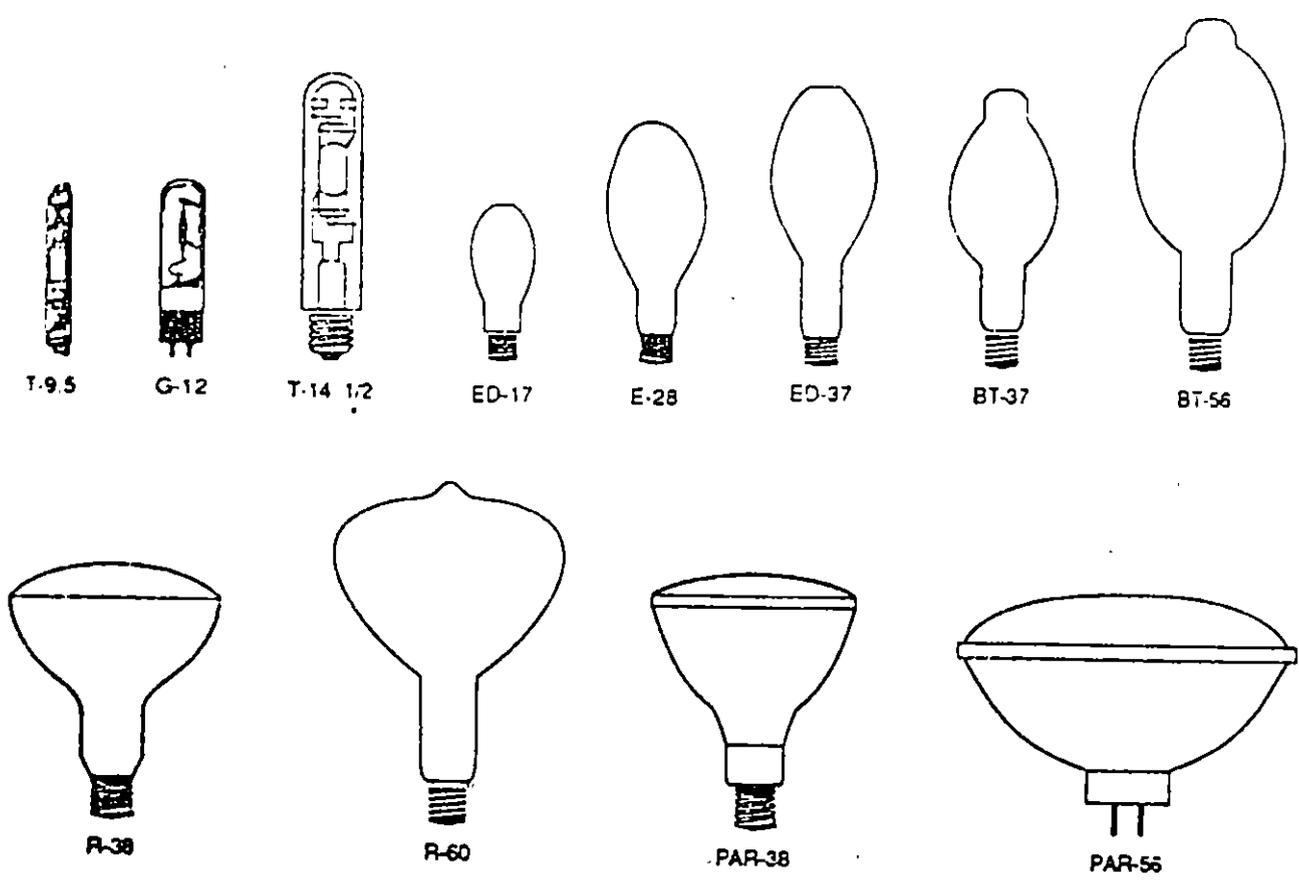
las de CRI alto, operando con una eficacia entre 65-90 l/w. Las versiones con balastro electrónico de 70 watts producen un color más estable, tienen mayor vida y 75 l/w, o sea 10% más que con balastro electromagnético. Una ventaja adicional es que el tamaño más compacto del conjunto permite hacer luminarios más versátiles y eficientes, pudiéndose instalar inclusive en rieles. Al instalar estas lámparas se debe tener cuidado para que el tubo de arco quede siempre dentro de 45° con respecto a la horizontal.

#### **IV.9.- CARACTERISTICAS FISICAS DE LAS LAMPARAS DE HID.**

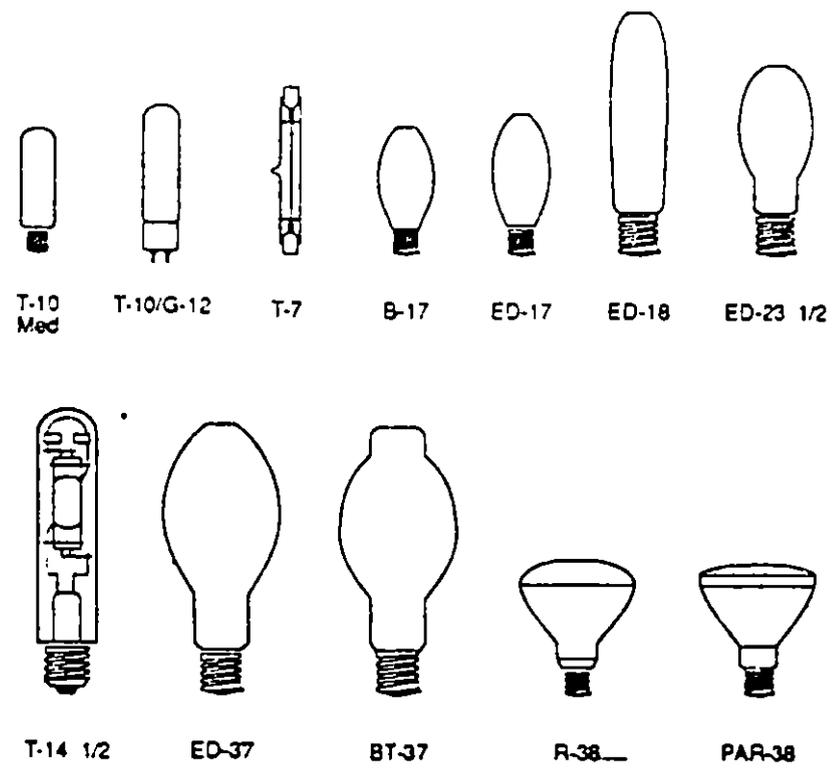
Las lámparas de HID se encuentran disponibles en una amplia variedad de tamaños, formas y bases. La tecnología moderna vive un proceso de gran dinamismo dado que los fabricantes lanzan constantemente productos con nuevas y mejores características que amplían cada día el campo de aplicación. En las figuras siguientes se aprecian las bases y los bulbos más comunes para cada sistema.

\*\*\*\*\*

**ING. ALEX G. RAMIREZ RIVERO**  
**GENERTEK, S.A. DE C.V.**  
**MAY/95**



a) Configuraciones Típicas de Lámparas de Aditivos Metálicos



b) Configuraciones más comunes de Lámparas de Vapor de Sodio en Alta Presión

# "CLASIFICACION Y CARACTERISTICAS DE LOS BALASTROS PARA LAMPARAS DE DESCARGA ELECTRICA EN GAS"

ING. ALEX G. RAMIREZ RIVERO.  
GENERTEK, S.A. DE C.V.

El diseño, prueba en laboratorio, aplicación y selección de balastros es un tema tan apasionante como complejo. Es tal la cantidad de lámparas de descarga en gas y las distintas posibilidades para satisfacer sus necesidades que el mundo de los balastros se vuelve verdaderamente enorme. En este trabajo se intenta clasificar y analizar las características de operación de los principales tipos de balastros, con el objeto de orientar al usuario para que realice una buena selección de acuerdo con sus propias necesidades y recursos.

## INTRODUCCION.

Todas las lámparas que producen luz por medio de un arco eléctrico en un ambiente gaseoso requieren de un dispositivo externo que limite la corriente de operación. Debido a que el tubo de descarga de este tipo de lámparas tiene una impedancia negativa, si esta corriente no se controlara seguiría incrementándose hasta destruir la lámpara. Este dispositivo externo se llama BALASTRO.

De acuerdo con las normas nacionales, un balastro "Es un dispositivo que, por medio de inductancias o resistencias solas ó en combinación, limita la corriente de las lámparas al valor requerido para su operación correcta y también cuando es necesario suministra la tensión y corriente de arranque; en el caso de balastros para lámpara fluorescentes de arranque rápido, también se encarga de suministrar la tensión para calentamiento de cátodos".

Los balastros se pueden clasificar de la siguiente manera:

- a) Para lámparas fluorescentes
- b) Para lámparas de alta intensidad de descarga (HID)
- c) Para lámparas de baja intensidad de descarga (LID)

También pueden clasificarse de acuerdo con su factor de potencia. Los hay de factor de potencia bajo ó normal (menor a 0.8), factor de potencia corregido (0.8 a 0.9) y alto factor (mayor de 0.9).

El balastro en general tiene como funciones:

- 1) Proporcionar la tensión ó tensiones de encendido y operación de la lámpara.

2) Limitar la corriente de operación de la lámpara.

3) Proporcionar la energía necesaria con una mínima distorsión de la corriente.

4) Corregir el factor de potencia (en los tipos de factor corregido y alto factor).

5) Amortiguar las variaciones de la tensión de línea.

6) En algunos tipos reducir la radiointerferencia producida normalmente por el conjunto lámpara-balastro.

7) En circuitos de ER proveer un calentamiento continuo a los filamentos de la lámpara.

Aunque los requisitos de encendido y operación de las lámparas de descarga en gas se pueden satisfacer con una infinidad de modalidades, a continuación comentaremos el principio y las características de operación de los tipos de balastos de mayor aplicación.

## **BALASTROS PARA LAMPARAS FLUORESCENTES.**

Los sistemas fluorescentes se dividen en tres grandes categorías de acuerdo con su encendido:

### **a) ENCENDIDO PRECALENTADO (EP).**

Por el diseño de este tipo de lámparas, se requiere que sus electrodos sean calentados antes del arranque. En serie con los filamentos y en paralelo con la lámpara debe colocarse un dispositivo arrancador (también conocido como cebador) que puede ser manual o automático. Al energizar el circuito, la corriente pasa a través del balastro, de los filamentos y del arrancador. Durante este período de encendido el balastro únicamente proporciona la corriente necesaria para calentar los cátodos de la lámpara.

Cuando el dispositivo bimetalico con que van dotados estos arrancadores abre el circuito, o cuando se abre por operación manual, automáticamente se provoca que la corriente ya no pase a través del mismo, sino a través de la lámpara, lográndose así el encendido de ésta.

En este encendido se usan tres tipos principales de circuitos:

#### **1) REACTOR SERIE.**

Este circuito es utilizado cuando el voltaje de encendido de la lámpara es igual ó menor al voltaje de línea. Debido a la alta inductancia, este circuito es de bajo factor de potencia, pero con un capacitor apropiado se puede hacer la corrección al valor deseado. Debido al costo adicional del capacitor el reactor serie de alto factor de potencia se recomienda cuando el número de lámparas es grande, de modo que pueda afectar al

factor de potencia de toda la instalación (Figura 1).

## 2) AUTOTRANSFORMADOR DE ALTA REACTANCIA PARA UNA LAMPARA.

Se usa cuando se quieren aprovechar las ventajas de un reactor serie pero la tensión de alimentación al balastro es diferente a la de arranque de la lámpara.

Este circuito es de bajo factor de potencia, pero al igual que en el reactor serie, es posible hacer la corrección mediante un capacitor de valor adecuado (Figura 2).

## 3) AUTOTRANSFORMADOR PARA DOS LAMPARAS (ATRAS ADELANTE).

Para este arreglo se combina la primera sección del circuito con reactancia inductiva  $X_{L1}$  y la segunda sección con reactancia inductiva  $X_{L2}$  conectada en serie con un reactancia capacitiva  $X_{C1}$ , predominando esta última. En serie con esta segunda sección se conecta un devanado auxiliar de compensación con  $X_{L3}$  para proveer de una corriente mayor en el arranque, lográndose un encendido más satisfactorio y una duración mayor de las lámparas.

Este circuito es de alto factor de potencia y disminuye el efecto estroboscópico (Figura 3).

## b) ENCENDIDO INSTANTANEO (EI).

En este sistema de encendido se inicia el arco por medio de la aplicación de un voltaje alto sin que los electrodos hayan sido precalentados. Por esta razón los balastros de encendido instantáneo son de mayor tamaño y aunque tienen la ventaja de no necesitar arrancadores (con lo cual se reduce el mantenimiento) son económicamente recomendables sólo en el caso de usarse para encender dos lámparas, aunque desde luego existen circuitos para una lámpara.

En este encendido se usan tres tipos de circuitos principalmente:

### 1) AUTOTRANSFORMADOR PARA UNA LAMPARA.

Se usa cuando se requiere encender una sólo lámpara con factor de potencia corregido (Figura 4).

### 2) ATRAS-ADELANTE (SECUENCIA SERIE).

En este circuito las lámparas encienden siguiendo un orden prefijado. Primero se efectúa el encendido de una de las lámparas aplicando tensión y corriente y una vez que esto se ha llevado a cabo se aplica tensión y corriente a la segunda lámpara (Figura 5).

Los circuitos con lámparas de EI son recomendables para lugares donde hay problemas de variaciones de tensión ó en lugares fríos, ya que las limitaciones de voltajes de encendido no son muy estrechas

y los balastos se diseñan para tener tensiones de circuito abierto (OCV) muy altas.

### 3) ADELANTADO-ATRASADO (LEAD-LAG).

En este circuito las lámparas operan independientemente una de la otra. Se emplean principalmente en lugares donde la temperatura ambiente es muy baja. Este tipo de balastos son de mayor tamaño y mayor peso en comparación con los de secuencia serie.

#### c) ENCENDIDO RAPIDO.

En este tipo de balastos se tienen devanados para proveer de calentamiento continuo a los filamentos, por lo que no requieren de arrancador. Las lámparas encienden casi tan rápidamente como las de EI porque además de la tensión aplicada a cada cátodo se aplica una tensión entre cátodos de tal manera que se inicie el arco.

El reflector debe estar aterrizado para crear un efecto capacitivo entre la lámpara y la tierra que facilite el arranque. Los circuitos más usados para este encendido son:

#### a) AUTOTRANSFORMADOR PARA UNA LAMPARA.

El circuito es similar al de encendido precalentado, excepto por la inclusión de dos devanados que suministran un voltaje entre 2.5 y 4 volts para calentar los electrodos. El

OCV es de tal valor que enciende la lámpara sólo cuando los electrodos están calientes. Si se aumentara el valor del OCV para asegurar el encendido, la lámpara arrancarí­a como si fuera del tipo EI y su vida se acortaría notablemente (figura 6).

#### b) AUTOTRANSFORMADOR PARA DOS LAMPARAS (SECUENCIA SERIE).

En este circuito las lámparas encienden una después de la otra. Tiene la ventaja de que con sólo proporcionar un OCV 25% mayor que el requerido para encender una sólo lámpara es suficiente para encender las dos (Figura 7).

Los balastos con este circuito tienen factor de potencia corregido, bajas pérdidas, bajo costo y producen menor interferencia debido a que los filamentos siempre están calientes.

Dentro de las desventajas de los circuitos de ER está la dificultad de arranque con frío y humedad, la necesidad de una tierra física para aterrizarse el reflector, la limitación para instalar los balastos remotos y los falsos contactos en las bases principalmente.

### BALASTROS HIBRIDOS PARA LAMPARAS FLUORESCENTES.

En general se puede decir que los balastos híbridos son aquellos que combinan un conjunto núcleo-bobinas como los mencionados anteriormente, con un dispositivo de estado sólido. Existen dos

tipos principalmente:

**1) CON AYUDA DE ARRANQUE.**- Son balastos de ER que no proveen calentamiento continuo a los cátodos. El encendido se logra por medio de una tensión transitoria proporcionada por el dispositivo de estado sólido, similar al ignitor para lámparas de VSAP. Con esto se logra reducir la potencia de línea sin disminución apreciable de la emisión luminosa. Se requiere de un cuidadoso diseño para evitar disminuir la vida de las lámparas.

**2) CON CORTADOR DE FILAMENTOS.**- Son balastos de ER que proveen durante el arranque de un calentamiento normal a los filamentos. Una vez encendida y estabilizada la lámpara el dispositivo de estado sólido reduce gradualmente el calentamiento hasta eliminarlo por completo. Con esto se abate notablemente la potencia de línea sin una disminución apreciable de emisión luminosa ni de vida de lámpara.

### **BALASTROELECTROMAGNETICOS AHORRADORES DE ENERGIA.**

Son fabricados con alta tecnología y mejores materiales que los normales, con el objeto de reducir las pérdidas. Operan a las lámparas a potencia adecuada sin reducir su vida útil. Trabajan a temperaturas internas muy bajas con lo que aumentan su propia vida. Tienen apariencia similar a los normales y se conectan igual a ellos, pero generalmente tienen la ventaja de contar con un termoprotector que evita sobrecalentamientos internos.

Tienen un desempeño que cae entre los normales y los electrónicos. (Tablas I y II). Se encuentran disponibles en potencias que corresponden a las lámparas de mayor uso y su aplicación es muy recomendable. Por trabajar a temperaturas menores que los normales están garantizados generalmente por 4 años, pero se estima que puedan vivir entre 10 y 12 años. Se encuentran disponibles en el mercado pero debe tenerse la precaución de acoplarse sólo a lámparas compatibles con ellos.

### **BALASTROS ELECTRONICOS PARA LAMPARAS FLUORESCENTES.**

Son balastos de estado sólido que pueden ser discretos ó integrados y trabajan con alta frecuencia y bajas pérdidas (típicamente de 4 a 6 watts), ayudando a mejorar la eficacia de las lámparas (Tabla I).

Se pueden instalar directamente en lugar de los electromagnéticos porque son de las mismas dimensiones, aunque su peso es mucho menor. Como trabajan a alta frecuencia evitan el efecto estroboscópico y el flicker. Los hay de potencia de lámpara constante y de potencia variable. A su vez, los de potencia variable puede tener dos ó tres escalones definidos ó bien los hay que pueden controlar la potencia en pasos discretos, en forma similar al dimmer de una lámpara incandescente.

En combinación con lámparas ahorradoras permiten ahorros de hasta 35% si se comparan con balastos y lámparas normales. El costo depende del tipo de balastro y la marca. Se fabrican ya en

México en las potencias más comerciales con precios entre 2 y 3 veces mayores que los normales. Algunos modelos importados son muy eficientes y cuestan entre 4 y 5 veces más que los normales.

Se recomienda su uso en lugares con buena ventilación y poca vibración, que dispongan además de una buena tierra. En productos importados se debe verificar que su tensión nominal corresponda a la tensión de suministro en México.

### **BALASTROS PARA LAMPARAS DE HID.**

Estos balastros operan a las lámparas de Vapor de Mercurio en Alta Presión (VMAP), de Vapor de Aditivos Metálicos (VAM) y de Vapor de Sodio en Alta Presión (VSAP), aunque en esta categoría suele incluirse a las lámparas de Vapor de Sodio en Baja Presión (VSBP) que estrictamente pertenecen a las lámparas de Baja Intensidad de Descarga (LID).

Los balastros para lámparas de HID se diseñan y fabrican con una clasificación térmica mayor que la de los balastros fluorescentes (típicamente Clase H ó 180°C aunque los hay también clase C ó 200°C) y con núcleos magnéticos de materiales que soportan densidades típicas de saturación magnética (1.7 a 1.85 Teslas). Además, como su aplicación es predominantemente en exteriores se diseñan para ser más resistentes al medio ambiente.

Se encuentran generalmente en tres presentaciones: desnudo, en caja y en bote.

Los primeros se montan directamente dentro de la carcasa de un luminario usando los orificios que se encuentran en las laminaciones del núcleo ó por medio de los herrajes soldados al propio balastro. Los de tipo caja (similar a los fluorescentes) operan en interiores y están contenidos en un material asfáltico para favorecer la transmisión del calor y para reducir el ruido. Dentro de la caja se aloja el conjunto núcleo-bobinas, el capacitor y en su caso el ignitor. Pueden tener también termoprotector integrado. Los de tipo bote se usan para montaje exterior remoto. Pueden instalarse en la punta o sobre las caras de los postes ó también en la base. Las distancias a las cuales se pueden instalar estos balastros depende del tipo y potencia de la lámpara y del calibre del conductor. Como las lámparas de VSAP requieren de un ignitor que genera un pulso de volate alto pero con poca energía, las distancias son menores que para otros balastros, pero pueden llegar hasta 15 metros. Los fabricantes proporcionan información sobre los calibres y las distancias recomendadas para cada tipo de lámpara de modo que se garantice que la tensión de lámpara no caiga más de 1%.

Otra forma de clasificar a los balastros de HID es de acuerdo con la relación de fase. Cuando la corriente en la lámpara va atrasada con respecto al voltaje, se trata de un balastro atrasado. Cuando en serie con la lámpara está conectado un capacitor la corriente está adelantada con respecto al voltaje y entonces el balastro es adelantado.

Los circuitos más comunes son los siguientes:

- a) Reactor Serie
- b) Autotransformador Alta Reactancia
- c) Autotransformador Autorregulado
- d) Potencia Constante

### 1) REACTOR SERIE (R).

Es el tipo más sencillo y consta básicamente de una inductancia (reactancia inductiva) formada por una bobina en un núcleo de hierro con una pequeña interrupción ó entrehierro en la trayectoria magnética (Figura 8). La función del entrehierro es obtener un cierto grado de linealidad, lo que mejora considerablemente la regulación.

Este balastro, también llamado bobina de choke se puede usar únicamente cuando la tensión de línea es mayor que la tensión de encendido de la lámpara. Como el circuito es muy inductivo, el factor de potencia es muy bajo (50%), pero puede corregirse si se conecta en paralelo un capacitor (el precio aumenta 20%). Por su simplicidad de construcción es el balastro más pequeño, más barato, más ligero y más eficiente a tensión nominal. Sin embargo, su regulación deja mucho que desear:  $\pm 5\%$  de variación en la tensión de línea provoca  $\pm 12\%$  en la potencia de lámpara, lo que repercute en la vida de ésta última y en la potencia de línea y las pérdidas propias del balastro. Esto condiciona su uso a redes con excelente regulación.

El factor de cresta en la corriente de la lámpara es generalmente bajo (1.45 a 1.55), pero tiene el inconveniente de que la

corriente de arranque es mayor que la corriente nominal, lo que debe tomarse en cuenta para el cálculo de las protecciones. El voltaje de extinción, que es la tensión con la que la lámpara se apaga es muy alto (75% del nominal), lo cual es otra deficiencia que debe considerarse.

### 2) AUTOTRANSFORMADOR ALTA REACTANCIA (HX).

Cuando el voltaje de línea es menor que el voltaje de lámpara se utiliza un autotransformador para elevar la tensión de entrada. El autotransformador de alta reactancia consiste de un autotransformador más un reactor serie combinados en una sólo estructura (Figura 9). Aunque el devanado primario y el secundario comparten un cierto número de vueltas, estrictamente se tienen dos bobinas. Las características de operación son similares a las del balastro serie, pudiéndose también corregir el factor de potencia por medio de un capacitor (50% más caro que el reactor serie bajo factor). Tiene además la desventaja de ser más grande y más caro (20% a 30% más que el reactor equivalente) y con mayores pérdidas.

### 3) AUTOTRANSFORMADOR AUTORREGULADO (CWA).

El balastro autotransformador autorregulado combina un transformador y una bobina de choke en un sólo núcleo, lo que disminuye el tamaño y costo, aumentando la eficiencia. El circuito magnético está diseñado de modo que sólo parte del flujo magnético del primario enlaza

al secundario; el resto del flujo es derivado de regreso al primario. El núcleo en el lado secundario puede o no tener una restricción magnética que modifique la forma de onda del voltaje inducido en el secundario. Tanto en circuito abierto como en operación los flujos primario y secundario son diferentes. En serie con la lámpara se conecta un capacitor, por lo que el circuito trabaja en adelanto (Figura 10). Controlando la corriente a través del primario en atraso, se obtiene fácilmente un alto factor de potencia.

El contar con una capacitancia en combinación con una inductancia provee al circuito de mejor control sobre la operación de la lámpara. En este circuito, que siempre es de alto factor de potencia, las características en general son mejores que en los circuitos atrasados. Con  $\pm 10\%$  de variación en la tensión de línea se obtiene

$\pm 5\%$  en la potencia de lámpara. La corriente de encendido es menor que la corriente nominal y el voltaje de extinción es más bajo que en los circuitos atrasados (60% a 70% del nominal) mientras que las pérdidas son de valor medio si se les compara con otros tipos de circuitos a tensión nominal. El precio es típicamente 50% mayor que el del reactor serie de bajo factor. El factor de cresta puede variar de 1.6 a 2.0 aunque típicamente no rebasa el 1.85.

#### 4) TRANSFORMADOR DE POTENCIA CONSTANTE (CW).

Tiene el mismo circuito eléctrico que un transformador común, con una bobina

primaria y otra secundaria aisladas eléctricamente entre sí y con respecto al núcleo, lo que se deriva en una condición de seguridad para el usuario. La diferencia con un transformador reside en el núcleo, el cual contiene un fuerte puente magnético entre primario y secundario, que da en principio una distribución de flujo semejante a la de un autotransformador. La bobina secundaria cierra el circuito de la lámpara por medio de un capacitor, por lo que el secundario opera en adelanto (Figura 11).

En circuito abierto, el conjunto se comporta en forma similar a un transformador, con la diferencia de que el voltaje inducido en el secundario es menor que el correspondiente a la relación de vueltas de las bobinas, debido al campo magnético derivado por los puentes magnéticos.

En operación la bobina secundaria trabaja en una condición cercana a la de resonancia y en un punto próximo al nivel de saturación magnética del núcleo (1.7 - 1.85 Teslas). Debido a esto el secundario se convierte en una fuente regulada de amperaje, prácticamente insensible a los cambios de voltaje de la línea de alimentación en un amplio rango:  $\pm 13\%$  en la tensión de línea repercute en  $\pm 3\%$  de la potencia de lámpara, lo que lo hace idóneo para usarse en redes con regulación pobre.

Por otro lado, la corriente de línea durante el encendido es mucho menor que la nominal, y su voltaje de extinción es tan bajo (50% del nominal) que prácticamente elimina el problema de lámparas apagadas por variaciones severas en la tensión de

línea. El factor de cresta puede variar de 1.6 a 2.0 con pérdidas mayores que en los demás circuitos a tensión nominal, con un costo de unas 3 veces más que el reactor serie de bajo factor.

### **BALASTROS PARA LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO.**

Los balastos para lámparas de Vapor de Mercurio pueden fabricarse con cualquiera de los circuitos mencionados. En general la tensión de la lámpara es casi constante a lo largo de su vida, pero depende del tipo de balastro que la potencia de la lámpara varíe con la tensión de lámpara.

### **BALASTROS PARA LAMPARAS DE ADITIVOS METALICOS.**

Las lámparas de VAM son muy parecidas a las de VMAP. Su tensión y corriente son muy similares para potencias iguales. Sin embargo los aditivos metálicos que contiene la primera presentan, debido a su comportamiento durante la ionización, dos requisitos que deben ser satisfechos por los balastos:

- a) Se requiere de una elevada tensión de circuito abierto (OCV) para que se inicie el arco, a una temperatura determinada.
- b) Durante el ciclo de calentamiento se presenta un período de baja conducción eléctrica en el plasma del tubo de arco, en donde la lámpara requiere de una tensión de reignición en cada medio ciclo que no puede

proporcionar un balastro de VMAP.

De usarse un balastro para VMAP en el momento de presentarse el fenómeno de reignición, la lámpara se apagaría, se enfriaría para reencender nuevamente, y el ciclo se repetiría indefinidamente. Esta condición se agrava conforme la lámpara envejece y aunque el balastro de VMAP sea en ocasiones capaz de encender una lámpara nueva, generalmente se presentan problemas después de unas cuantas horas de operación.

Para evitar estas deficiencias se desarrolló el balastro AUTOTRANSFORMADOR AUTORREGULADO CON PICO, diseñado específicamente para lámparas de VAM. El circuito de este balastro es idéntico al CWA para VMAP, pero con algunas diferencias en el secundario. Una parte del núcleo que está bajo el devanado secundario tiene uno o más entrehierros que proveen una restricción magnética y una saturación localizada. Estos entrehierros producen un OCV de gran factor de cresta si se le compara con el del OCV de un balastro para mercurio, lo que ayuda al encendido de la lámpara; también provee una tensión de sostenimiento que permite a la lámpara superar el período crítico de la reignición.

Este balastro generalmente provee una buena regulación, que se encuentra entre la del CWA y la del R:  $\pm 10\%$  en la tensión de línea provocará  $\pm 10\%$  en la potencia de lámpara. El resto de sus características son tan buenas como las del autorregulado: elevado factor de potencia, baja corriente de encendido, y voltaje de extinción bajo (70% del nominal).

Su circuito eléctrico es igual al CWA típico.

### **BALASTROS PARA LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO EN ALTA PRESION.**

A diferencia de las lámparas de VMAP y VAM las lámparas de VSAP no pueden alojar en su interior un electrodo de arranque. Por ello, los balastos para lámparas de VSAP cuentan con un circuito electrónico auxiliar que genera pulsos de tensión elevada (2500 - 3500 volts) durante el período de encendido. Este dispositivo llamado IGNITOR es de estado sólido y se polariza a través de uno de los devanados del balastro. Los circuitos disponibles para estas lámparas pueden ser de los 4 tipos mencionados, con algunas variantes:

- a) Circuitos Atrasados.- Como el reactor serie común (Figura 12)
- b) Alta Reactancia.- Equivalente a los tipos mencionados (Figura 13)
- c) Autotransformador Adelantado Regulado.- Es similar a los circuitos para VMAP, pero cuenta con entrehierros especiales para generar una mayor reactancia de dispersión (Figura 14).
- c) Atrasado Regulado.- Es similar en comportamiento al CW para VMAP, PER su circuito es un transformador de tres devanados (Figura 15): el primero sirve para alimentar al balastro, el segundo es un secundario auxiliar que incluye al

capacitor y actúa junto al primario para regular el voltaje del tercer devanado, el cual se conecta en serie con la lámpara funcionando como un choke.

### **BALASTROS PARA LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO EN BAJA PRESION.**

Debido a la baja presión en el tubo de arco las lámparas VSBP requieren necesariamente de un balastro tipo autorregulado. En estas lámparas la potencia se mantiene prácticamente constante, por lo que el balastro debe ser capaz de mantener a la corriente sin variaciones a pesar de los cambios en la tensión de línea. El más usado es el autotransformador alta reactancia con alto factor de potencia (Figura 16). La regulación se mide comparando los valores de corriente contra variaciones de tensión de  $\pm 5\%$ , medidos en proporción inversa para mantener constante la potencia.

En la Figura 17 se aprecian las características de regulación para los principales tipos de circuitos.

Al igual que en el caso de los balastos fluorescentes, existen balastos de HID de bajas pérdidas. Por ejemplo, un balastro normal para una lámpara de 150 W de VSAP tiene 35 watts de pérdidas. Un balastro ahorrador de la misma potencia consume sólo 22 watts, es decir 38% menos. Tienen además las siguientes ventajas:

- 1) Operan a una temperatura

considerablemente menor que los normales.

2) Mantiene la potencia de lámpara en sus rangos nominales.

\*\*\*\*\*

ALEX G. RAMIREZ RIVERO  
GENERTEK, S.A. DE C.V.  
MAYO DE 1995



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**ILUMINACION EFICIENTE DE AREAS Y CENTROS  
COMERCIALES**

**TEMA: CRITERIOS BASICOS PARA LA ILUMINACION  
COMERCIAL**

**EXPOSITOR: ING. CARLOS GARCIA ROMERO**

1996

CRITERIOS BASICOS PARA LA ILUMINACION COMERCIAL

ING CARLOS GARCIA ROMERO

## ILUMINACION DE ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES

LOS ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES ENCIERRAN UNA VARIEDAD DE FAREUS VISUALES A ILUMINAR

- PASILLOS DE CIRCULACIÓN
- EXHIBICIÓN DE MERCANCÍAS
- OFICINAS
- ALMACÉN
- CAFETERÍAS
- ESTACIONAMIENTO
- FACHADAS

LA ILUMINACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES JUEGA UN PAPEL MUY IMPORTANTE EN LOS OBJETIVOS DE VENTA. UN POBRE SISTEMA DE ILUMINACIÓN QUE NO PROVEA LA SUFICIENTE ILUMINACIÓN REDUNDARÁ EN PÉRDIDA DE VENTAS MIENTRAS QUE UN SISTEMA QUE PROPORCIONE ADECUADA ILUMINACIÓN AUMENTARÁ LAS VENTAS Y UTILIDADES.

# ILUMINACION DE ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES

## OBJETIVO

EL OBJETIVO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN COMERCIAL ES ATRAER AL CLIENTE PARA INICIAR, FACILITAR Y COMPLETAR LA VENTA DE MERCANCÍAS.

ADEMÁS ES HACER QUE EL ESTABLECIMIENTO SEA LO MÁS SUGESTIVO POSIBLE PARA LOS CLIENTES Y DE FACILITAR LA ORIENTACIÓN EN EL INTERIOR LA ILUMINACIÓN DEBE SATISFACER LAS SIGUIENTES EXIGENCIAS:

### ILUMINACIÓN:

- PARA ATRAER LA ATENCIÓN
- PARA CREAR INTERÉS Y AMBIENTE
- PARA GUIAR VISUALMENTE AL CLIENTE
- PARA EVALUAR
- PARA COMPLETAR LA VENTA

## ILUMINACION DE ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES

### ILUMINACION PARA ATRAER LA ATENCIÓN

EL PRIMER PASO EN EL PROCESO DE VENTA ES ATRAER AL CLIENTE AL ESTABLECIMIENTO Y A LA MERCANCÍA.

EL ESTABLECIMIENTO DEBE SOBRESALIR SOBRE EL FONDO DE UNA MULTIPLICIDAD DE INFORMACIÓN VISUAL SEA EN UNA CALLE O EN UN CENTRO COMERCIAL, EL ESCAPARATE Y EL INTERIOR DEBEN ESTAR ILUMINADOS DE FORMA QUE PROYECTEN UNA PERSONALIDAD EN RELACIÓN CON LA COMPETENCIA.

## ILUMINACION DE ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES

### ILUMINACION PARA CREAR INTERES Y AMBIENTE

LA EXPOSICIÓN EL ESCAPARATE HA DE ESTAR ILUMINADA DE FORMA QUE LOS CLIENTES SE INTERESEN POR LO QUE VEN Y DESEANDO VER MÁS ENTREN AL LOCAL.

EL AMBIENTE GENERAL DE LA ZONA DE VENTAS Y LA FORMA EN QUE SE PRESENTA LA MERCANCÍA RESALTADA POR LA ILUMINACIÓN DEBERÁ EJERCER UNA INFLUENCIA POSITIVA SOBRE EL COMPORTAMIENTO DEL COMPRADOR POTENCIAL, NO SE APRECIARÁ LA VERDADERA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS MAL ILUMINADOS.

## **ILUMINACION DE ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES**

### **ILUMINACIÓN PARA GUIAR VISUALMENTE AL CLIENTE**

LA ILUMINACIÓN DEBE AYUDAR A GUIAR AL COMPRADOR.

### **ILUMINACIÓN PARA EVALUAR**

SE REQUIERE DE ILUMINACIÓN ADECUADA EN CALIDAD Y CANTIDAD PARA REVELAR, RESALTAR LAS CARACTERÍSTICAS, LOS DETALLES, LOS COLORES Y LA NATURALEZA DE LOS PRODUCTOS.

### **ILUMINACIÓN PARA COMPLETAR LA VENTA**

# ILUMINACION DE ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES

---

## 3.- REGLAMENTACIONES Y RECOMENDACIONES

### 3.1 CLASIFICACION DE AREAS COMERCIALES

Para propósito del desarrollo del diseño básico de iluminación los establecimientos comerciales pueden dividirse en tres amplias categorías basadas en el volumen de transito de clientes:

- ACTIVIDAD ALTA

- ACTIVIDAD MEDIA

- ACTIVIDAD BAJA

Cada categoría tiene características que las distinguen de las otras categorías

# ILUMINACION DE ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES

---

- **ACTIVIDAD ALTA**
  - Mercancía exhibida en gran volumen
  - Rápidamente reconocible
  - Tiempo de evaluación corto
  - Mínima asistencia de vendedores
  - Punto de venta centralizado

En esta categoría se incluyen primordialmente tiendas de autoservicio, supermercados, tiendas departamentales de descuento, farmacias, autopartes, ferreterías de autoservicio.

# ILUMINACION DE ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES

---

- ACTIVIDAD MEDIA

Mercancía es familiar pero el cliente puede requerir de tiempo o ayuda para evaluar la calidad, el uso y la desición de compra, algunos vendedores y ayuda al cliente

Precios ligeramente más altos

Enfasis en la decoración para crear ambiente confortable y placentero

Usualmente una combinación de autoservicio y asistencia de ventas

En esta categoría se incluyen Tiendas Departamentales y de especialidades como Deportes

## ILUMINACION DE ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES

---

- **ACTIVIDAD BAJA**

Establecimientos comerciales de baja actividad generalmente son atendidos por vendedores

Mercancía exclusiva y alta calidad, altos precios

Tiendas de bajo volumen de clientes, de alto poder adquisitivo

Lugares con énfasis en crear ambiente exclusivo

Punto de venta es generalmente el vendedor

Ejemplos típicos: Joyería fina, muebles finos, boutiques modas de firmas exclusivas, galerías, pieles.

## ILUMINACION DE ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES

---

### 3.2 NIVELES DE ILUMINANCIA

El cuidado que se preste a la selección del nivel de iluminancia tendrá una influencia importante en el volumen de ventas y disminución de reclamaciones y devoluciones

Cuando se trate solo de iluminación general deberán respetarse los valores máximos, si existe iluminación de acento deberán utilizarse valores más bajos

**RECOMENDACIONES DE NIVELES DE ILUMINACION PARA  
ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES \***

AREA O TAREA	DESCRIPCION	TIPO DE ACTIVIDAD AREA	ILUMINANCIA LUX
CIRCULACION	AREA NO UTILIZADA PARA EXHIBICIONES O APRECIACION DE MERCANCIAS O PUNTOS DE VENTA	ALTA MEDIA BAJA	300 200 100
GENERAL DE VENTA (INCLUYE VITRINAS Y EXHIBICION DE PARED)	EL AREA GENERAL HORIZONTAL O VERTICAL DONDE LA MERCANCIA SE EXHIBE Y SE ENCUENTRA ACCESIBLE PARA EL EXAMEN DEL COMPRADOR	ALTA MEDIA BAJA	1,000 750 300
EXHIBICIONES ESPECIFICAS CON ILUMINACION DE ACENTO	SIMPLE PARTE O PARTES QUE QUE REQUIEREN ALTA ILUMINACION PARA IMPACTAR VISUALMENTE Y SOBRESALIR DEL ENTORNO	ALTA MEDIA BAJA	5,000 3,000 1,500
ESCAPARATES LUZ DE DIA GENERAL ACENTO LUZ ARTIFICIAL GENERAL ACENTO GENERAL ACENTO	AREAS DE COMERCIOS IMPORTANTES ALTAMENTE COMPETITIVOS     AREAS DE COMERCIOS SECUNDARIAS O PEQUEÑAS CIUDADES		2,000 10,000    2,000 10,000  1,000 5,000
AREAS DE CAJAS REGISTRADORAS (PUNTOS DE VENTA)	AREAS UTILIZADAS POR LOS EMPLEADOS PARA VERIFICACION DE PRECIOS, ELABORACION DE NOTAS Y COBRO DEL IMPORTE DE VENTA, LECTURA DE COPIAS, ESCRITURA, IMPRIMIR O PROCESAMIENTO ELECTRONICO DE INFORMACION		CONSULTAR HANDBOOK IESNA
SERVICIOS DE APOYO	AREAS DE ALMACEN DE MERCANCIAS DE EMPAQUE, ENVOLTURA, ECT.		

\* RECOMENDACIONES DE ILLUMINATING ENGINEERING SOCIETY OF NORTH AMERICA

3 Valor recomendado, iluminación general

Valoración	Iluminancia (lux)	Campo de aplicación
Muy baja	Inferior a 150	Boutiques
Baja	150 - 300	Comercios selectos
Media	300 - 500	La mayoría de las tiendas
Alta	Superior a 750	Supermercados, tiendas de descuento
Muy alta	3.000 - 30.000	Condiciones de luz natural en escaparates y zonas de venta

2 Reproducción y tonalidad de los colores

Reproducción de colores	Tonalidad y temperatura de los colores			
	Blanco extracálido 2500-2900 K	Blanco cálido 2900-3300 K	Blanco neutro 3300-5000 K	Blanco frío Sup. 5000 K
R <sub>a</sub> 90-100 Excelente	TLD92 Lámpara halógena incandescente	TLD93 Lámpara halógena incandescente	TLD94	TLD95
R <sub>a</sub> 80-90 Buena	SL PL82 PLC TLD82 SDW/T	PL83 TLD83	PL84 TLD84 MHN-TD QL	
R <sub>a</sub> 70-80 Razonable	-	MHW-TD	-	TLD54
R <sub>a</sub> 50-70 Moderada	-	TLD29	TLD33	-

\* FUENTE: REVISTA INTERNACIONAL DE LUMINOTECNIA  
PHILIPS LIGHTING

## ILUMINACION DE ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES

---

### 3.3 DENSIDAD DE POTENCIA ELECTRICA

La densidad de potencia eléctrica ( $W/m^2$ ) utilizada en la iluminación de establecimientos comerciales esta reglamentada por la Norma Oficial Mexicana NOM-000-1994 y cuyo campo de aplicación comprende los sistemas de alumbrado interior y exterior para uso general en los edificios nuevos cuya carga conectada sea mayor de 20 KW, así como también para ampliación de los edificios ya existentes.

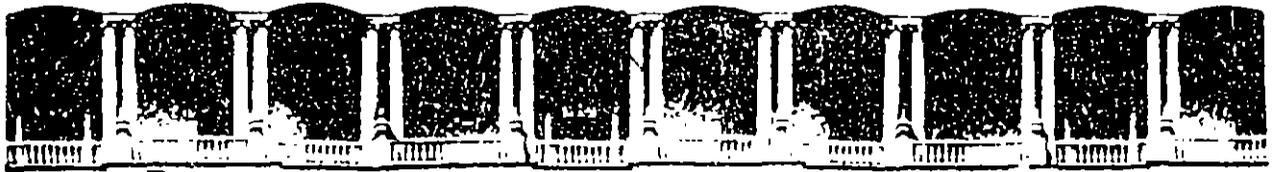
**TABLA 1. Valores máximos permisibles de densidad de potencia eléctrica para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.**

TIPO DE EDIFICIO	DENSIDAD DE POTENCIA ELECTRICA (W/m <sup>2</sup> )	
	ALUMBRADO INTERIOR	ALUMBRADO EXTERIOR
Oficinas	16.0	1.8
Escuelas	16.0	1.8
Hospitales	14.5	1.8
Hoteles	18.0	1.8
Restaurantes	15.0	1.8
Comercios	19.0	1.8
Bodegas o áreas de almacenamiento.*	8.0	
Estacionamientos interiores.*	2.0	

\* Sólo áreas que formen parte de los edificios cubiertos por esta Norma.

Con el propósito de promover la utilización de equipos y sistemas de control de alumbrado como una alternativa que propicie el uso eficiente de la energía en sistemas de alumbrado, se establecen las bonificaciones de potencia con base en los factores indicados en la Tabla 2 aplicables a los diferentes equipos de control más comúnmente utilizados en nuestro país. Estas bonificaciones de potencia influirán en el cálculo de la carga conectada para la determinación de la DPEA de acuerdo con el Método de Cálculo indicado en el Capítulo 7.



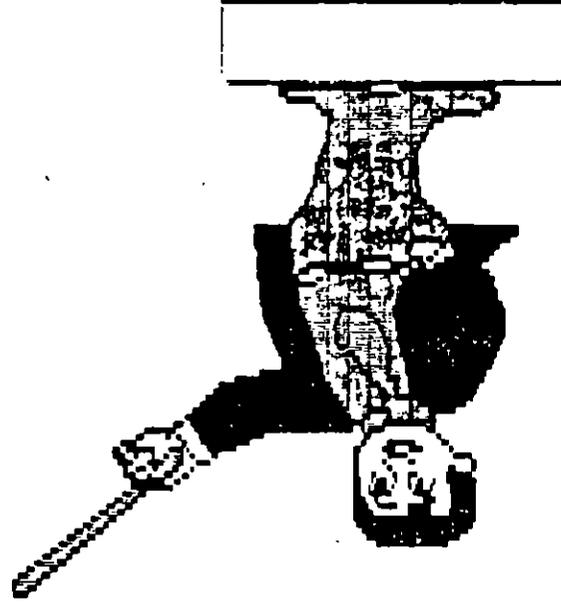
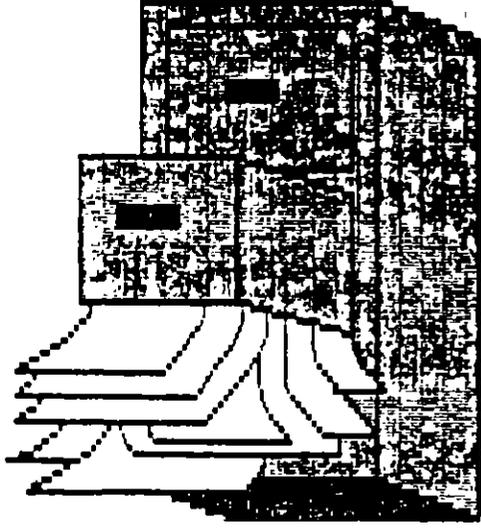


**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS  
ILUMINACION EFICIENTE EN AREAS Y CENTROS  
COMERCIALES.**

**TEMA: A N E X O S**

**1 9 9 6 .**



MANUFACTURERA DE REACTORES  
BALASTROS PARA USO EN  
"ILUMINACION INTERIOR"

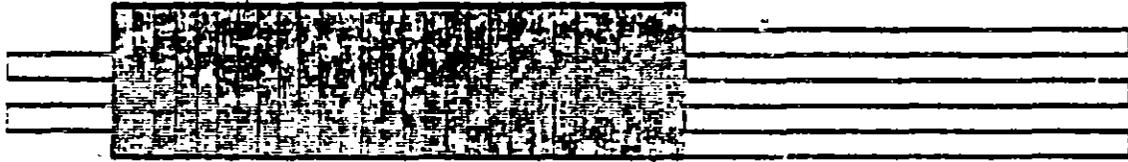
# ILUMINACION INTERIOR CONTROL ELECTRICO

BALASTROS PARA LAMPARAS FLUORESECENTES

BALASTROS PARA LAMPARAS DE DESCARGA

TRANSFORMADORES HALOGENO

MANUFACTURERA DE REACTORES SA



# ILUMINACION INTERIOR

## PARAMETROS PARA BALASTROS:

TENSION DE ALIMENTACION	Vrcm
FACTOR DE POTENCIA	%
CONSUMO DE POTENCIA	WATTS
CORRIENTE CONSUMO	Arcm
TENSION CIRCUITO ABIERTO	Vrcm
FACTOR DE BALASTRO	%
FACTOR DE EFICACIA DE BALASTRO	%
PERDIDAS DEL BALASTRO	WATTS
FACTOR DE CRESTA DE CORRIENTE	NA
NIVEL DE SONIDO	CLASE
TENSION DE FILAMENTOS (RAPIDO)	Vrcm
GARANTIA	ANOS
TEMPERATURA DE OPERACION	C
PESO	KG
DISTORSION ARMONICA TOTAL	%

MANUFACTURERA DE REACTORES SA

# **ILUMINACION INTERIOR**

## **BALASTROS**

**SEGUN EL TIPO DE CIRCUITO DE LAMPARA:  
DE ARRANQUE NORMAL O PRECALENTADO  
DE ARRANQUE RAPIDO  
DE ARRANQUE "TRIGER"  
DE ARRANQUE INSTANTANEO.**

**Todos los tipos de encendido se pueden lograr con cualquier tipo de balastro , es decir existen balastros ARRANQUE RAPIDO HIBRIDOS o de ARRANQUE INSTANTANEO ELECTRONICO.**

**LA LEY DE INSTALACIONES ELECTRICAS NACIONALES NOM-001 EN VIGOR , OBLIGA A INSTALAR BALASTROS CON PROTECCION TERMICA.**

**En general los balastros HIBRIDOS suponen un costo superior al balastro ELECTROMAGNETICO pero el consumo de energia es menor para la misma salida de luz. Lo mismo es cierto para el ELECTRONICO con respecto al HIBRIDO.**

**MANUFACTURERA DE REACTORES SA**

# ILUMINACION INTERIOR

## BALASTROS

SI CONSIDERAMOS EL CONSUMO DE POTENCIA Y LA SALIDA DEL  
BALASTRO LOS PODEMOS CLASIFICAR EN :

BAJA ENERGIA O ECONOMICO	SALIDA BAJA	CONSUMO ALTO
COMERCIAL O CONVENCIONAL	SALIDA NOMINAL	CONSUMO NOMIN
ALTA EFICIENCIA	SALIDA NOMINAL	CONSUMO BAJO
AHORRADOR HIBRIDO	SALIDA NOMINAL	CONSUMO BAJO +
ELECTRONICO	SALIDA BAJA	CONSUMO MINIMO
ELECTRONICO	SALIDA NOMINAL	CONSUMO MENOR
TEMPORIZADO	NOMINAL/BAJA	NOMINAL/BAJA

MANUFACTURERA DE REACTORES SA

# **ILUMINACION INTERIOR BALASTROS**

**PARA LAMPARAS FLUORESCENTES**

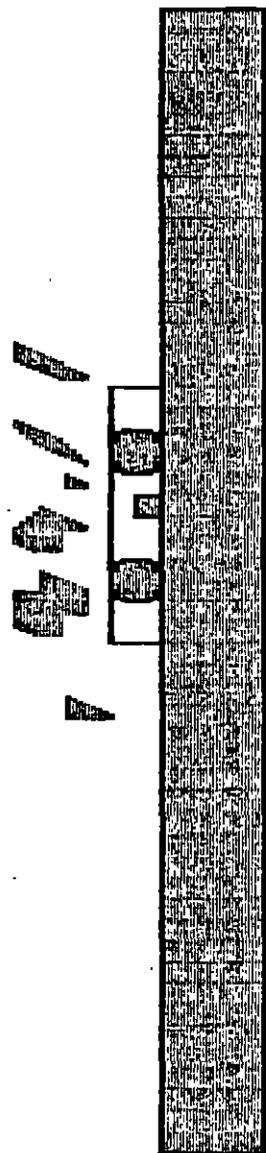
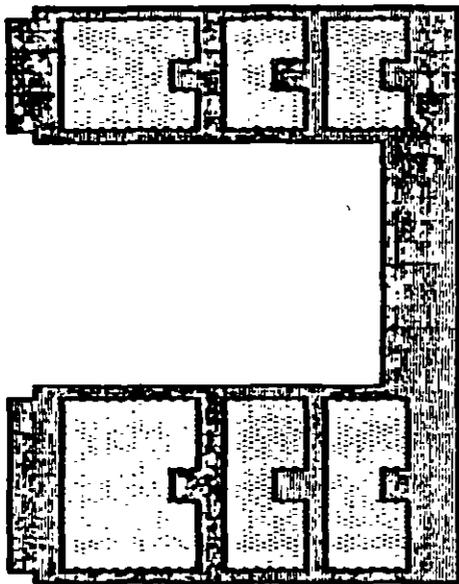
**(SEGUN EL TIPO DE CIRCUITO):**

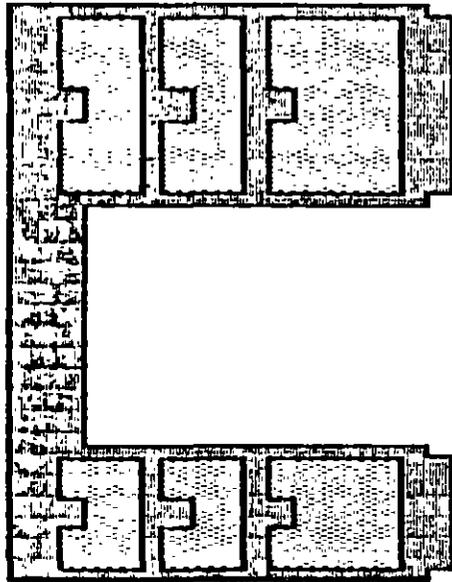
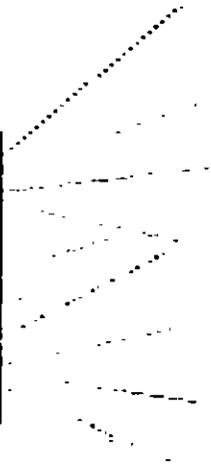
**ELECTROMAGNETICO**

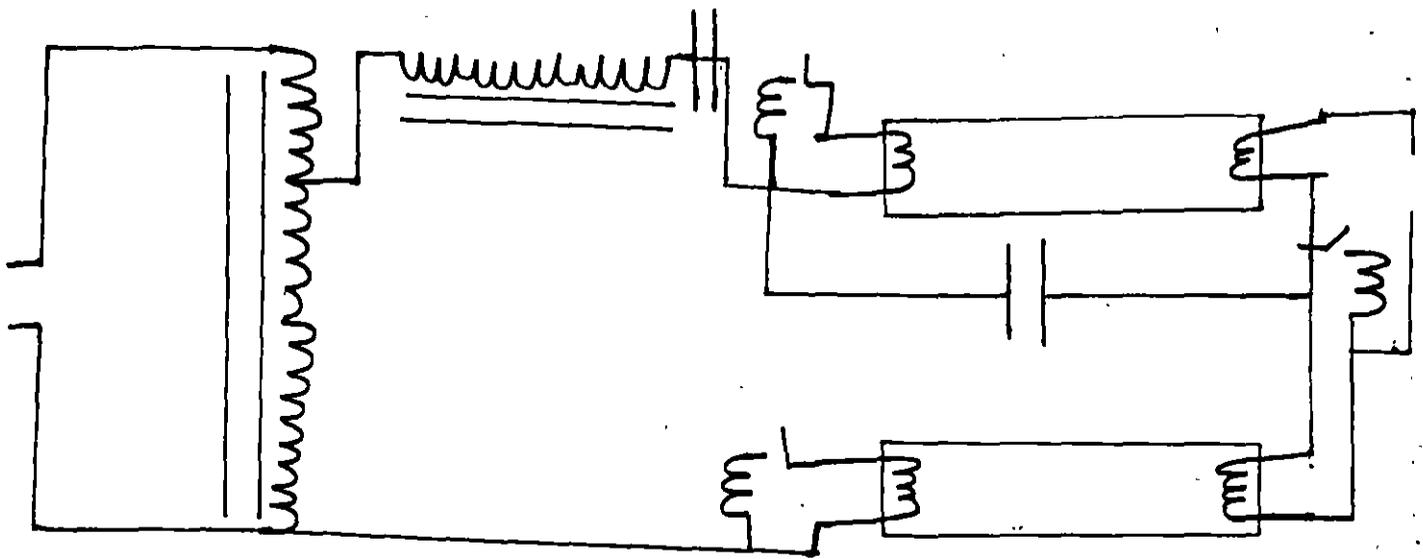
**HIBRIDO**

**ELECTRONICO**

**MANUFACTURERA DE REACTORES SA**







En el esquema se muestra un balastro para dos lámparas de arranque rápido. El principio de operación es simple: Una vez establecido el arco, se desconectan mediante los interruptores modificados, los filamentos del circuito de los cátodos de las lámparas.

DESARROLLO:

Durante algunos años han estado estos sistemas disponibles en el mercado, a continuación mostraremos algunos cuadros comparativos de la operación de balastos de arranque rápido modificado con arranque rápido tradicional:

	MODIFICADO	TRADICIONAL	MODIFICADO	TRADICIONAL	MODIFICADO	TRADICIONAL
LAMPARAS	20W	T12	40W	T 12	34W	T12
CORRIENTE CONSUMO	0.380	0.46	0.65	0.8.	0.605	0.703
POTENCIA CONSUMO	44	53	80	93	73	84
F.P	91.2	91	96.6	91.5	95	94
POTENCIA ARCO	17/17	17/17	36/35	36/36	31/32	31/31
PERDIDAS	10	19	9	21	10	22
F.B.	85	85	91	92.3	98.4	96.8
BEF	1.93	1.60	1.4	0.99	1.35	1.152
FLUJO TOTAL	2,099	2,099	5,618	5,698	5,641	5,549
FLUJO/CONSUMO LINEA	47.7	39.6	70.2	61.3	77.27	66
POTENCIA AHORRADA	9		13		11	
AHORRO %	16.9 %		13.9 %		13.1%	

NOTA: LAS LAMPARAS 20W T12 AQUI MOSTRADAS SON DE ARRANQUE PRECALENTADO, OPERADAS EN UN CIRCUITO "TRIGER"

Existen aun otros enfoques: Para el diseñador de proyectos de iluminación, es evidente que puede lograr dos niveles similares de iluminación al emplear 2 lámparas de 40W T12 con un balastro tradicional ó 2 lámparas 34W T12 con un balastro de arranque rápido modificado. Pero es notoria la diferencia en consumo con los dos sistemas:

	40W T12 TRADICIONAL	34W T12 MODIFICADO
POTENCIA CONSUMO	93	73
F B	92.3	98.4
BEF	0.99	1.35
FLUJO LUMINOSO	5698	5641
FLUJO/CONSUMO LINEA	61.3	77.27
POTENCIA AHORRADA	///	20
AHORRO %	///	21.5%

El flujo luminoso disminuyó 57 lumens (-1.0004 %) ! ; lo cual es prácticamente igual . Este tipo de solución es útil cuando se desea hacer un proyecto de ahorro de energía conservando la instalación original.

Desde finales de las décadas de los 70'S se introdujeron comercialmente este tipo de circuitos en EUA, a la fecha no hay quejas por una falla temprana masiva de lámparas.

Con la finalidad de preveer los efectos en la vida de las lámparas hemos conducido los siguientes experimentos:

Conectamos un sistema lámpara-balastro para dos lámparas de 40W T12 arran-

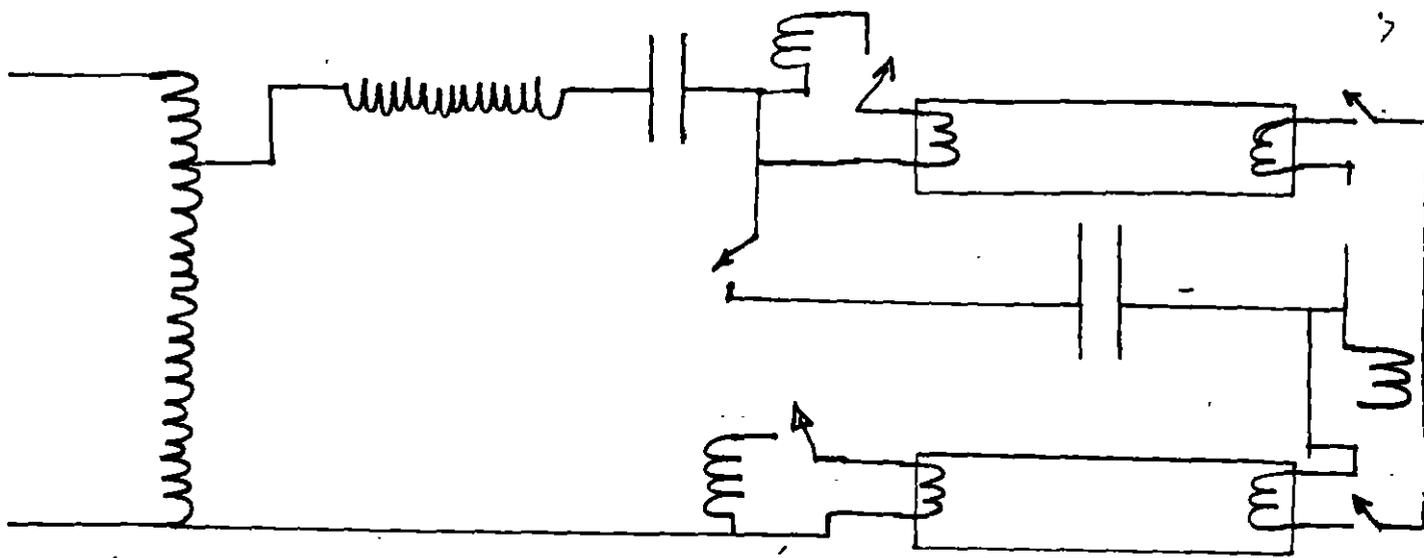
que rápido con un balastro tradicional, de forma que enciende 1.5 min. y apaga 1.5 min. Al mismo tiempo conectamos un sistema lámpara-balastro para 2 lámparas de 34W T12 con un balastro de arranque rápido modificado, de forma similar a ciclos de 1.5 min. encendido y 1.5min apagado, observamos cuantos ciclos se presentan antes de que fallen las lámparas. Esta experiencia se repitió con varios balastros, cada balastro con 3 marcas diferentes de lámparas. Estos experimentos arrojaron :

TIPO DE SISTEMA	NUMERO DE CICLOS PRIMEDIO PARA FALLA DE LAMPARA.
TRADICIONAL	7 600 40W T 12
MODIFICADO	14 700 34W T 12

De esta experiencia no podemos decir -- que la operación con sistemas modificados alarguen la vida útil de las lámparas. Los fabricantes de lámparas indican que la vida esperada para las lámparas de 34W T12 es de 20,000 Hrs., mientras que la vida esperada de las lámparas de 40W T12 es de 12,000 Hrs.

Lo que si podemos decir es que la operación del sistema modificado no disminuye la vida útil de las lámparas.

En los años recientes, debido a sus mejores características, se ha presentado una gran penetración de la nueva generación de lámparas T8. En especial han sido de interes en nuestro país las lámparas de 32W T8 y de 17W T8, junto con esta nueva generación de lámparas ha emergido una nueva generación de balastros de arranque rápido modificado, en la cual se desconectan tanto los filamentos de calentamiento como el capacitor de asistencia para el encendido:



Este tipo de sistema presenta todas las bondades anteriormente descritas y además incrementa ligeramente la vida útil de las lámparas.

A continuación mostramos un cuadro comparativo para este tipo de sistemas, incluimos únicamente como referencia los datos de sistemas electrónicos.

PARAMETRO	40WT12	34WT12	32W T8	32W T8	32W T8	20W T12	17W T8	17W T8	17W T8
#LAMPARAS	2	2	2	2	2	2	2	2	2
SISTEMA	TRADI- CIONAL	MODIFI- CADO	TRADI- CIONAL	MODIFI- CADO	ELEC- TRON	TRADI- CIONAL	TRADI- CIONAL	MODIFI- CADO	ELEC- TRON
POT.CONSUMO	93	73	75	63	61	53	44	39	34
F.B.	92.3	98.4		85	95	85	95	95	98
FLUJO TOTAL	5,698	5,641	5,858	5,081	5,679	2,099	2,606	2,606	2,688
FLUJO/ CONSUMO	61.3	77.27	78.11	80.65	93.1	47.7	59.2	66.82	79
AHORRO W	// //	20	18	30	32	//	9	14	19
AHORRO %	// /	21.5	19.4	32.25	34.4	//	16.9	26.4	35.8

# **XVI SEMINARIO NACIONAL USO RACIONAL DE LA ENERGIA**

## **BALASTROS ELECTRONICOS DE BAJA FRECUENCIA**

**MANUFACTURERA DE REACTORES SA**

# **ELECTRONICOS BAJA FREC.**

## **OBJETIVOS:**

**DEFINICIONES.**

**SISTEMAS DE ARRANQUE RAPIDO**

**SISTEMAS DE ARRANQUE INSTANTANEO**

**RESUMEN DE SISTEMAS FLUORESCENTES**

**EL FUTURO: SISTEMAS PARA LAMPARAS HID**

# **BALASTROS ELECTRONICOS DE BAJA FRECUENCIA**

## **DEFINICIONES:**

**Cuando hablamos de balastros ELECTRONICOS comunmente pensamos en balastros que operan las LAMPARAS a frecuencias de 20 KHz o mas. A este tipo de balastro se le denomina:**

**BALASTRO ELECTRONICO DE ALTA FRECUENCIA.**

**El operar las lamparas fluorescentes a estas frecuencias permite obtener una eficacia mayor. (EFICACIA es la razon de la luz emitida a la potencia aplicada lm/watt).**

15 **Esto es, podemos operar una lampara fluorescente a una frec. cercana a los 20 KHz, a una potencia menor a la potencia a la que opera a 60Hz y aun as obtener el mismo flujo luminoso.**

**Un balastro que opera las lamaparas a frecuencia de red, pero cuenta con un dispositivo ELECTRTONICO que tipicamente opera durante el encendido de las lamparas se denomina:**

**BALASTRO ELECTRONICO DE BAJA FRECUENICA.**

**MANUFACTURERA DE REACTORES SA  
ATPAE 95**

# **BALASTROS ELECTRONICOS DE BAJA FRECUENCIA**

**Los balastros electronicos de baja frecuencia, son el ultimo desarrollo de la tecnologia en balastros HIBRIDOS.**

**Los balastros HIBRIDOS reciben su nombre de su construccion: estan contruidos con una parte ELECTROMAGNETICA y una parte ELECTRONICA.**

**De manera similar los balastros ELECTRONICOS DE BAJA FRECUENCIA tienen una parte ELECTRONICA y una parte ELECTROMAGNETICA.**

**Esta tecnologia conduce a un uso mas eficiente de la energia, se construyen balastros ELECTRONICOS EN BAJA FRECUENCIA con eficiencia cercana a los balastros ELECTRONICOS EN ALTA FRECUENCIA.**

**Es importante el asegurar que los balastros que se emplean cumplan los requerimientos de el fabricante de lamparas, asi como con los requerimientos nacionales en materia de instalaciones.**

**MANUFACTURERA DE REACTORES SA  
ATPAE 95**

# **BALASTROS ELECTRONICOS DE BAJA FRECUENCIA.**

## **CARACTERISTICAS PRINCIPALES:**

**AHORRAN ENERGIA ELECTRICA**

**COSTO MENOR A EL DE LOS BALASTROS EN ALTA FRECUENCIA**

**EFICIENCIA CERCANA A LOS BALASTROS EN ALTA FRECUENCIA**

**MAYOR RELACION COSTO BENEFICIO**

**MENOR TEMPERATURA DE OPERACION**

**ALTA CONFIABILIDAD AUN EN CONDICIONES EXTREMAS**

**CONEXION SIMILAR A LA CONVENCIONAL**

**TERMOPROTEGIDOS**

**MANUFACTURERA DE REACTORES SA  
ATPAE 95**

# **BALASTROS ELECTRONICOS DE BAJA FRECUENCIA**

## **SISTEMAS DE ARRANQUE RAPIDO**

18

**MANUFACTURERA DE REACTORES SA  
ATPAE 95**

# **BALASTROS ELECTRONICOS DE BAJA FRECUENCIA**

**SISTEMA DE ARRANQUE RAPIDO**

**CALENTAMIENTO DE CATODOS DE LAMPARA EN ARRANQUE**

**DESCONEXION DE CALENTAMIENTO DE CATODOS EN OPERACION**

**AHORRO DE ENRGIA DE 25% CON RESPECTO A COMERCIAL.**

**TEMPERATURA DE OPERACION INFERIOR A 50 C**

**NO APORTA ARMONICAS ADICIONALES.**

**ALTA CONFIABILIDAD.**

**ALTO FACTOR DE POTENCIA**

**LARGA VIDA UTIL.**

**MANUFACTURERA DE REACTORES SA  
ATPAE 95**

# BALASTRO ELECTRONICO DE BAJA FRECUENCIA.

PARAMETRO	E.MAGNE	ELECT BF	ELECT AF
CONSUMO	75	63	61
F.B	98	85	85
FLUJO Im	5858	5081	50.81
Im/consumo	78.11	80.65	93.29
AHORRO WATTS		12	14
AHORRO %		16	18.66
BEF	1.307	1.49	1.393

SISTEMA: 2 LAMPARAS 32W, T8, ARRANQUE RAPIDO BAJA FREC.  
MANUFACTURERA DE REACTORES SA

# **BALASTROS ELECTRONICOS DE BAJA FRECUENCIA**

## **SISTEMAS DE ARRANQUE INSTANTANEO**

21

**MANUFACTURERA DE REACTORES SA  
ATPAE 95**

# **BALASTROS ELECTRONICOS DE BAJA FRECUENCIA**

**ARRANQUE INSTANTANEO.**

**NO UTILIZA LA TERCER BOBINA PARA EL ARRANQUE  
EN SU LUGAR UTILIZA UN DISPOSITIVO ELECTRONICO.**

**AHORRO EN EL CONSUMO DE UN 25%**

**TEMPERATURA DE OPERACION MAXIMA DE 50 C**

**ALTA CONFIABILIDAD.**

**MENOR PESO**

**MENORES DIMENSIONES**

**LARGA VIDA UTIL**

**MANUFACTURERA DE REACTORES SA  
ATPAE 95**

# BALASTROS ELECTRONICOS DE BAJA FRECUENCIA

PARAMETRO	E.MAGNE	ELEC BF	ELEC AF
CONSUMO	78	68	65
F.B.	95	95	95
SALIDA WATTS	30.4	30.4	30.4
AHORRO WATTS		10	13
AHORRO %		12.82	16.66716.66
BEF	1.218	1.397	1.4615

SISTEMA DOS LAMPARAS 32 WATTS T12 ARR. INSTANTANEO  
MANUFACTURERA DE REACTORES SA

# BALASTROS ELECTRONICOS

## BAJA FRECUENCIA

<b>DATO</b>	<b>E.MAGN</b>	<b>E.BAJA F</b>	<b>E.ALTA F</b>
<b>TENSION</b>			
<b>CONSUMO</b>			
<b>FP</b>			
<b>FB</b>			
<b>BEF</b>			
<b>TEMPERATURA</b>			
<b>CONFIABILIDAD</b>			
<b>PRECIO</b>			

24

MANUFACTURERA DE REACTORES SA  
ATPAE 95

# **BALASTROS ELECTRONICOS BAJA FRECUENCIA**

**EL FUTURO:**

**BALASTROS ELECTRONICOS EN BAJA  
FRECUENCIA PARA LAMPARAS HID**

**SDOIO ALTA PRESION Y ADITIVOS METALICOS**

**MANUFACTURERA DE REACTORES SA  
ATPAE 95**

# AHORRO DE ENERGIA

MÉRIDA 1993

Quando hablamos de calidad de iluminación nos referimos a:

- \* EL NIVEL DE ILUMINACION
- \* APARIENCIA DE LA ILUMINACION
- \* LA REPRODUCCION DE COLORES
- \* EL COSTO ENERGETICO
- \* EL COSTO DE MANTENIMIENTO

El conjunto de estos parámetros nos habla de la calidad de la iluminación. El primero nos habla de la cantidad de luz en un plano se expresa en luxes.

$\text{luxes} = \text{lumens/area}$

El segundo de la apariencia de la luz, es una atmósfera cálida, fría?. Este parámetro se expresa en términos de temperatura de color:

\*K

# AHORRO DE ENERGIA

MÉRIDA 1969

El tercer parámetro nos dice que tan bien se reproducen los colores bajo el sistema de alumbrado. Se expresa en una escala %:

C.R.I. (%)

El cuarto nos habla del consumo energético del sistema de alumbrado. Cuando se emplean fuentes luminosas que requieren balastos para su operación deberá de considerarse el consumo de estos. Este parámetro se expresa en watts.

watts = [kwatts.Hr/horas opr]/1000

El último parámetro nos refleja el costo por la reposición de las fuentes luminosas y sus accesorios. Así como las maniobras de limpieza y cuidado. Se expresa en costo mensual.

# AHORRO DE ENERGIA

MEMORIA 1988

Para analizar un proyecto de alumbrado se requieren conocer :

LAS DIMENSIONES Y CONDICIONES DEL AREA A ALUMBRAR.

LAS CARACTERISTICAS DE LA FUENTE LUMINOSA Y DE SUS ACCESORIOS TANTO ELECTRICOS COMO OPTICOS. ES DECIR LAS CARACTERISTICAS DE :

LAMPARA  
BALASTRO

LUMINARIO

LOS REQUERIMIENTOS VISUALES DE LOS USUARIOS, TIPO DE TRABAJO Y EDAD.

En lo siguiente en este trabajo vamos a considerar que para todas las fuentes luminosas existen los

MANUFACTURERA DE REACTORES SA

# AHORRO DE ENERGIA

VERDA 1000

...limitar los tales que las condiciones de iluminación son muy semejantes, así mismo no haremos referencia a las necesidades de mantenimiento.

Bajo esta perspectiva podemos describir nuestro sistema de alumbrado inicial como sigue:

LAMPARA : INCANDESCENTE  
CONSUMO : 100 WATTS  
FLUJO : 1,480 LUMENS  
C.R.I. : BUENO  
COLOR :  
LAMPARAS : 10  
FLUJO TOT : 14,800 LUMENS  
CONSUMO TOT : 1,000 WATTS

MANUFACTURERA DE REACTORES CA

# AHORRO DE ENERGIA

MERIDA 1999

PARAMETRO	VALORES
TIPO DE LAMPARA	FL. COMPACTO 15 W
CONSUMO LAMP. BALA	15 WATTS
FLUJO LUMINOSO	900 LUMENS
C.R.L.	32%
COLOR	2,700 K
N.º DE LAMPARAS	16
FLUJO TOTAL	14 400 LUMENS
CONSUMO TOTAL	240 WATTS
AHORRO	760 WATTS
SALIDA RELATIVA	-2.7%

MANUFACTURERA DE REACTORES SA

# AHORRO DE ENERGIA

MERIDA 1992

PARAMETRO	VALOR
TIPO DE LAMPARA	INSTANTANEO 52 W
CONSUMO LAMP. BALA	69 WATTS (2 LAMP)
FLUJO LUMINOSO:	2,400 LUMENS
C.E.I.	53 %
COLOR	3000 K
LAMPARAS	6
FLUJO TOTAL	14,400 LUMENS
CONSUMO TOTAL	207 WATTS
AHORRO TOTAL	703 WATTS
SALIDA RELATIVA	-2.7%

MANUFACTURERA DE REACTORES SA

# AHORRO DE ENERGIA

MEHDA 1988

PARAMETRO	VALOR
TPO DE LAMPARA	FL. RAPIDO 34 WATTS
CONSUMO LAMP. BALA	77 WATTS (2 LAMP)
FLUJO LUMINOSO	2.880 LUMENS
C.R.I.	85 %
COLOR	5.000 K
N. LAMPARAS	6
FLUJO TOTAL	17.280 LUMENS
CONSUMO TOTAL	231 WATTS
AHORRO	769 WATTS
SALIDA RELATIVA	+ 16.8%

MANUFACTURERA DE REACTORES SA

# AHORRO DE ENERGIA

MERIDA 1993

PARAMETRO	VALOR
TIPO DE LAMPARA	RAPIDO T8 32W
CONSUMO LAMP. SALA	77 WATTS (2LAMP)
FLUJO LUMINOSO	2,850 LUMENS
C.R.I.	85 %
COLOR	3,000 'K
# LAMPARAS	6
FLUJO TOTAL	17,100 LUMENS
CONSUMO TOTAL	231 WATTS
AHORRO	769 WATTS
SALIDA RELATIVA	+ 15.5%

MANUFACTURERA DE REACTORES SA

# AHORRO DE ENERGIA

MERIDA 1998

PARAMETRO	VALOR
TIPO DE LAMPARA	FL. COMPACTO 36W
CONSUMO LAMP. SALA	80 WATTS (2 LAMP)
FLUJO LUMINOSO	2,900 LUMENS
C.R.I.	82%
COLOR	2,700 'K
# LAMPARAS	6
FLUJO TOTAL	17,400 LUMENS
CONSUMO TOTAL	240 WATTS
AHORRO	760 WATTS
SALIDA RELATIVA	+ 17.6

MANUFACTURERA DE REACTORES SA

# AHORRO DE ENERGIA

MERIDA 1993

PARAMETRO	VALOR
TIPO DE LAMPARA	INSTANTANEO 60W
CONSUMO LAMP. BAL	ELEC. 110W (2LAMP)
FLUJO	5,850 LUMENS
C.R.I.	> 90%
COLOR	5,000 'K
# LAMPARAS	4
FLUJO TOTAL	23,400 LUMENS
CONSUMO TOTAL	220 WATTS
AHORRO	780 WATTS
SALIDA RELATIVA	+ 58.1%

MANUFACTURERA DE REACTORES SA

# AHORRO DE ENERGIA

MERIDA 1993

PARAMETRO	VALOR
TIPO DE LAMPARA	ADITIVOS-G.70W
CONSUMO LAMP.BALA	98 WATTS
FLUJO LUMINOSO	5,500 LUMENS
C.R.I	> 94%
COLOR	4,200 'K
LAMPARAS	3
FLUJO TOTAL	16,500 LUMENS
CONSUMO TOTAL	294 WATTS
AHORRO	706 WATTS
SALIDA RELATIVA	+ 11.49%

# AHORRO DE ENERGIA

MERIDA 1993

A partir de los datos anteriores se puede formar un criterio respecto a cual de los sistemas propuestos es el mas adecuado. Siempre quedara esto condicionado al usuario, pues cada proyecto es para un trabajo visual diferente, este ejemplo simplemente nos ha puesto en contacto con las alternativas disponibles a nivel nacional. Para concretar nuestro análisis, definamos un número como el índice de rendimiento, el cual lo calcularemos como la salida de luz expresada en porcentaje, con respecto a el sistema inicial por los watts de ahorro. Cuanto mayor sea este índice cuanto mayor eficiente es el sistema. Esto es el sistema con mayor índice es el que emplea de manera mas eficiente la energía.

# AHORRO DE ENERGIA

## MERIDA 1993

SISTEMA	AHORRO	SALIDA	INDICE
INCANDESCENTE		100%	(REFERENCIA)
FL.COMP 15W	760 W	97.3%	739.48
FL INS. 32W	793 W	97.3%	771.58
FL RAP. 34W	769 W	116.8%	898.19
FL RAP. 32WT8.	769 W	115.54%	888.5
FL.COMP 36 W	760 W	117.6%	893.76
FL.(E)INS.60W	780 W	158.1%	1233.2
HID COMP 70 W	706 W	111.5%	787.09

MANUFACTURERA DE REACTORES SA

# **AHORRO DE ENERGIA**

**MERIDA 1993**

**LOS NUMEROS AISLADOS NO NOS PUEDEN DEFINIR POR COMPLETO CUAL ES LA MEJOR OPCION, DE HECHO ESTA DEPENDE DE PARAMETROS NO MEDIBLES COMO EL USO O EL GUSTO. SI EL EJEMPLO MOSTRADO ES PARA UN COMERCIO LA MEJOR OPCION SERA LA LAMPARA DE ADITIVOS-M DE 70 W. SI FUESE UNA ESCUELA U OFICINA LA LAMPARA DE 36W FL. COMPACTO SERA LA OPCION, SI SE TRATASE DE UNA BODEGA O TALLER DE USO INTERMITENTE LA MEJOR DECISION ES EL FLUORESCENTE DE 60W CON BALASTRO ELECTRONICO Y ASI.**

**MANUFACTURERA DE REACTORES SA**

# **AHORRO DE ENERGIA**

**MERIDA 1993**

**DEFINIMOS LA EFICACIA DE UNA LAMPARA  
COMO LA CAPACIDAD DE CONVERTIR LA ENERGIA  
ELECTRICA EN LUZ.**

**EFICACIA: LUMENS (PRODUCIDOS) / WATTS (APLICADOS)**  
Desde este punto de vista, las lamparas que tengan una mayor eficacia son las lamparas que utilizan mas eficientemente la energia. Sin embargo al igual que en el caso anterior, se requiere tambien los datos del balastro y de el luminario a emplear, asi como su aplicacion, el tipo de usuario y el trabajo visual a efectuar. No es la misma demanda de iluminacion para una via rapida que para una fachada de un edificio a resaltar.

**MANUFACTURERA DE REACTORES SA**

# **ATPAE XIII**

## **OBJETIVO:**

**ENTRAR EN CONTACTO CON  
LAMPARAS DE ALTA INTENSIDAD  
DE DESCARGA, CON ALTO  
RENDIMIENTO DE COLOR, PARA  
PONER EN PERSPECTIVA SU USO EN  
EL ALUMBRADO COMERCIAL.**

**ALUMBRADO EFICIENTE CON LAMPARAS DE ALTA  
INTENSIDAD DE DESCARGA Y ALTO RENDIMIENTO DE COLOR.**

**ATPAE XIII**  
**PARAMETROS A CONSIDERAR:**

**\*FLUJO LUMNINOSO**

**\*EFICACIA**

**\*RENDIMIENTO DE COLOR**

**\*TEMPERATURA DE COLOR**

42-

31

# **ATPAE XIII**

## **FLUJO LUMINOSO**

**A LA ENERGIA RADIANTE DE UNA FUENTE  
DE LUZ QUE PRODUCE UNA SENSACION  
LUMINOSA SE LE DENOMINA FLUJO LUMINOSO.**

**(SU UNIDAD ES EL LUMEN)**

# ATPAE XIII

## LUMEN:

UN LUMEN ES EL FLUJO LUMINOSO DE LA  
RADIACION MONOCROMATICA DE  $540 \cdot 10^{12} \text{Hz}$   
CON UN FLUJO DE ENERGIA RADIANTE DE  $1/683 \text{W}$

# ATPAE XIII

## EFICACIA:

ES EL RENDIMIENTO LUMINOSO DE UNA FUENTE, EXPRESADO COMO EL COCIENTE DEL FLUJO LUMINOSO GENERADO POR LA FUENTE A LA ENERGIA APLICADA A ESTA.

(SUS UNIDADES SON LUMENS/WATT)

# ATPAE XIII

APARIENCIA O CROMATICIDAD:

# DIAGRAMA DE CROMATICIDAD

# TEMPERATURA DE COLOR.

46

# ATPAE XIII

## RENDIMIENTO DE COLOR

47  
"CRI" PARAMETRO DESARROLLADO POR LA CIE  
(COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE)  
EL METODO EMPLEA UNA ESCALA DE 100,  
EXPRESA LA HABILIDAD DE REPRODUCIR COLOR.

# ATPAE XIII

LAMPARA	BALASTRO	FLUJO	EFICACIA
100W MT	AX100Q127	5,600 LUMENS	56 LUM/WATT
70W MT	AX70Q127	5,000 LUMENS	66.7 LUM/WATT
150W MT 3.2K	AX150Q127	13,000 LUMENS	86.7 LUM/WATT
150W MT 4.3K	AX150Q127	11,250 LUMENS	75 LUM/WATT
150W HPS	AX150LU127	15,000 LUMENS	100 LUM/WATT
150 HPS Nuevo	AX150LU127	15,000 LUMENS	100 LUM/WATT
50 HPS Blanco		2,500 LUMENS	50 LUM/WATT
ULTR.04324	260IE127	5,900 LUMENS	98.3 LUM/WATT

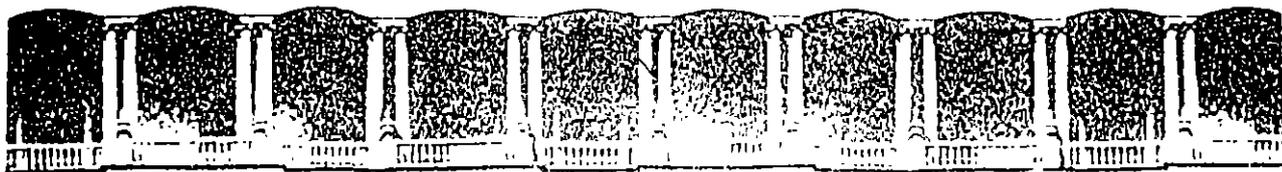
# ATPAE XIII

LAMPARA	EFICIENCIA	CRI	TEM 'K
100 MT	43.1 LUM/WATT	75	3,200 'K
70 MT	56.2 LUM/WATT	65	3,000 'K
150 MT 3.2'K	66.3 LUM/WATT	65	3,200 'K
150 MT 4.3'K	57.4 LUM/WATT	79	4,300 'K
150 HPS	76.5 LUM/WATT	21	2,000 'K
150 HPS Nuevo	76.5 LUM/WATT	65	2,200 'K
50 HPS BLANCO	43.1 LUM/WATT	82	2,500 'K
ULTR.04324	97.3 LUM/WATT		4,100 'K

64

# ATPAE XIII

LAMPARA	TEMP. 'K	CRI
MERCURIO	3000-7000 'K	20 A 60
METALARC	3200-4200 'K	60 A 80
SODIO ALTA PRESION		
TRADICIONAL	1900-2000 'K	20 A 22
COLOR CORREGIDO	2000-2300 'K	65
SODIO BLANCO	2600-2700 'K	80



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

## **ILUMINACION EFICIENTE EN AREAS Y CENTROS COMERCIALES**

### **CONTROLES**

**EXPOSITOR: ING. FERNANDO ESPINOSA DE LOS MONTEROS**

**1996**

# **THE WATTSTOPPER INC.**

- **SENSORES**

**INFRARROJOS**

**ULTRASONICOS**

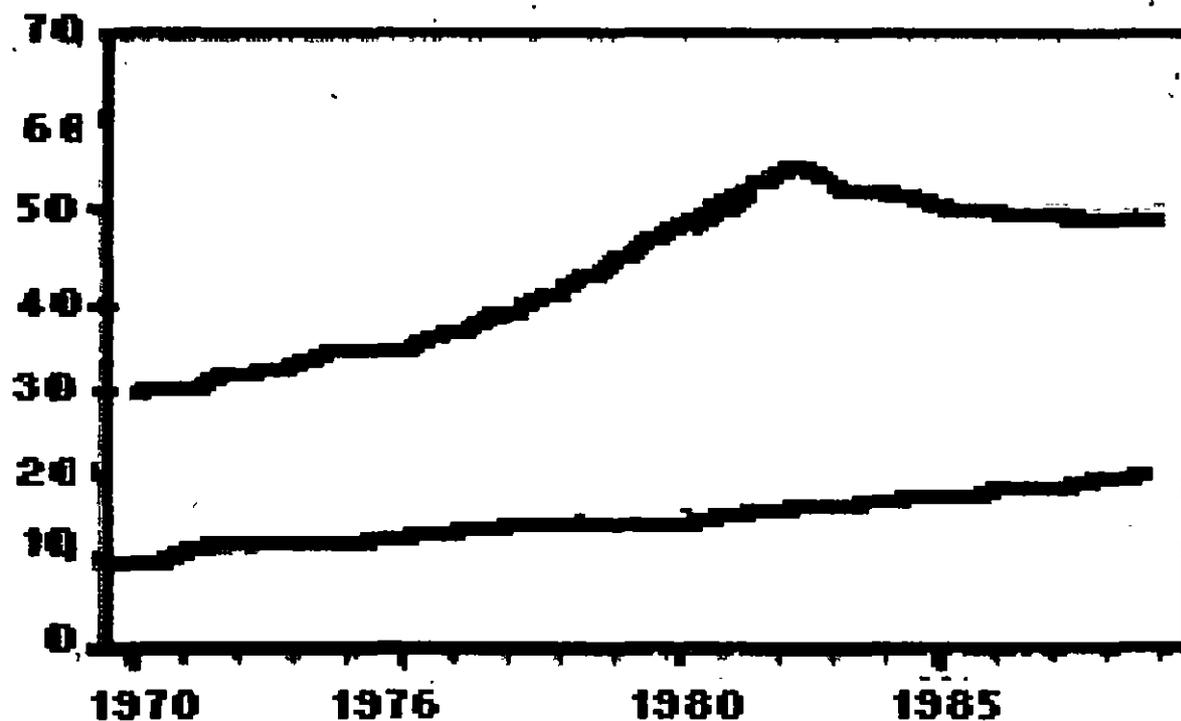
**TECNOLOGIA DUAL**

- **INGENIERIA DE APLICACION**

- **SERVICIO Y GARANTIA**

# CONSUMO DE ENERGIA PER CAPITA

## GIGAJOULES PER CAPITA



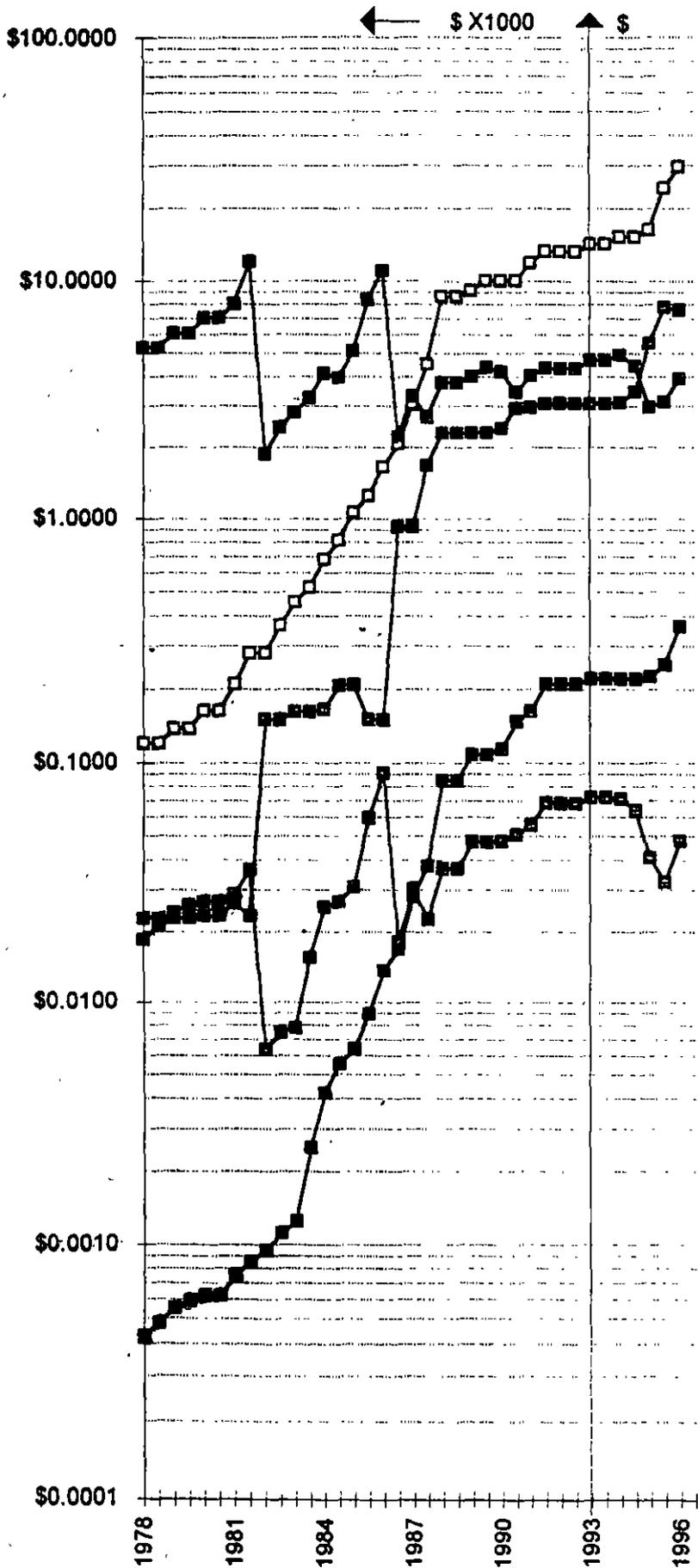
— MEXICO

— PAISES EN

FUENTE: UN

DESARROLLO

COSTOS ELECTRICOS Chart 3

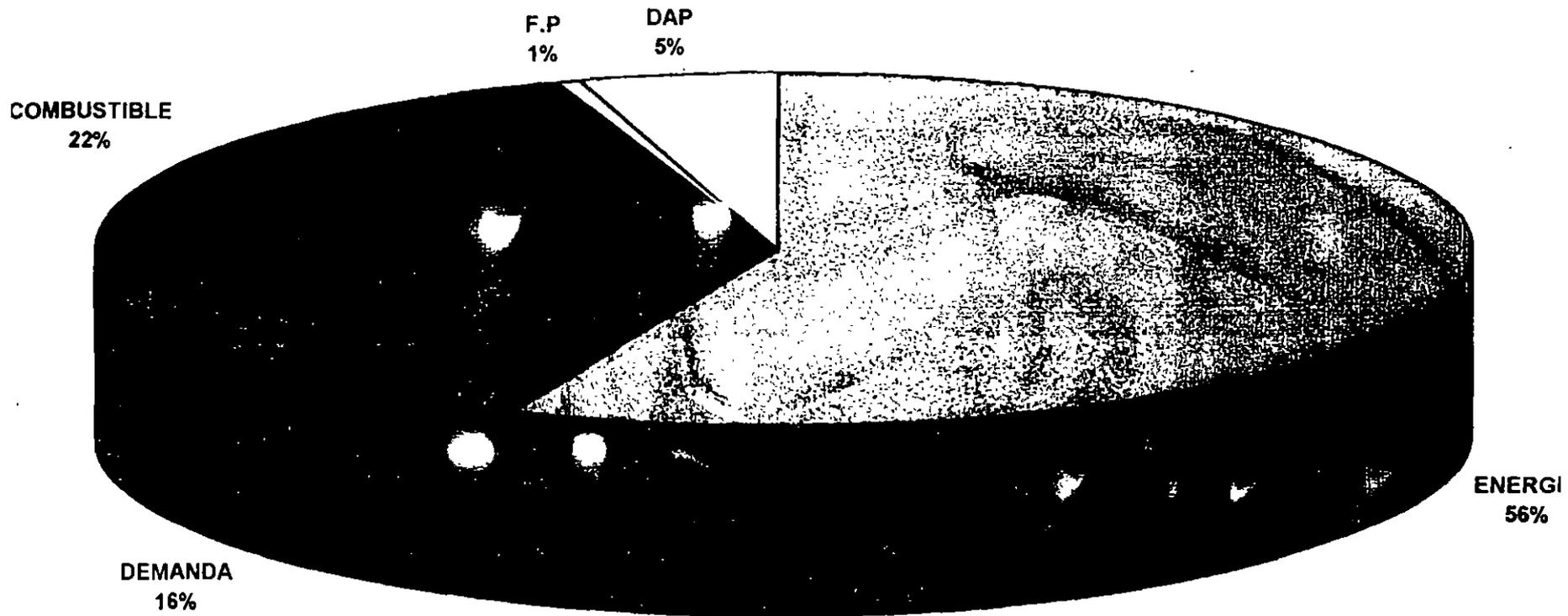


CCAE, S.A. DE C.V.

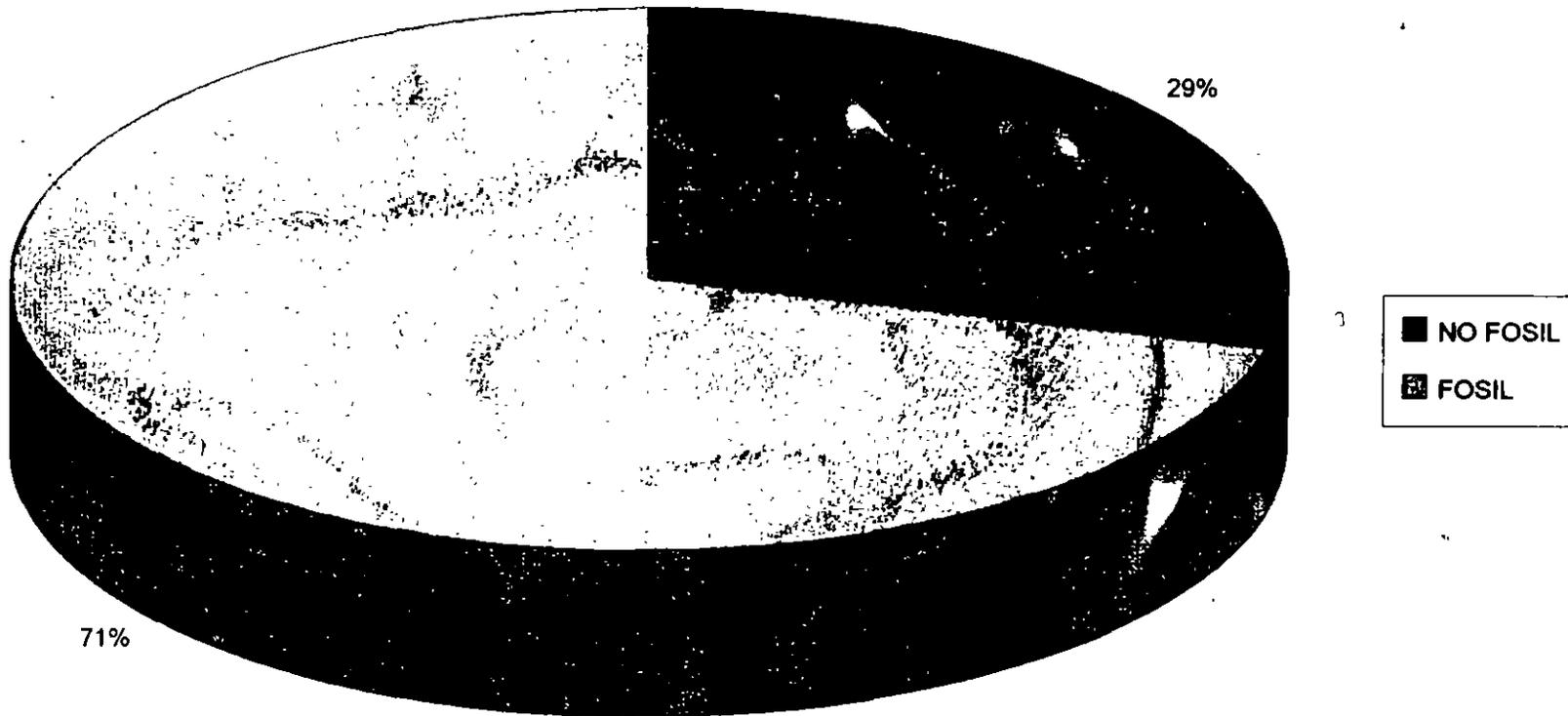
- TARIFA NO. 8/OM EN N\$
- SALARIO MINIMO EN N\$
- PARIDAD N PESO/DLL
- SAL MIN. EN US DLLS
- TARIFA NO. 8/OM EN U.S. DLLS

CD. JUAREZ, CHIH.  
MAYO 1996

### COMPOSICION PORCENTUAL DEL COSTO DE LA ENERGIA ELECTRICA MAYO 1996 T-OM



### COMPOSICION PORCENTUAL DE GENERACION POR INSUMO



**1ER PRINCIPIO**

**"SI NADIE LO ESTA USANDO  
.....APAGENLO!"**

**OFICINA PROMEDIO . 12 MT 2**

**OCHO LAMPARAS FLUORESCENTES 40 WATTS C/U**

**OPERACION 12 HORAS 250 DIAS/AÑO**

**COSTO DE OPERACION/AÑO TARIFA INDUSTRIAL**

**N\$ 211.20**

---

---

---

**1 ER PRINCIPIO DE Ee**  
**"SI NADIE LO ESTA USANDO**  
**.....APAGENLO!"**

● HORAS REALES DE OCUPANCIA

6 HORAS /DIA

● BENEFICIOS DE APAGAR EL ALUMBRADO

AHORROS ANUALES DE N\$105.60

INCREMENTO DE LA VIDA DEL BALASTRO Y  
FOCOS

REDUCCION DE CARGA DE A/C

PREVENCION DE 800LB DE GASES A LA  
ATMOSFERA



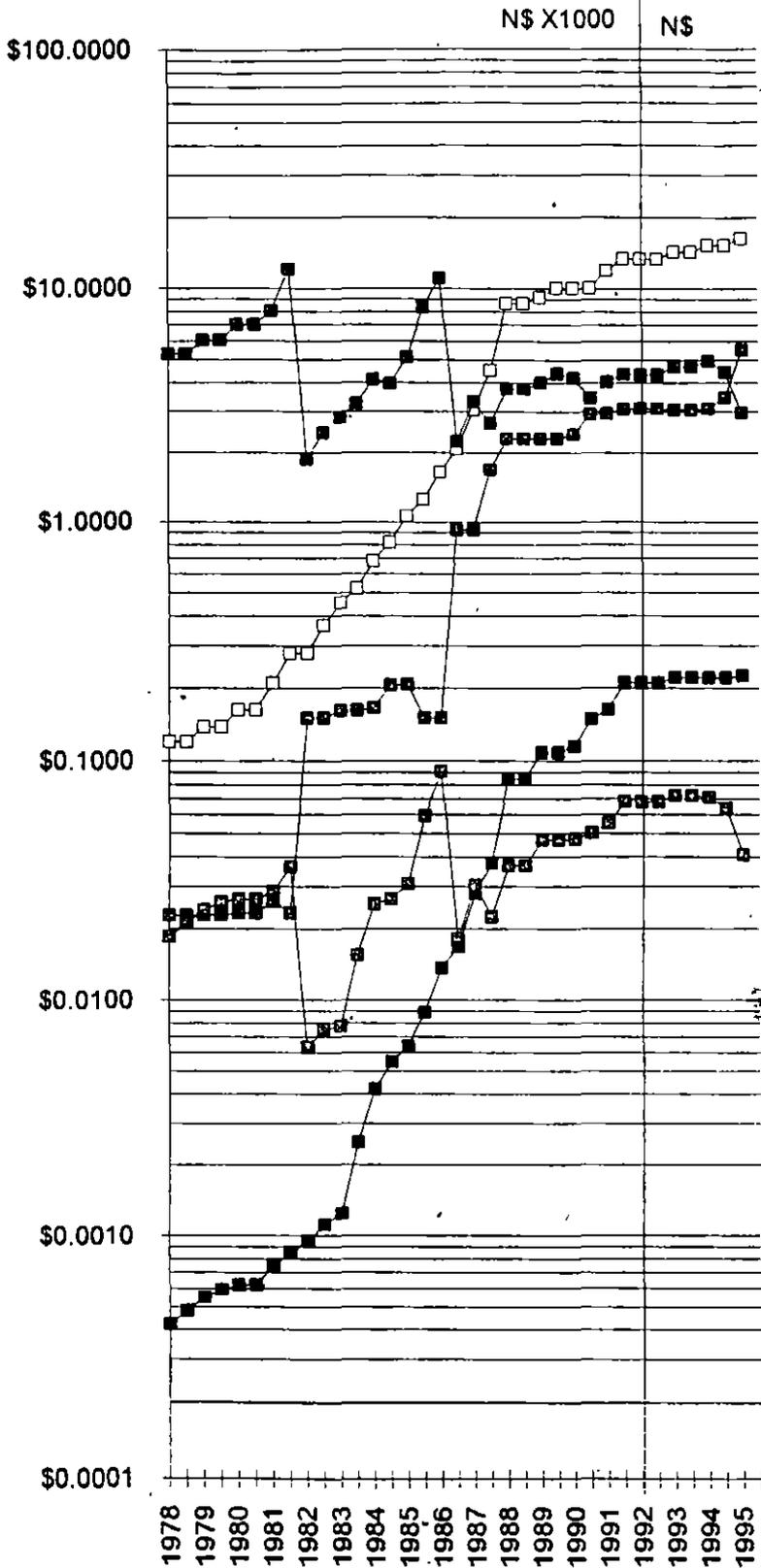
**1ER PRINCIPIO DE Ee**

**"SI NADIE LO ESTA USANDO  
.....APAGENLO!"**

- CANTIDAD DE OFICINAS TIPICAS EN EL PAIS  
10 MILLONES?
- POTENCIAL DE AHORRO ANUAL  
N\$ 1,056 MILLONES
- FALTA INCLUIR BAÑOS, SALAS DE ESPERA,  
RECAMARAS EN LO HOGARES, ETC.
- FALTA INCLUIR LAVADORAS DE AIRE Y HVAC



# GRAFICA LOGARITMICA DE COSTOS 1978-1995



ENERO 1995

- TARIFA NO. 8/OM EN N\$
- SALARIO MINIMO EN N\$
- PARIDAD N PESO/DLL
- SAL MIN. EN US DLLS
- TARIFA NO. 8/OM EN U.S. DLLS

CCAE, S.A. DE C.V.

CD. JUAREZ, CHIH.

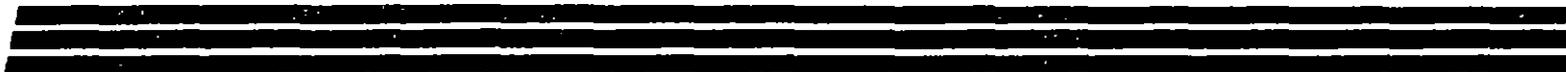
**DISTRIBUCION DE DIAS POR  
AÑO (1994)**

SABADOS  
15%

DOM Y FEST  
16%

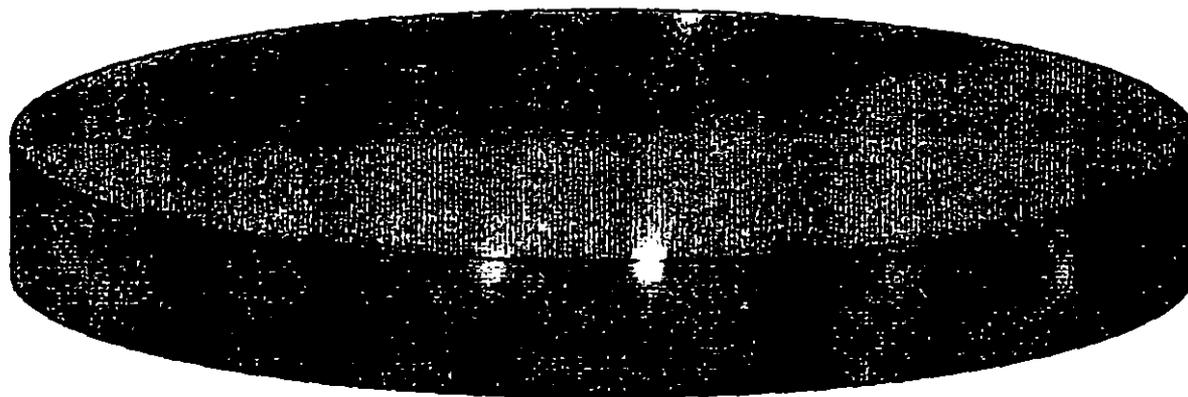


HABILES  
69%



# DISTRIBUCION HORAS POR MES UN TURNO

FUERA OP  
38%



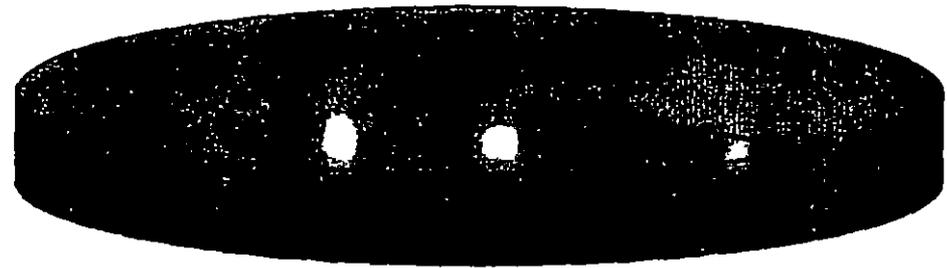
OPERACION  
62%





# DISTRIBUCION DE HORAS POR DIA HABIL DOS TURNOS

OPERACION  
75%



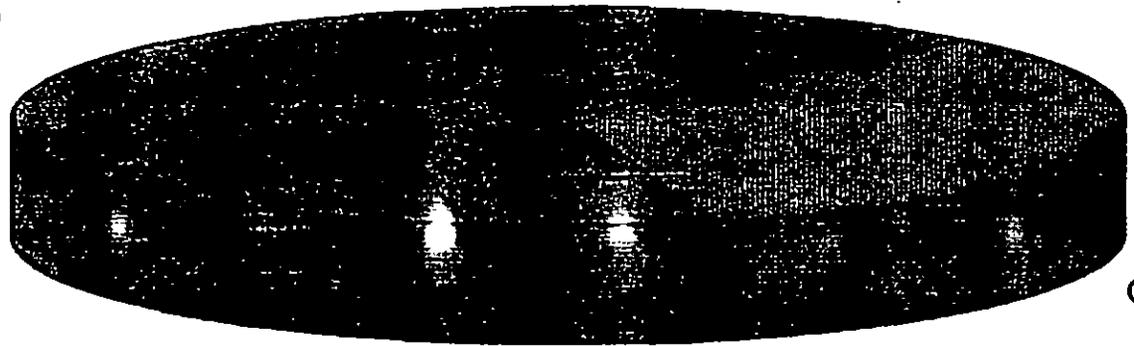
MADRUGADA  
25%





# DISTRIBUCION DE HORAS SABADOS

FUERA OP  
67%



OPERACION  
33%



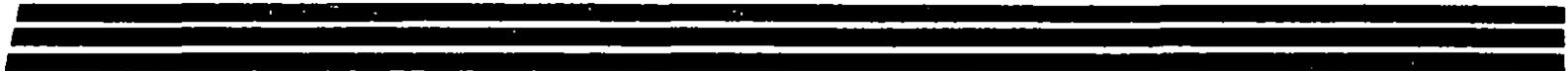


# DISTRIBUCION DE HORAS DOMINGOS Y DIAS FEST.



OPERACION  
17%

FUERA OP  
83%



**1ER PRINCIPIO Ee**  
**AREA DE OFICINAS MES 30**  
**DIAS**

- 
- HORAS POR MES 720
- HORAS HABLES DE OCUPACION /DIA 12
- DIAS HABLES DE OPERACION /MES 22
- TOTAL DE HORAS HABLES DE OPERACION 264
- HORAS DE OPERACION EXTRAS/MES 120
- POTENCIAL DE HORAS A CONTROLAR 336

---

---

**1ER PRINCIPIO DE Ee**  
**MES 30 DIAS DOS TURNOS**

HORAS POR MES	720
HORAS DE OPERACION/DIA	18
DIAS HABLES / MES	22
TOTAL HORAS DE OPERACION HABLES	396
HORAS DE OPERACION /SABADO	8
SABADOS POR MES	4
HORAS DE OPERACION /SABADOS/MES	32
POTENCIAL DE HORAS A CONTROLAR POR MES	292
HORAS DE MANT. PREVENTIVO Y OTRAS ACT.	90
POTENCIAL REAL DE HORAS A CONTROLAR	202

---

---

---

**1ER PRINCIPIO Ee**

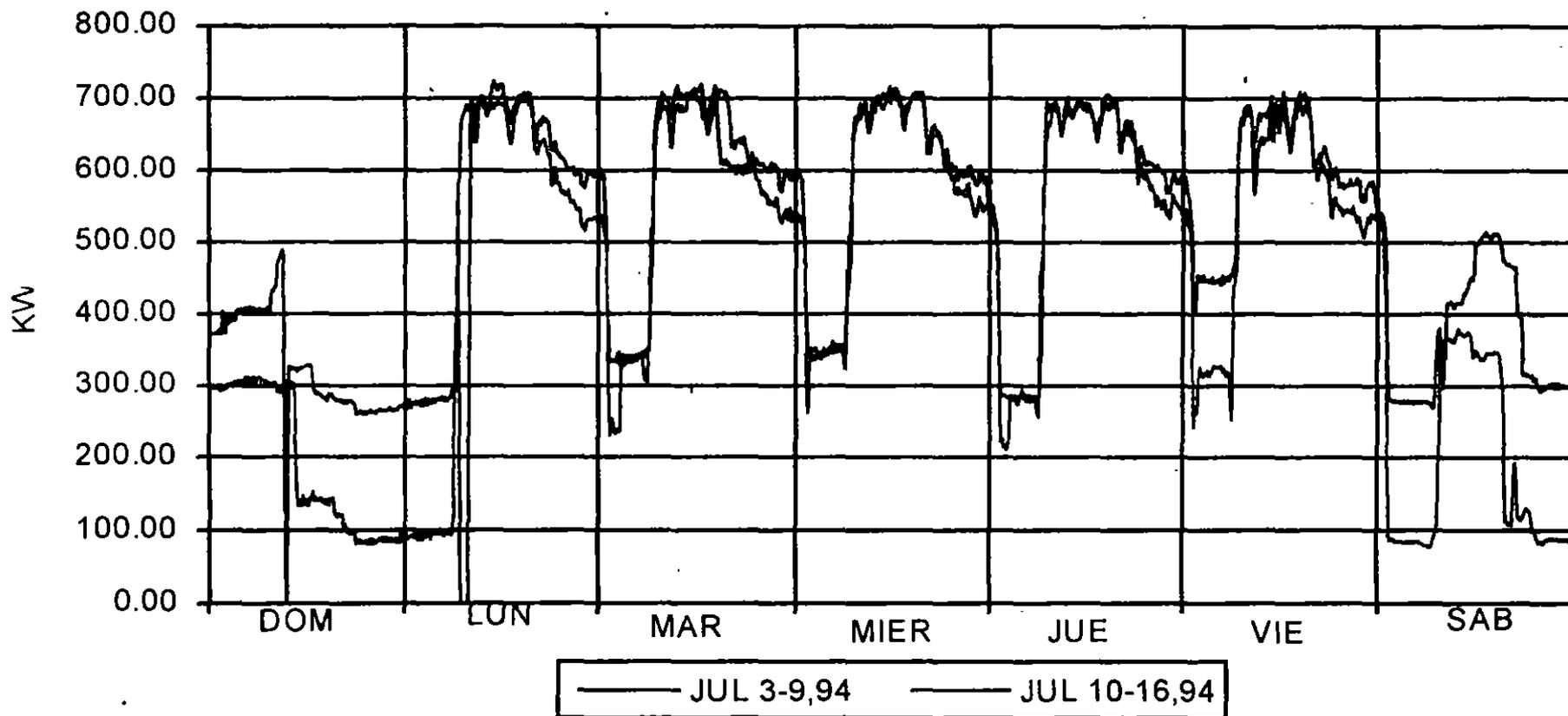
**MES 31 DIAS DOS TURNOS**

HORAS POR MES	744
HORAS DE OPERACION DIA HABIL	18
DIAS HABILES POR MES	22
TOTAL HORAS HABILES DE OPERACION POR MES	396
HORAS DE OPERACION SABADO	8
SABADOS /MES	5
TOTAL HORAS HABILES DE OP EN SABADO	40
POTENCIAL DE HORAS A CONTROLAR POR MES	308
HORAS DE MANT. PREV Y OTRAS ACTIVIDADES	93
POTENCIAL REAL DE HORAS A CONTROLAR	215

---

---

# CONTROL AUTOMÁTICO DE ALUMBRADO



# **██████████ AHORROS REALES EN KWH Y N\$**

CONSUMO DEL 3 AL 9 DE JULIO KWH	83,834.56
CONSUMO DEL 10 AL 16 DE JULIO (SIST. EN OP) KWH	72,373.81
AHORRO SEMANAL KWH	11,460.75
AHORRO MENSUAL KWH	45,843.00
COSTO PROMEDIO DEL KWH	N\$0.22
AHORROS MENSUALES EN	N\$10,085.46
AHORROS ANUALES	N\$121,025.52
PORCENTAJE DE AHORRO	13.67%

---

---

---

## **2DO PRINCIPIO Ee**

**"ENCUENTRE LA MANERA DE  
HACER EL MISMO TRABAJO  
CON MENOS ENERGIA"**

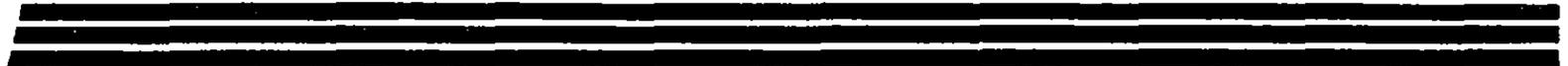
- **TODAVIA UTILIZAMOS LA MISMA TECNOLOGIA QUE TOMAS A. EDISON USO PARA INVENTAR EL FOCO HACE MAS DE 1 SIGLO.**
- **LAS LAMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS PRODUCEN LA MISMA CANTIDAD DE ILUMINACION UTILIZANDO 1/5 DE LA ENERGIA, DURAN 10 VECES MAS Y GENERAN 25% MENOS CALOR.**

**2DO. PRINCIPIO DE Ee**  
**ENCUENTRE LA MANERA DE**  
**HACER EL MISMO TRABAJO**  
**CON MENOS ENERGIA**

CUANDO FUE LA ULTIMA VEZ QUE SE REVISARON LOS  
CALCULOS DE INGENIERIA DE LOS DIFERENTES  
SISTEMAS?

LA OPERACION DE LOS SISTEMAS CUMPLE CON LOS  
REQUERIMIENTOS ACTUALES?

LA RESPUESTA MAS PROBABLE A ESTO ES : NUNCA O  
NO SE SABE.



## **██████████ 2DO PRINCIPIO DE Ee**

**EL SISTEMA DE REPARACION O SUSTITUCION POR EL MISMO TIPO DE SISTEMA DEBE CONSIDERARSE ANTES DE SEGUIR HACIENDOLO POR LO SIGUIENTE:**

● **1.- EL OBJETIVO DEL DISEÑO ORIGINAL PUDO HABER CAMBIADO**

**2.- LA TECNOLOGIA HA CAMBIADO. ES IMPORTANTE REEVALUAR E INSTALAR SISTEMAS MAS EFICIENTES.**

**LOS INGENIEROS EN ENERGIA DEBEN ADOPTAR LA FILOSOFIA DE HACER REINGENIERIA PARA EL MEJORAMIENTO.**



**3ER PRINCIPIO DE Ee**

**"EL SER HUMANO TENDERA A  
LA Ee SOLO SI LO DESEA"**

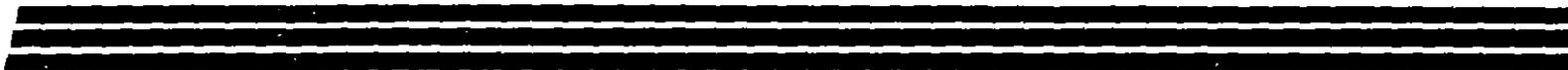
**EL SER HUMANO ES LA VARIABLE MAS IMPORTANTE  
EN LA Ee**

**ESTE PRINCIPIO EXIGE COMPROMISO PARA UTILIZAR  
LOS DISPOSITIVOS CONSUMIDORES DE ENERGIA MAS  
EFICIENTEMENTE**

**SIN COMPROMISO LA TECNOLOGIA ES INUTIL**

**Ee ES 10% TECNOLOGIA Y 90% ACTITUD**

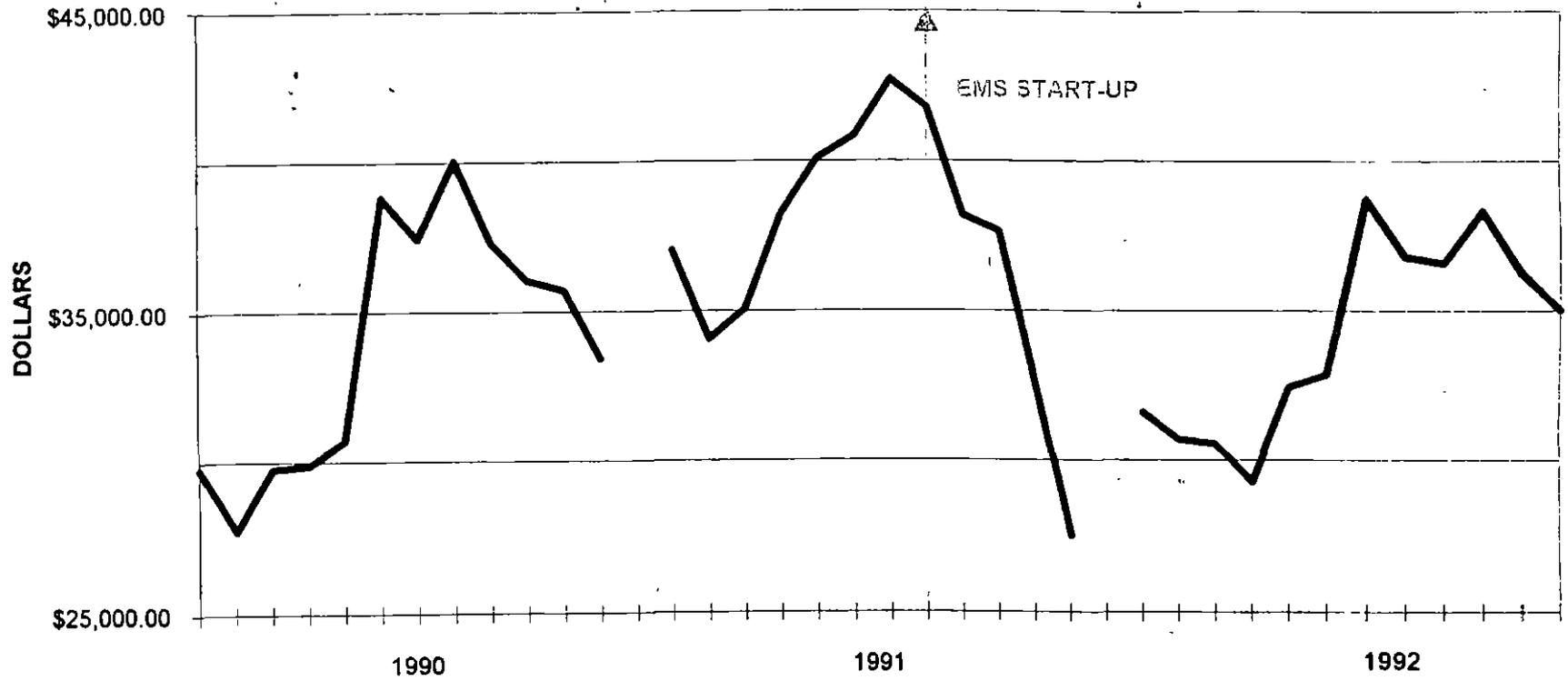
**MOTIVACION, INGENIO, CREATIVIDAD Y CONCIENCIA**



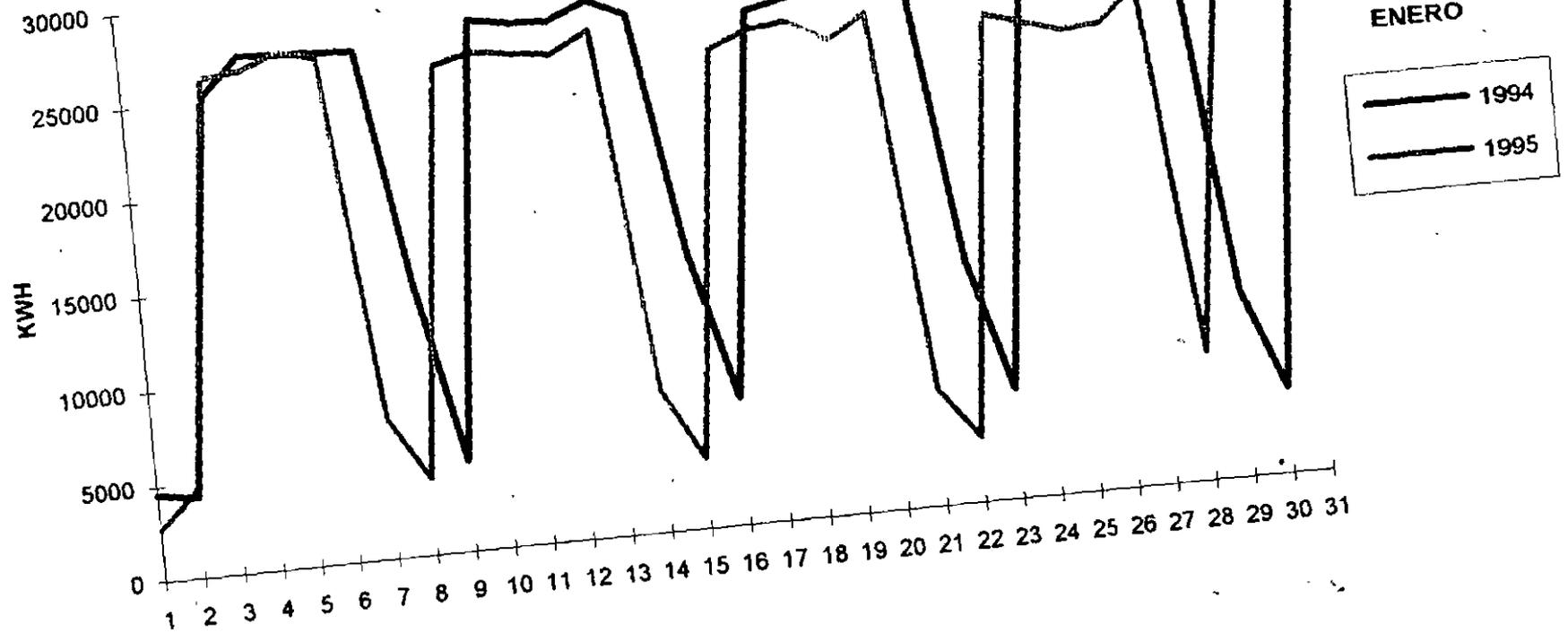
PRODUCTOS DE AGUA, S.A. DE C.V.

PAGOS MENSUALES EN US DLLS

CCA E, S.A. DE C.V.



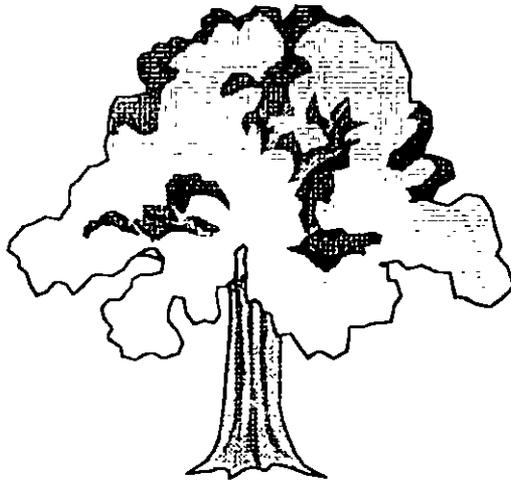
PRODUCTOS DE AGUA, S.A. DE C.V.  
CONSUMO ENERGIA ELECTRICA 1994-1995



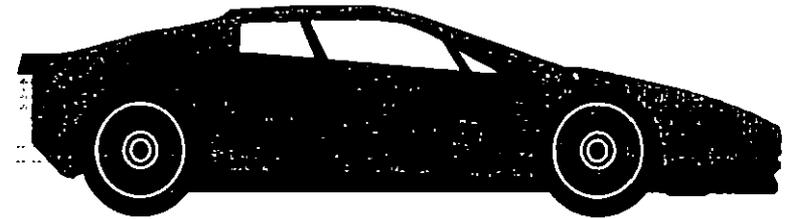
**3ER PRINCIPIO DE Ee**  
***EL SER HUMANO TENDERA A***  
***LA Ee SOLO SI LO DESEA***

- RAZONES DE LA EFICIENCIA ENERGETICA
  - AMENAZAS AL MEDIO AMBIENTE
  - 1.- DEGRADACION DE TIERRA Y AGUA Y RECURSOS MARINOS
  - 2.-CONTAMINACION CON RIESGOS A LA SALUD
  - 3.-DEGRADACION DE LA CAPA DE OZONO
  - 4.-CAMBIOS EN EL CLIMA A NIVEL GLOBAL
  - 5.- PERDIDA DE LA BIODIVERSIDAD
- 
- 
-

**EL AHORRAR 10,000 KWH DE ELECTRICIDAD  
EQUIVALE**



**PLANTAR 2.9 ACRES DE  
ARBOLES POR AÑO**



**RETIRAR 1.4 CARROS DE  
CIRCULACION  
POR AÑO**

**FUENTE: EPA GREEN LIGHTS**

---

---

**EL IMPLEMENTAR SISTEMAS DE AHORRO DE  
ENERGIA PREVIENE LA QUEMA DE  
COMBUSTIBLES FOSILES QUE GENERAN  
CONTAMINACION**

**10,000 KWH DE ELECTRICIDAD AHORRAN:**

COMBUSTIBLE NO QUEMADO	CONTAMINACION EVITADA		
	DIOXIDO DE CARBONO CALENTAMIENTO GLOBAL	DIOXIDO DE AZUFRE LLUVA ACIDA	OXIDO DE NITROGENO LLUVA ACIDA Y SMOG
18 BARRILES DE ACEITE CRUDO	10 TONS	54 KG	19 KG
4.7 TON DE CARBON	12 TONS	100 KG	40 KG
PROMEDIO TODOS LOS COMBUST.	7.5 TONS	58 KG	25 KG

**FUENTE: EPA GREEN LIGHTS**

---

---

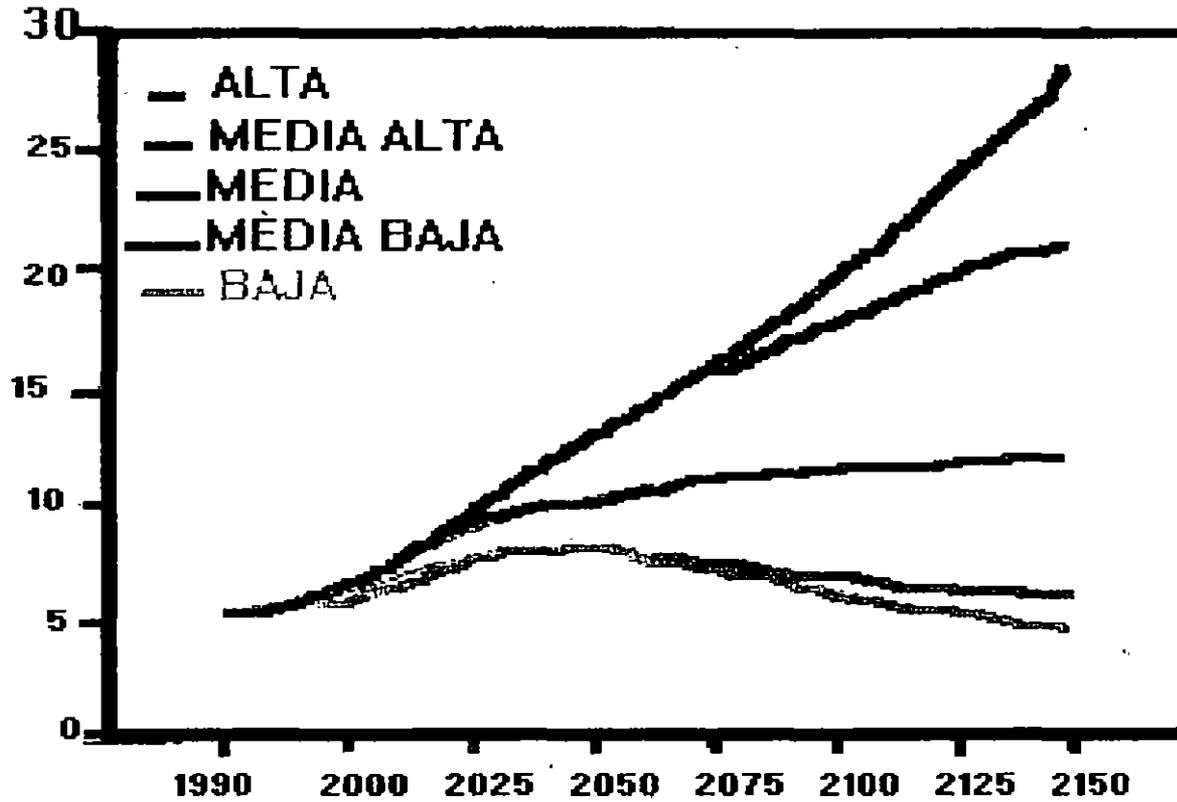
---

## **3ER PRINCIPIO DE Ee**

- **PROBLEMAS HUMANOS**
  - 1. - **CRECIMIENTO POBLACIONAL**
  - 2. - **POBREZA Y MISERIA**
  - 3. - **CRECIMIENTO ECONOMICO**
  - **ESTE ULTIMO PATRON HA ESTADO EMPEORANDO ESTAS DISPARIDADES EN LUGAR DE DISMINUIRLAS.**
- 
-

# POBLACION PROYECTADA EN EL MUNDO 1990-2150

MILES DE MILLONES



FUENTE: UN

**3ER PRINCIPIO Ee**  
**ACTIVIDAD ECONOMICA**  
**MUNDIAL**

- CRECIMIENTO ECONOMICO DEL 3% DESDE 1959
- SI ESTE CRECIMIENTO CONTINUA EN LAS PROXIMAS DECADAS LA ECONOMIA MUNDIAL SERA 5 VECES MAYOR EN EL 2050 QUE LA ACTUAL.

**3ER PRINCIPIO Ee**  
**COMBUSTIBLES FOSILES**

LOS COMBUSTIBLES FOSILES PROVEEN 95% DE LA  
ENERGIA COMERCIAL UTILIZADA EN LA ECONOMIA  
MUNDIAL

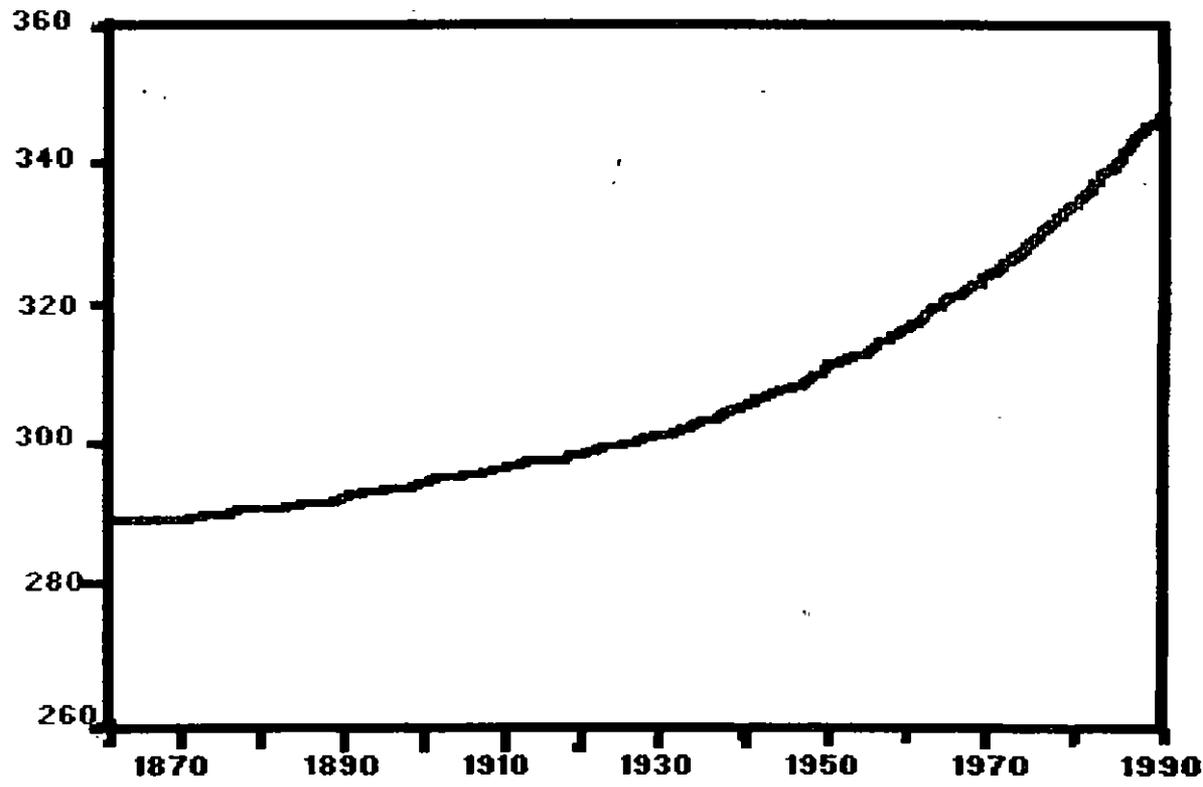
EL CRECIMIENTO DE SU USO ES DEL 20% POR  
DECADA

LA COMBUSTION DE ESTOS ENERGETICOS SON LA  
PRINCIPAL FUENTE DE EMISIONES DE GASES QUE  
PROVOCAN EFECTO INVERNADERO



# CONCENTRACIONES DE CO2 EN LA ATMOSFERA 1860-1990

PARTES POR MILLON



FUENTE IPCC

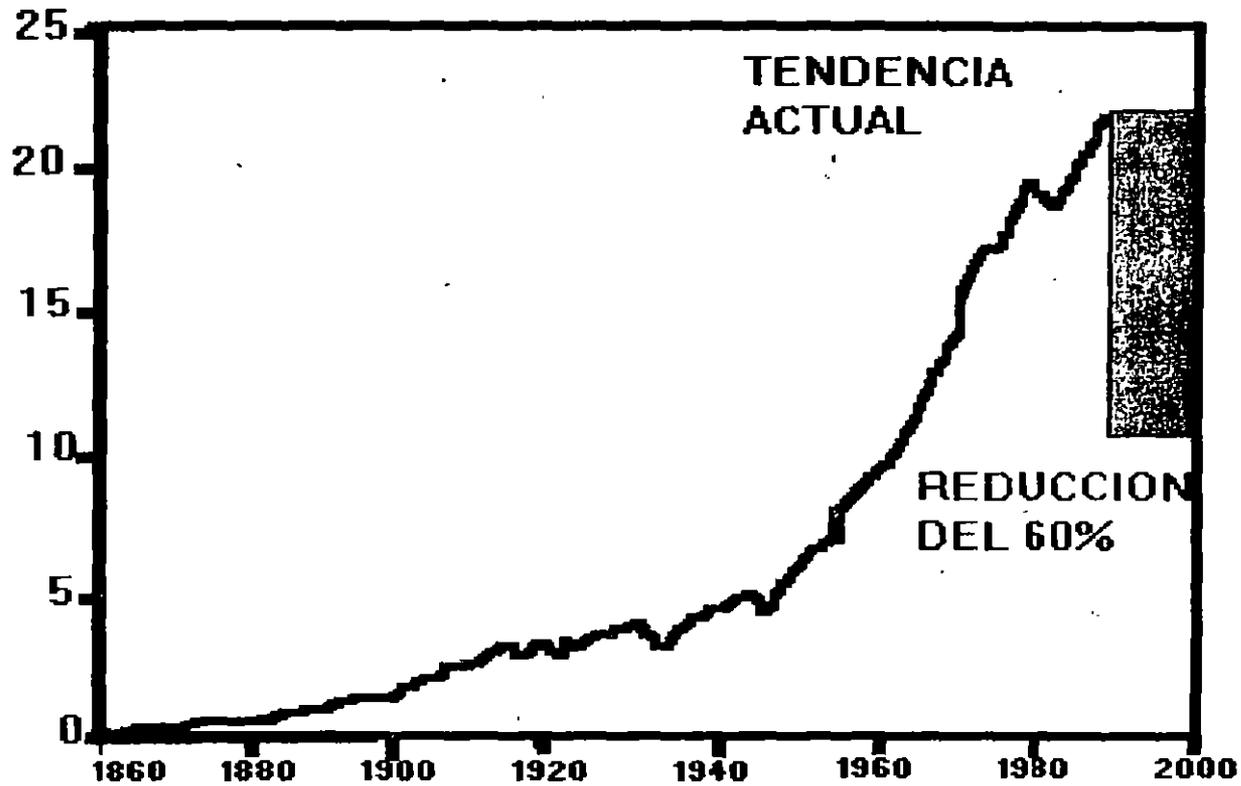


## **3ER PRINCIPIO DE Ee CONCENTRACION DE CO2**

- SE REQUIERE UNA REDUCCION DEL 60% EN EMISIONES DE DIOXIDO DE CARBONO PARA ESTABILIZAR LAS CONCENTRACIONES ACTUALES EN LOS LIMITES ACTUALES
  - LA CONTINUA EXPANSION DEL USO DE COMBUSTIBLES FOSILES A LOS RITMOS ACTUALES DUPLICARA LOS NIVELES DE CONTAMINANTES ANTES DE LA MITAD DEL PROXIMO SIGLO.
- 
- 
-

# EMISIONES ANUALES MUNDIALES DE CO2 DE FUENTES INDUSTRIALES

MILES DE MILLONES DE TONELADAS  
DE DIOXIDO DE CARBONO



FUENTE (CDIAC) OAK RIDGE NATIONAL LABORATORY

# **3ER PRINCIPIO Ee** ***DESARROLLO SOSTENIDO***

- EL DESARROLLO SOSTENIDO ES EL QUE
- "CUMPLE CON LAS NECESIDADES DEL PRESENTE SIN COMPROMETER LA HABILIDAD DE QUE FUTURAS GENERACIONES CUMPLAN CON LAS SUYAS"

PENSEMOS GLOBALMENTE  
ACTUEMOS LOCALMENTE



# **1ER PRINCIPIO Ee POTENCIAL AHORRO**

MES 30 DIAS POTENCIAL	202 HORAS
ALUMBRADO 100 KW	20,200 KWH
AIRE ACONDICIONADO 80 KW	16,160 KWH
TOTAL AHORROS	36,360 KWH
PRECIO PROMEDIO DEL KWH	N\$ 0.22
● POTENCIAL DE AHORRO/MES	N\$ 7,999.20
● POTENCIAL DE AHORROS/ AÑO	N\$ 95,990.40
● COSTO PROMEDIO EQUIPO AUTOMATICO	N\$ 60,000.00
● RECUPERACION DE INVERSION EN MESES	7.56

---

---

# **2DO PRINCIPIO DE Ee** ***DISPOSITIVOS AHORRADORES***

- FOCOS AHORRADORES
- BALASTROS ELECTRONICOS
- MOTORES MAS EFICIENTES
- ARRANQUE SUAVE EN MOTORES
- VARIADORES DE VELOCIDAD



# **SISTEMAS PASIVOS**

**BALASTROS ELECTRONICOS**

**FOCOS AHORRADORES DE ENERGIA**

**CAPACITORES ESTATICOS**

**DISPOSITIVOS EN LINEA**

**EQUIPO MAS EFICIENTE**



# **SISTEMAS ACTIVOS**

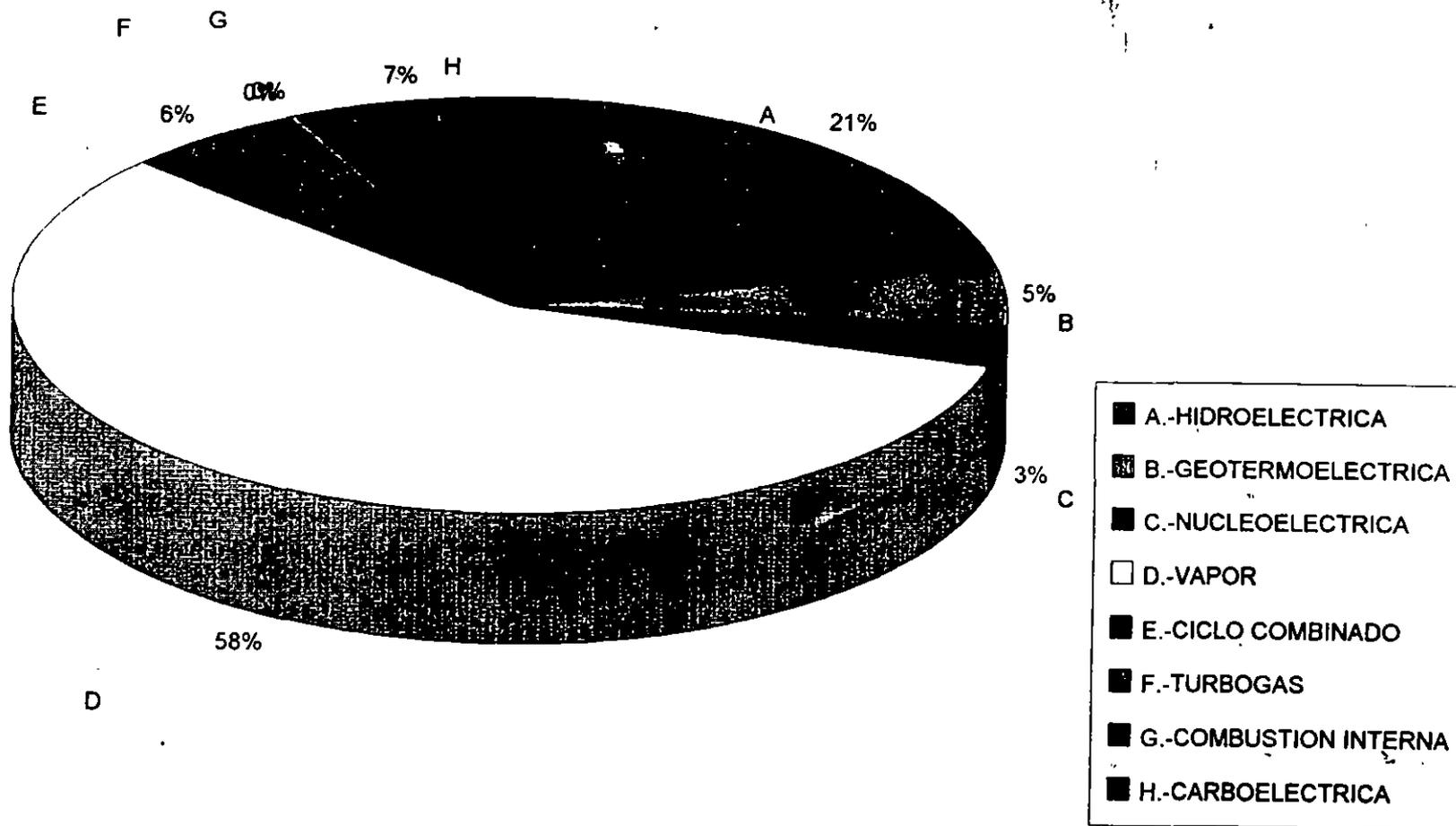
- **CONTROL DE DEMANDA**
  - **CONTROLES AUTOMATICOS DE ALUMBRADO Y CARGA**
  - **CAPACITORES AUTOMATICOS**
  - **CONTROL DE TEMPERATURAS**
  - **SENSORES DE MOVIMIENTO**
- 
-

**SISTEMAS DE AHORRO DE  
ENERGIA**

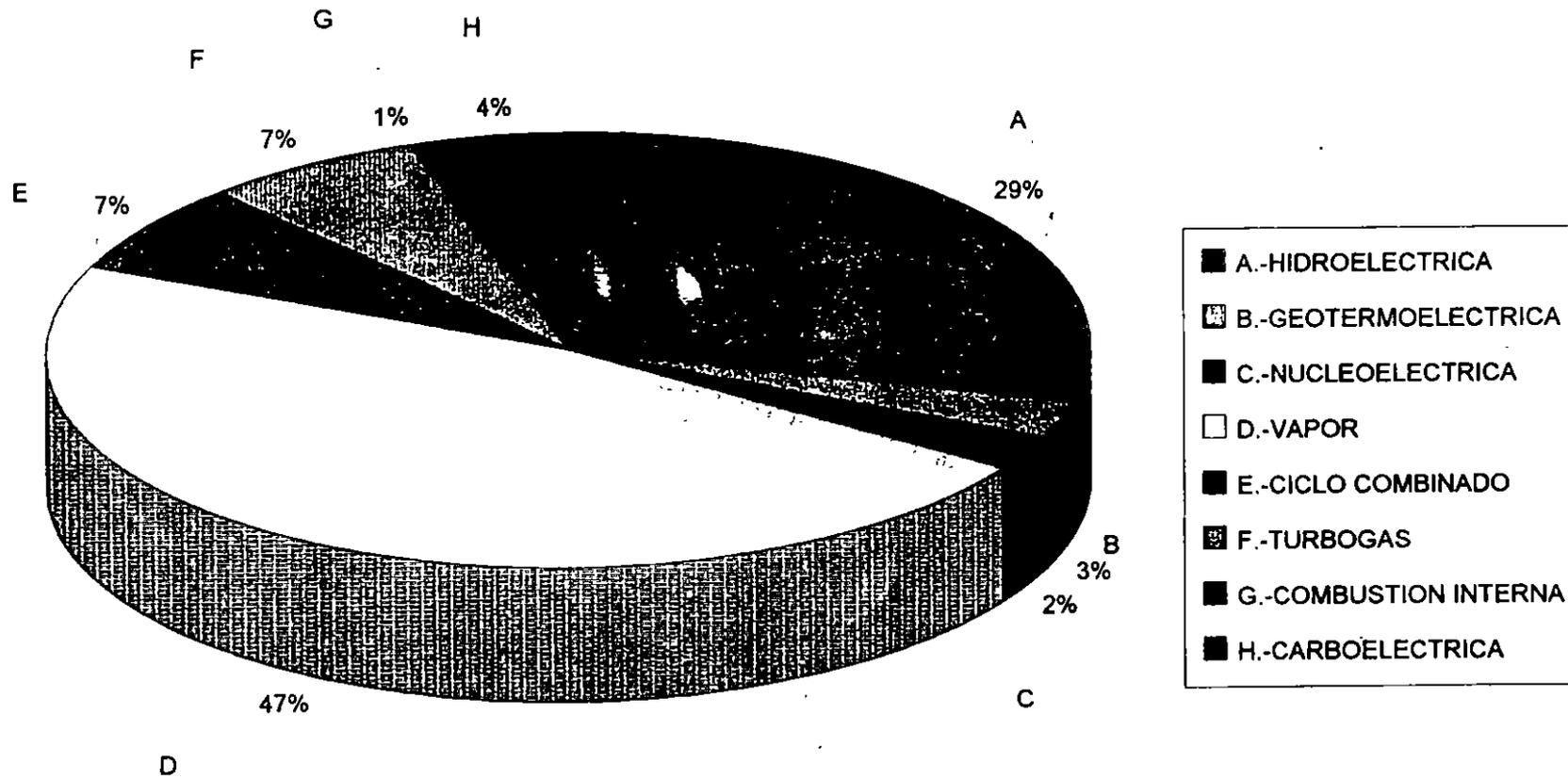
- SISTEMAS ACTIVOS
- SISTEMAS PASIVOS



### COMPOSICION PORCENTUAL DE GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA 1994



### COMPOSICION PORCENTUAL DE CAPACIDAD INSTALADA



**ARIN LATINOAMERICA,  
S.A. DE C.V.**

**REPRESENTANTE A NIVEL NACIONAL DE  
LAS SIGUIENTES MARCAS**

**MICROLITE CORPORATION  
CONTROLES AUTOMATICOS DE ALUMBRADO**

**REFLECT-A-LIGHT  
REFLECTORES ESPECULARES**

**LUMATECH  
FOCO FLUORESCENTE COMPACTO TIPO SPOT**

**ARIN LATINOAMERICA,  
S.A. DE C.V.**

**SO-LUMINAIRE**

**SISTEMAS ACTIVOS DE ILUMINACION DE DIA**

**CONTROLADOR DE DEMANADA**

**CONTROL ACTIVO DE DEMANDA**

**CAPACITORES RTC/INELAP**

**CAPACITORES FIJOS Y AUTOMATICOS**

**BALASTROS MOTOROLA**

**BALASTRO ELECTRONICO DE ALTA EFICIENCIA**

**ARIN LATINOAMERICA,  
S.A. DE C.V.**

**PERFORMANCE CONTROLS**

**CONTROLADOR DE MOTORES CON AHORRO DE ENERGIA**

**SERVICIO**

**CONSULTORIA**

**INGENIERIA DE APLICACION**

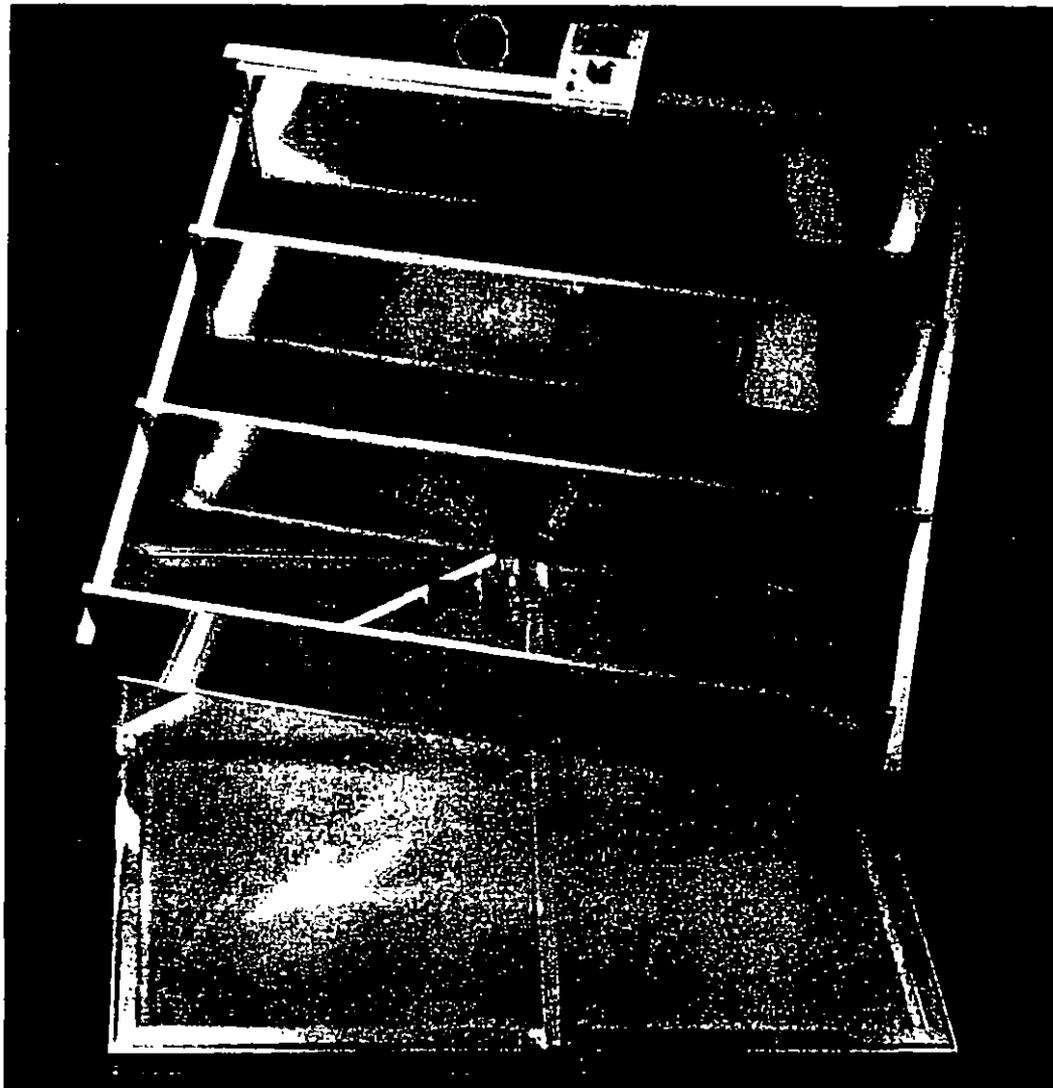
**INGENIERIA DE PROYECTOS**

**DIAGNOSTICOS ENERGETICOS**

**CAPACITACION**

**PROGRAMAS DE ADMINISTRACION ENERGETICA**

**CORRECCION DE FACTOR DE POTENCIA**

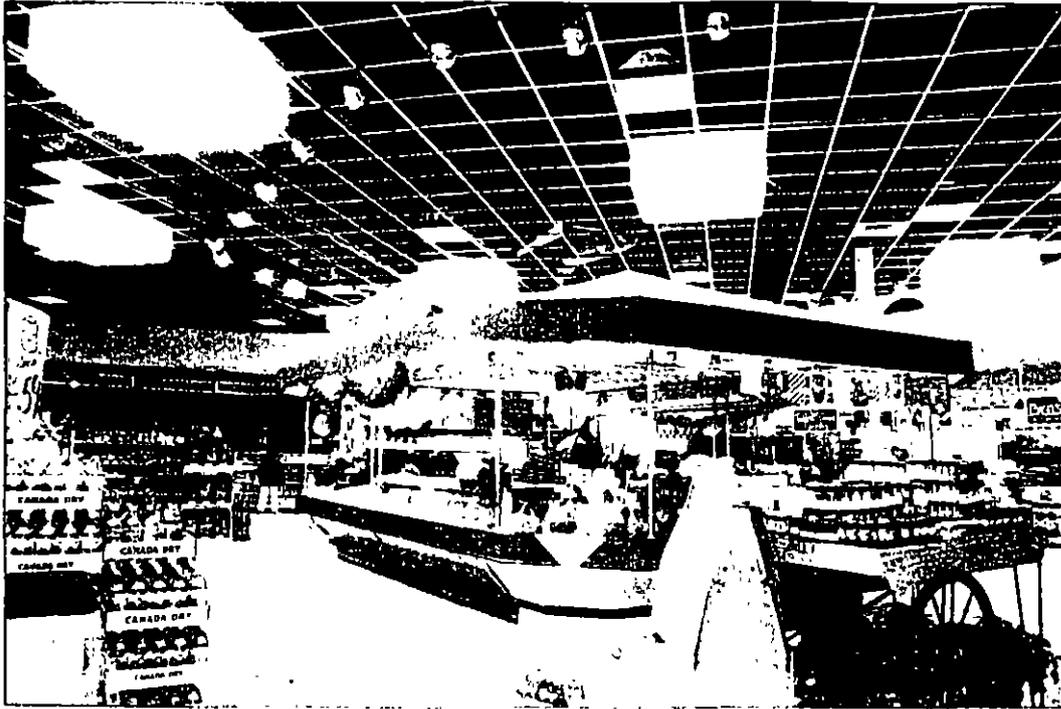


*Active Daylighting Sun Tracking Unit by So-Luminaire* MODEL=48-DS

**ACTIVE DAYLIGHTING SYSTEMS BY So-LUMINAIRE EARNS YOU MONEY**

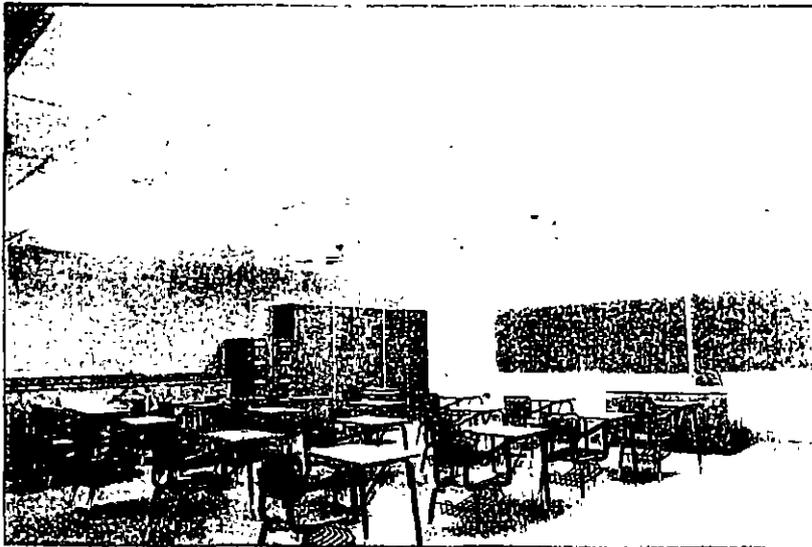
One So-Luminaire eliminates the use of over two million watts of fluorescent lighting per year, and only consumes 1 cent in energy costs to operate the 12VDC drive motor. The pay-back period from energy and operating expense savings range from two to five years

**Active Daylighting Systems by So-Luminaire work well with all interior design elements and floor plans.**



Actual photos of So-Luminaire Active Daylighting Systems working for best visual comfort efficiency and color definition providing a superior lighting environment

*Displays merchandise with optimum sales appeal creating a competitive edge*



*Improves learning efficiencies and reduces student hypertension*

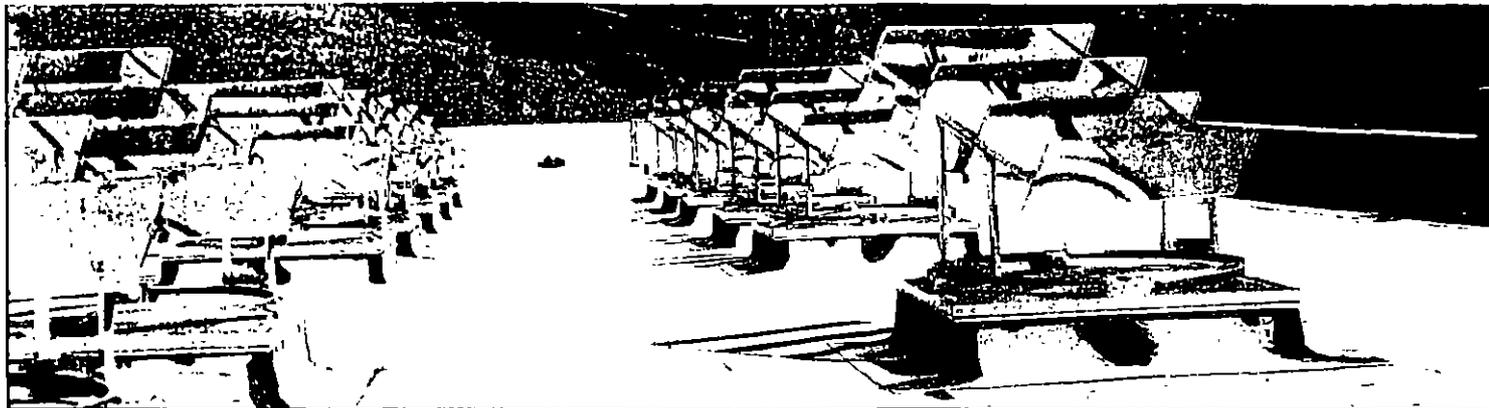


*Increases production and promotes quality workmanship. Reduces errors and improves morale*

**Active Daylighting Systems by So-Luminaire can virtually eliminate all daytime electric lighting costs**

- ✓ Reduces electric lighting utility costs by up to 90% yearly (depending on geographical location)
- ✓ Reduces electric lighting maintenance costs by up to 90% yearly
- ✓ Reduces electric lighting heat loads on air conditioning systems.
- ✓ Increases sales and productivity, and provides a more attractive natural environment
- ✓ Seven year depreciational tax write offs for the So-Luminaire Active Daylighting System
- ✓ Utility rebates provided by many utility companies.

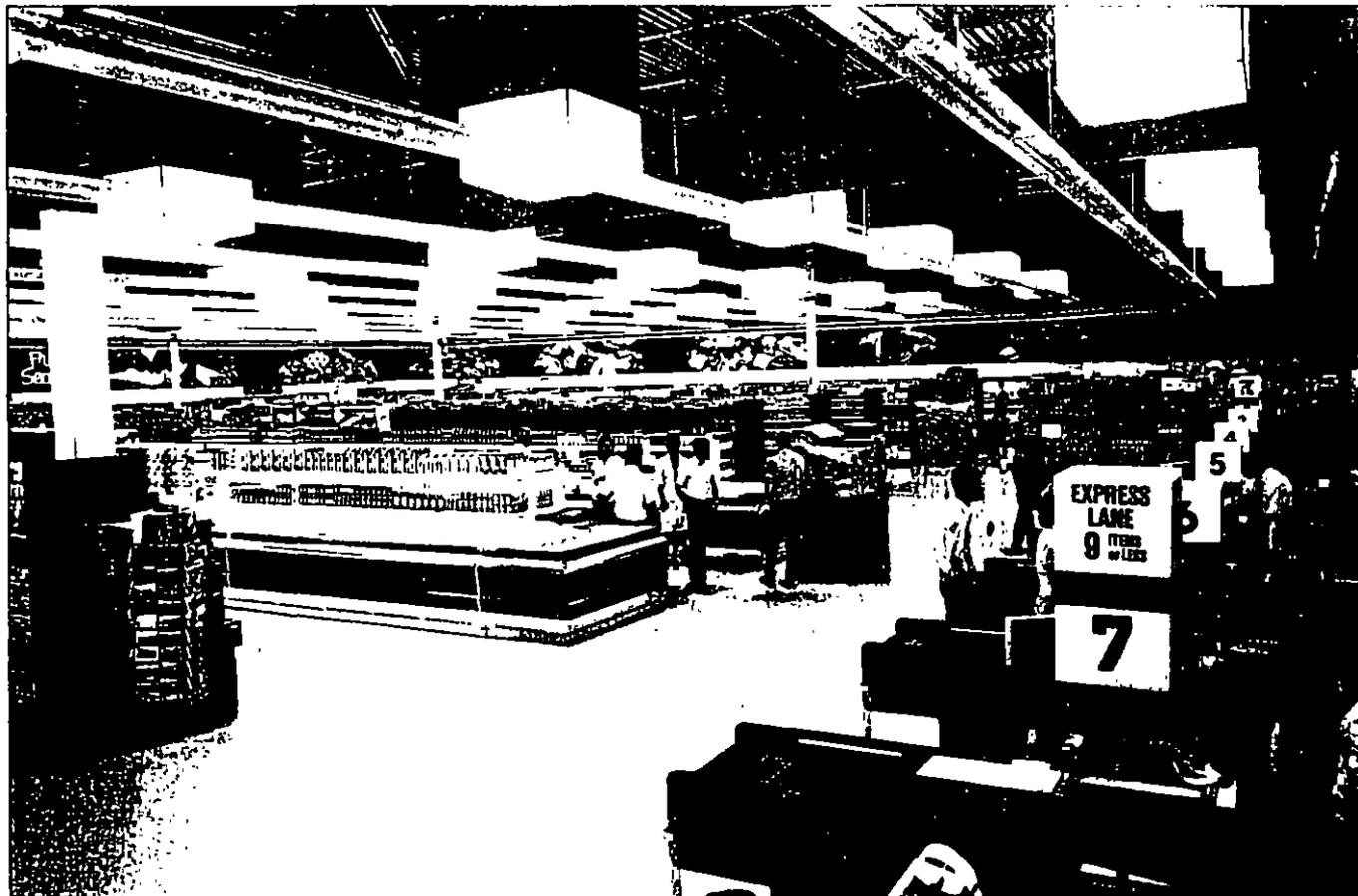
# Active Daylighting Systems by So-Luminaire



Actual photo of an Active Daylighting System by So-Luminaire working in harmony with the environment, tracking the sun to provide utility cost free and pollution free lighting. So Luminaire is a member of the U.S. Environmental Protection Agency's Greenlight Program.

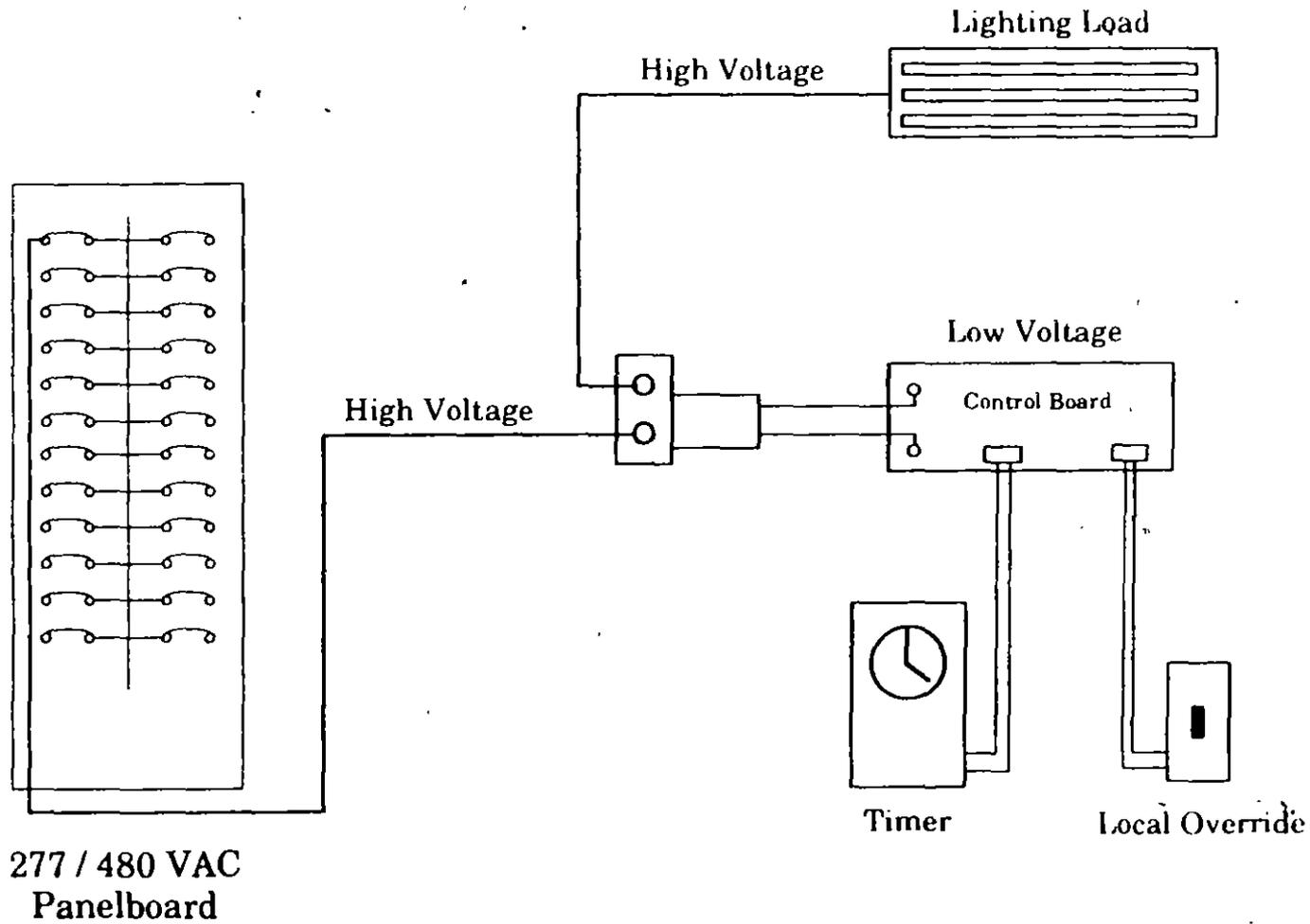
So-Luminaire Active Daylighting Systems have been created after years of research and development by leading engineers, using the most up to date micro computer technology.

The Active Daylighting System by So-Luminaire is a sun tracking system utilizing mirrors, reflective light ducts and efficient diffusing lenses combined to create the most technologically advanced interior daylighting system ever created.

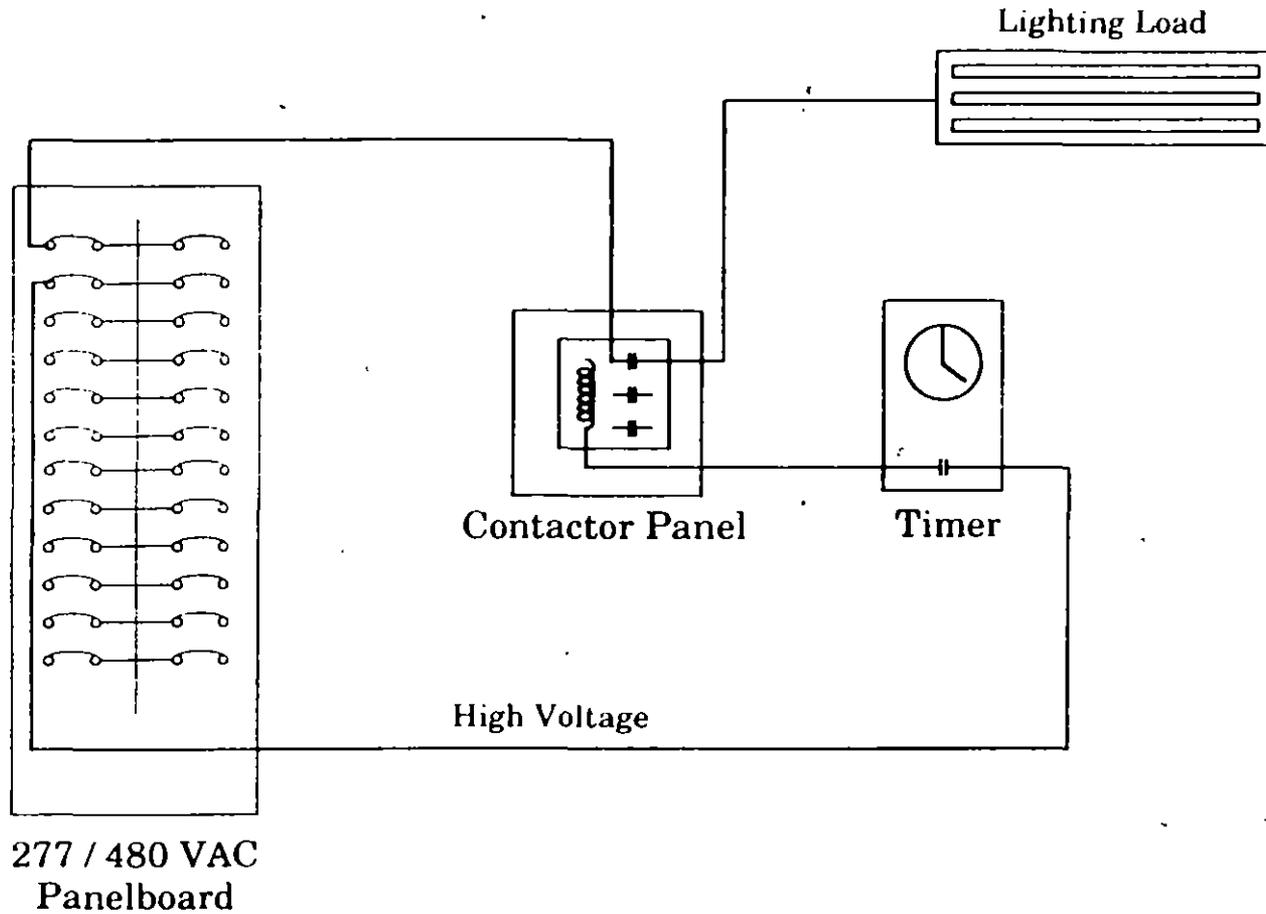


Actual photo showing the Active Daylighting System by So-Luminaire. The superior lighting in this supermarket is an example of the Active Daylighting System in operation, without the use of electric lighting.

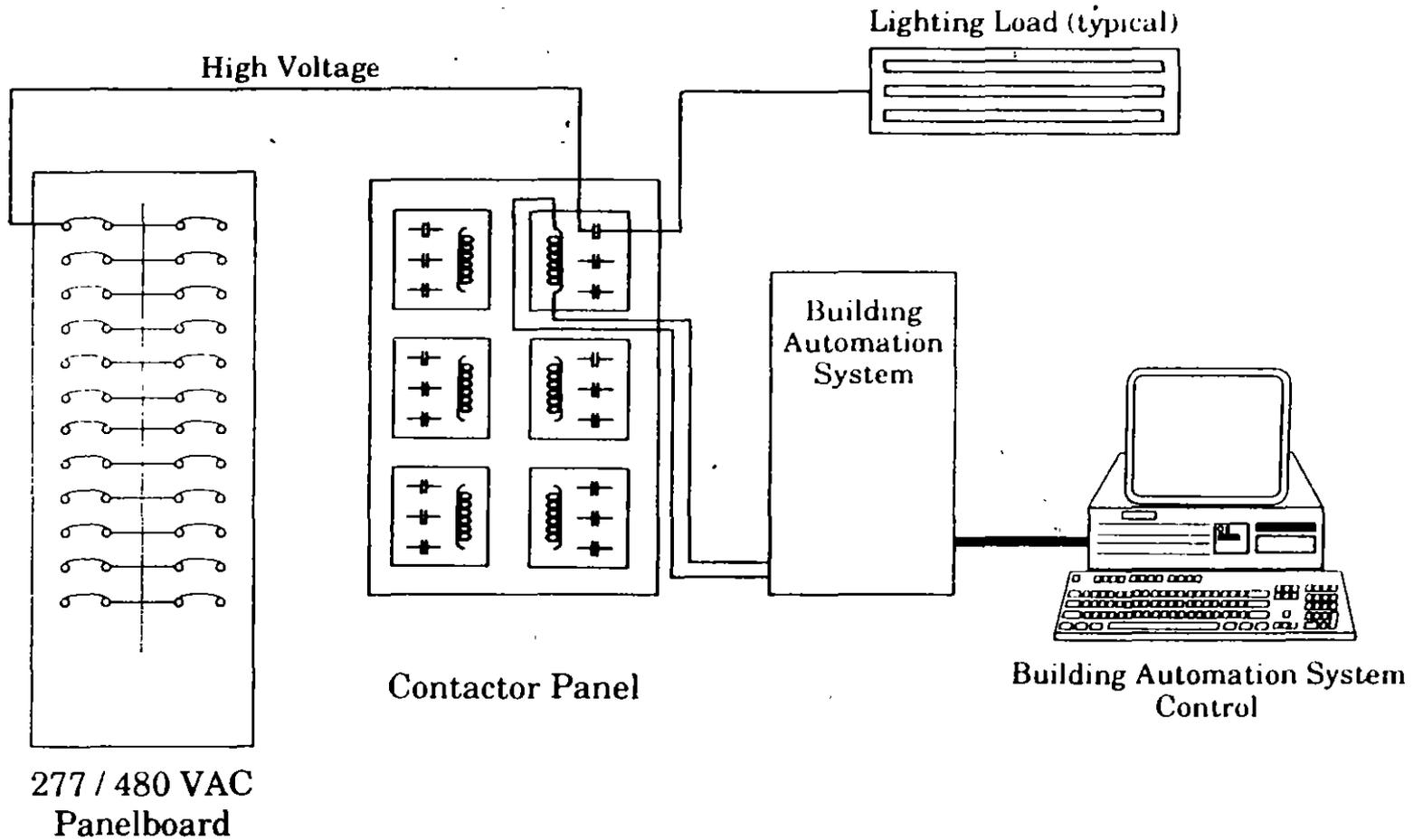
The "Old" Way

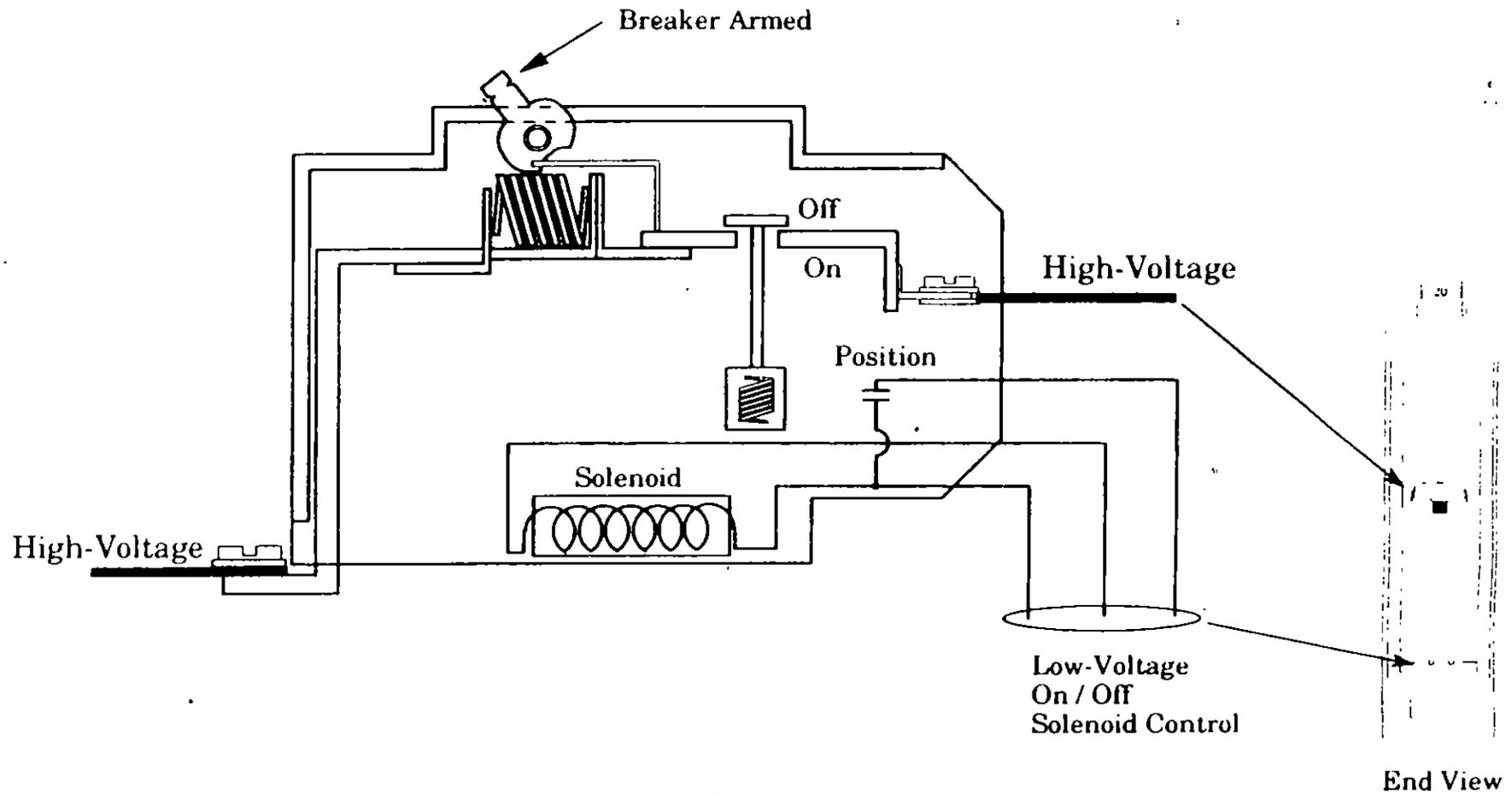


The "Old" Way



The "Old" Way







**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**ILUMACION EFICIENTE DE AREAS Y CENTROS COMERCIALES**

**MEDICIONES DE ILUMINACION**

**ING: JOSE LUIS BONILLA G.**

1996

## MEDICIONES DE ILUMINACION

### TEMAS:

- I INTRODUCCION
- II BASES, DE LA FOTOMETRIA
- III INSTRUMENTOS DE MEDICION
- IV MEDICIONES DE LABORATORIO
- V FOTOMETRIA DE LUMINARIOS (TIPO INTERIOR)
- VI MEDICIONES DE CAMPO (TIPO INTERIOR)

## I INTRODUCCION

A partir del descubrimiento del fuego, el hombre ha ido desarrollando continuamente mejores fuentes luminosas, así como métodos para controlar la luz en su medio ambiente.

Primero aparecieron las fogatas para iluminar sus cavernas, pero como la civilización progresa y su extensión fue cada vez mayor. La fogata cambió a cirio, después una lámpara de aceite, después una lámpara de gas; finalmente, la ciencia de la iluminación como la conocemos hoy en día se inició con el invento de la lámpara eléctrica de Edison. La iluminación avanzó rápidamente, desarrollando lámparas de filamento más eficientes y nuevas fuentes de luz como: lámparas de vapor de mercurio, aditivos metálicos, vapor de sodio y las lámparas fluorescentes. Sin embargo estas mejoras en la energía luminosa carecían de sentido, a menos que ellas pudieran ser medibles y controlables, así como la ciencia creció, un número de términos fueron apareciendo para describir ciertas cantidades y condiciones que fueran características para la iluminación.

La Fotometría es una rama de la Ingeniería de Iluminación que se dedica a las mediciones de Luz y emplea como instrumento básico al fotómetro. Los primeros fotómetros dependen de una apreciación o estimación visual como medio de medición. Estos han sido sustituidos por fotómetros físicos los cuales dan mayor precisión en sus lecturas, además de un fácil manejo.

Los fotómetros físicos difieren en su funcionamiento al del ojo humano, porque ellos responden a la iluminación o concentración de energía radiante. Energía radiante incidente sobre receptores físicos producen un cambio en cantidades eléctricas las cuales pueden ser medidas.

En la Ingeniería de Iluminación, la luz es parte del espectro de energía radiante el cual puede ser visto por el ojo humano. El espectro electromagnético incluye energía radiante de muchas longitudes de onda, pero solamente una banda angosta alrededor de los 400 a 700 milimicrones es visible. Cuando estas ondas de energía llegan al ojo humano, la visión toma lugar.

## CURVA DE EFICIENCIA LUMINOSA ESPECTRAL

En general, las mediciones de luz con instrumentos físicos son útiles solamente, si ellos indican realmente como reaccionaría el ojo humano a ciertos estímulos. En otras palabras tales instrumentos deberán ser sensibles al espectro de energía radiante en la banda de los 400-700 milimicrones.

Debido a diferencias sustanciales entre pares de ojos, la CIE ha establecido una curva de respuesta patrón o curva de sensibilidad del ojo.

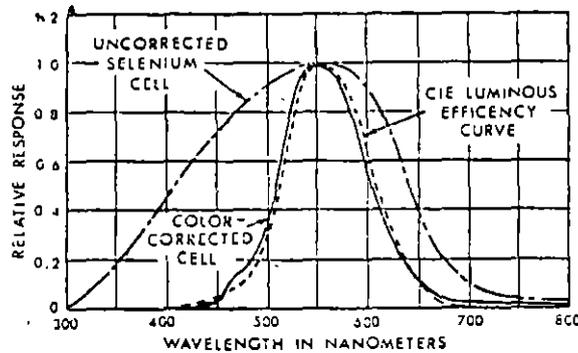


Fig. 4-4. Average spectral sensitivity characteristics of selenium photovoltaic cells, compared with CIE spectral luminous efficiency curve.

Por lo tanto, las características sensitivas de un receptor físico, deberán -- ser equivalentes a este observador patrón.

## II BASES DE LA FOTOMETRIA

### II. 1. Leyes Fundamentales de la Iluminación.

#### II. 1. A. Ley de Kepler o Ley del Cuadrado Inverso.

La cual expresada en forma matemática es la relación que existe entre la -- intensidad Luminosa y la Iluminación.

Establece que la Iluminación (E) en un punto sobre una superficie es di -- rectamente proporcional a la Intensidad Luminosa (cd) de la luz incidente -- en ese punto e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia ( $d^2$ ) del punto a la fuente. Cuando el punto esta sobre una superficie normal a la luz incidente, se aplica la siguiente fórmula:

$$E = \frac{I}{d^2} \text{ (cd)} \quad (1)$$

en donde:

E = Iluminación (bujias/pie o luxes)

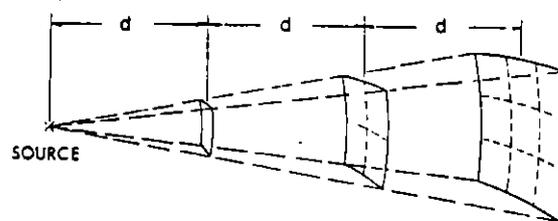
cd = Candelas dirigidas hacia el punto de interés

d = Distancia desde la fuente luminosa al punto de interés

Esta ley se basa en el concepto de una fuente puntual, cuya radiación es igual en todas direcciones, bajo esta condición el flujo luminoso contenido en un ángulo sólido uni -- tario se espaciaría sobre un área grande conforme la distancia hacia la fuente aumen -- ta.

Por lo tanto, la densidad de flujo, o lumen por metro cuadrado decrece inversamente, según el cuadrado de la distancia, es decir a un metro de distancia de una fuente de una candela la iluminación es de un lux.

Conforme la distancia se duplica desde la fuente de luz, el área cubierta por el ángulo sólido se cuadruplica. Por lo tanto la iluminación disminuye a la cuarta parte.



## II. 1. B. Ley de Lambert o Ley del Coseno.

Cuando un rayo de luz incide sobre una superficie inclinada a cierto ángulo, éste cubre un área mayor comparativamente a dicha superficie si es perpendicular a dicho rayo.

Como consecuencia la densidad de flujo (luz) o lúmenes por metro cuadrado sobre una superficie inclinada es menor. El área interceptada por el rayo de luz puede calcularse debido a que es proporcional al coseno del ángulo que el plano inclinado forma con el plano normal.

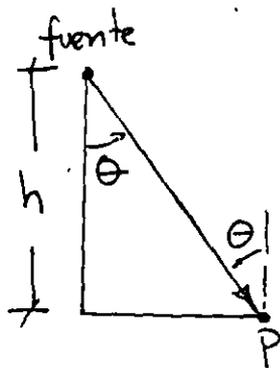
La ley del coseno establece que la iluminación de una superficie es proporcional a el coseno del ángulo de incidencia del rayo de luz.

Combinando la ley del inverso cuadrado de la distancia y la ley del coseno queda:

$$E = \frac{cd}{d^2} \cos \theta$$

Una derivación de la ecuación 2 es: el coseno cúbico

$$E = \frac{I}{h^2} \cos^3 \theta$$



$$\cos \theta = \frac{h}{d}$$

### III INSTRUMENTOS DE MEDICION

#### III. 1. Patrones.

Los patrones de candelas, flujo luminoso y color son establecidos por los "National Physical Laboratories".

Diferentes tipos de patrones pueden ser usados en los Laboratorios Fotométricos.

##### III. 1. A. Patrón Primario.

Establecido como Patrón Primario y del cual se derivan los valores de otros patrones.

##### III. 1. B. Patrón Secundario.

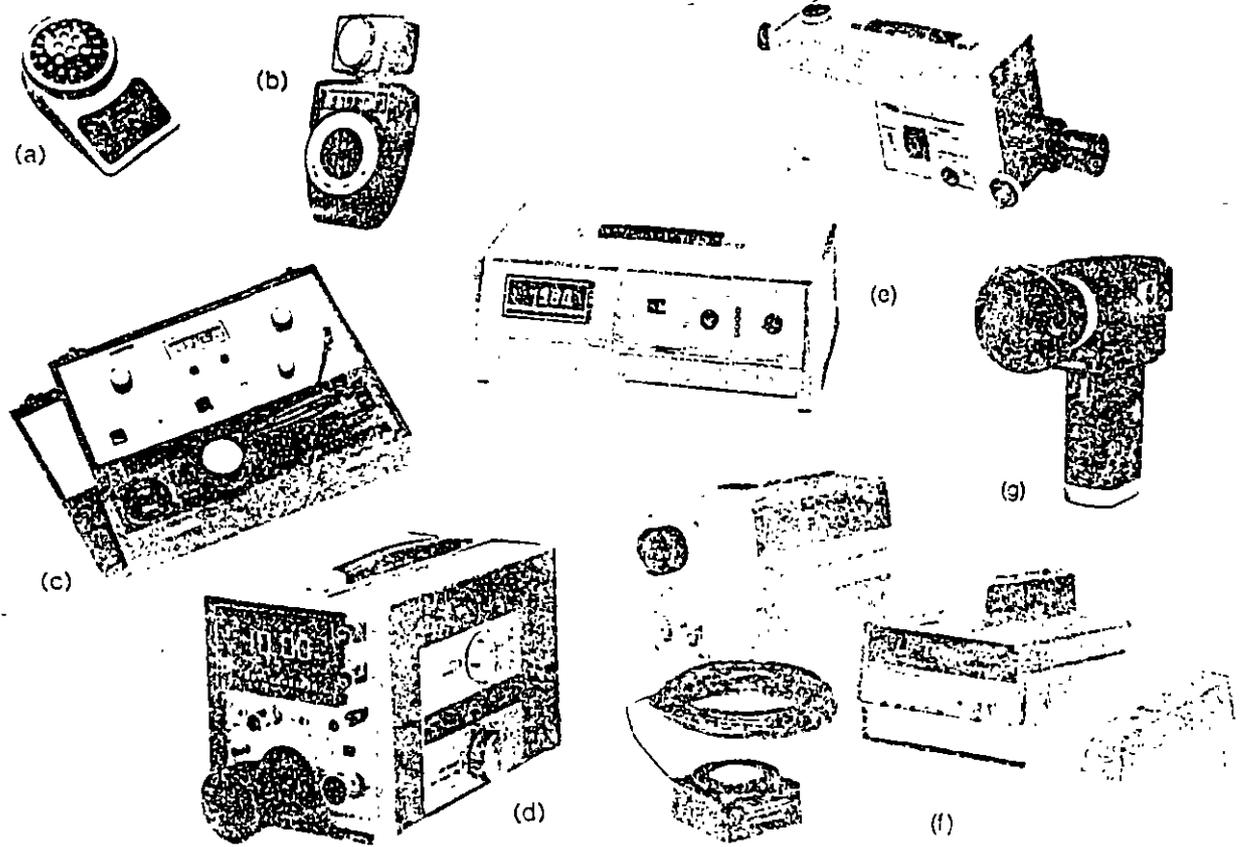
Usualmente derivados de los primarios y son generalmente utilizados en los Laboratorios Fotométricos de la industria.

#### III. 2. Fotómetros.

Un fotómetro es un dispositivo para hacer mediciones de energía radiante dentro del espectro visible. En general los fotómetros pueden ser clasificados en dos:

##### III. 2. A. Fotómetros de Laboratorio.

Son en general instrumentos físicos que consisten de un elemento sensitivo a estas radiaciones dentro del espectro visible además de ser de alta precisión y exactitud.



### Fotómetros Fotoeléctricos Portátiles

- a. Medidor de Iluminancia con color y coseno corregido de bolsillo
- b. Medidor pequeño de Luminancia/Iluminancia
- c. Medidor de Iluminancia/Radiación
- d. Medidor de Luminancia tipo gota
- e. Fotómetro de Luminancia Pritchard
- f. Fotómetro para Iluminancia, Luminancia y Radiación

### III. 2. B. Fotómetros Portátiles.

Son utilizados para mediciones de campo y de menor exactitud. Estos son agrupados según su función de ellos los principales son para medición de: intensidad luminosa, iluminancia, luminancia y flujo luminoso."

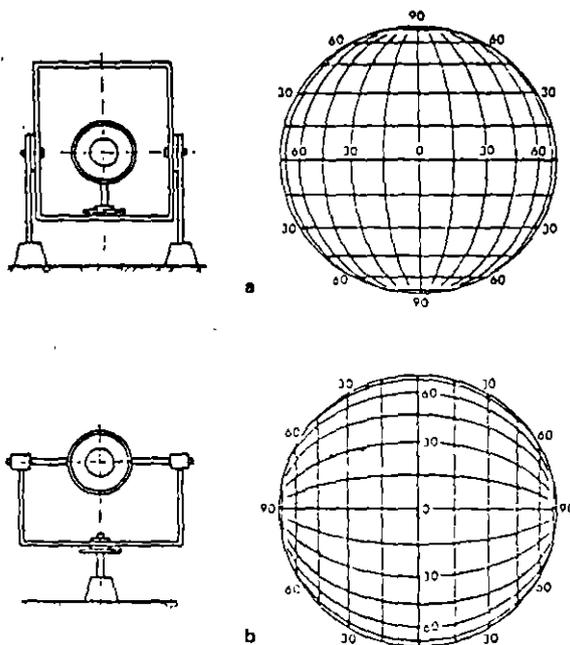
### III. 2. C. Fotómetros de Distribución.

Son utilizados para realizar mediciones de intensidad luminosa (candelas) y hay 5 tipos diferentes.

#### III. 2. C. 1. Goniómetro y Celda Fija.

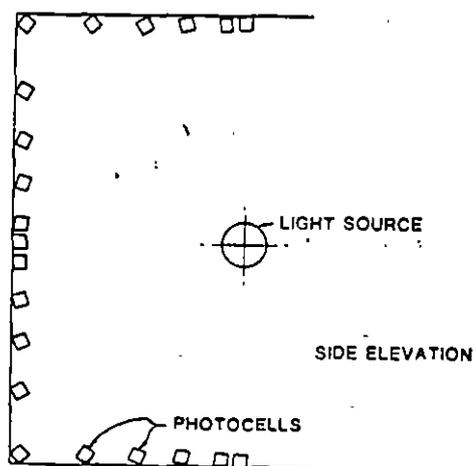
La fuente luminosa es montada en un goniómetro el cual permite que la fuente sea rotada alrededor de ambos ejes vertical y horizontal. Las candelas son medidas por una celda fija. Existen diferentes versiones de goniómetros, cada uno relacionado al tipo de luminario que va a ser fotometreado.

Con el uso de las computadoras, el sistema de coordenadas de un goniómetro puede ser fácilmente combinado a otro sistema, los dos tipos de sistemas de goniómetros son conocidos como tipo A y tipo B.



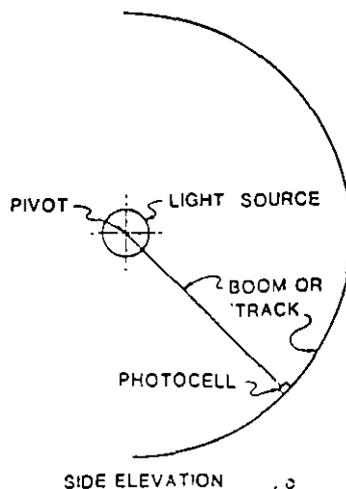
### III. 2. C. 2. Fotómetro de Celda Múltiple Fija.

Numerosas fotoceldas individuales son colocadas a diferentes ángulos alrededor de la fuente luminosa bajo prueba. Las lecturas son tomadas en cada fotocelda para determinar la distribución de candelas.



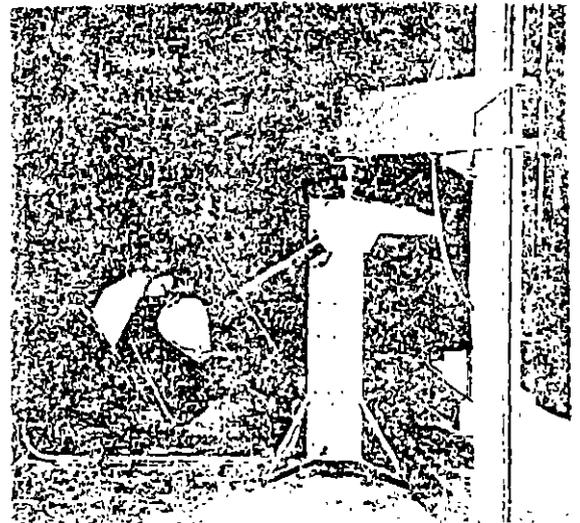
### III. 2. C. 3. Fotómetro de Celda Movil.

Este dispositivo consiste de una fotocelda la cual se monta sobre un eje giratorio donde la fuente luminosa es contrada en el arco trazado por la celda. Las lecturas son tomadas con la celda colocada en las posiciones angulares deseadas.



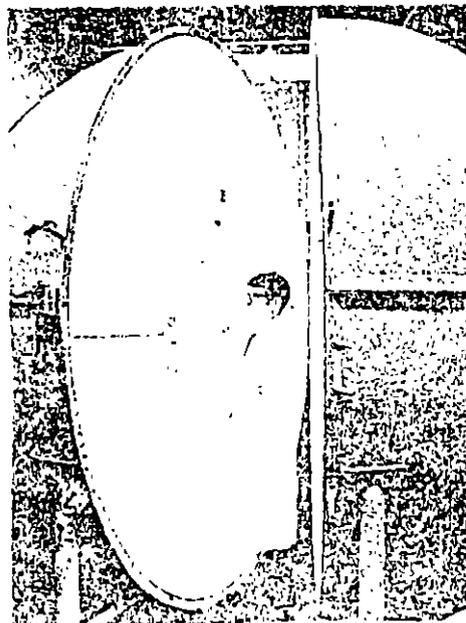
### III. 2. C. 4. Fotómetro de Espejo Móvil.

En este tipo el espejo gira alrededor de la fuente luminosa, reflejando las candelas hacia una celda. Las lecturas son tomadas en los ángulos deseados de acuerdo al movimiento del espejo.



### III. 2. C. 5. Fotómetro de Esfera Integradora.

El flujo luminoso total de una fuente (lámpara o luminario), es medido por algún integrador, el más común es el de la esfera de Ulbricht.



### III. 3. Reflectómetros.

Son fotómetros usados para medir reflectancia de materiales o superficies en formas especiales. Miden reflectancias difusas, especulares y/o totales.

### III. 4. Radiómetros.

Son usados para medir energía radiante en un amplio rango de longitudes de onda, incluyendo las regiones ultravioleta, visible e infrarroja del espectro.

### III. 5. Espectrofotómetros.

Fotometría son las mediciones de energía dentro del espectro visible, valorado de acuerdo a la curva de respuesta del ojo; sin embargo, cuando la energía es pedida como una función de la longitud de onda, la medición es referida como espectrofotometría. En la Ingeniería de Iluminación, la espectrofotometría es importante en la determinación de la transmitancia y reflectancia espectral.

## IV MEDICIONES DE LABORATORIO

Los luminarios deben ser aprobados en un local con medio ambiente controlado, el Laboratorio fotométrico deberá permanecer libre de corrientes de aire, la temperatura del cuarto de prueba deberá mantenerse constante a  $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ . La fuente de alimentación deberá ser regulada y libre de distorsiones para minimizar cualquier efecto por variaciones de tensión. El cuarto de prueba deberá pintarse de negro y contar con suficientes pantallas acústicas para eliminar fenómenos extraños y reflexión de luces extrañas durante la prueba.

Los luminarios son montados en goniómetros que permiten tal colocación que difinen ángulos alrededor de ambos ejes vertical y horizontal. Existen diferentes versiones de goniómetros, cada uno de ellos relacionado al tipo de luminario bajo prueba. Es conveniente usar un goniómetro que mantenga al luminario en su posición de operación normal durante la prueba.

Para mediciones precisa, la distancia entre el luminario y el dispositivo sensor de luz, deberá ser lo suficientemente grande para que se aplique la

ley del cuadrado inverso. La distancia de prueba mínima es gobernada por las dimensiones del luminario, esta distancia no deberá ser menor de 3 metros y al menos 5 veces la dimensión máxima del luminario. Para mayor precisión de la distancia de prueba, esta deberá medirse desde el centro fotométrico del luminario a la superficie de la fotocelda.

#### IV. 1. Condiciones Generales de Prueba, Recomendaciones IES para interiores.

IV. 1. A. Lámparas de Prueba. Deberán preenvejecerse y cumplir con las características de lámparas patrón (parámetros eléctricos nominales) antes de ser utilizadas en las pruebas fotométricas, debido a que durante las pruebas deben permanecer estables.

IV. 1. B. Estabilización. deberá dejar que la emisión luminosa alcance su punto de estabilización antes de correr la prueba.

IV. 1. C. Fotómetro. El equipo fotométrico deberá estar calibrado en todas sus escalas. Las lecturas deberán tomarse con una tolerancia de  $\pm 2\%$ . Las posiciones angulares con una tolerancia  $\pm 25^\circ$ .

#### IV. 1. D. Mediciones.

Se recomienda el método relativo para la distribución de candelas. Un factor de calibración debe obtenerse a partir de la salida luminosa de la lámpara y los lúmenes asignados.

En el caso de luminarios con lámparas de descarga en gas, las mediciones de potencia, tensión y corriente deberán efectuarse con instrumentos calibrados y dentro de su precisión especificada.

# A. REFLECTOR

## REFLEXION

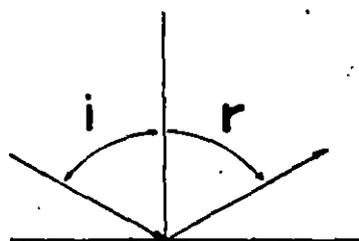
ES EL PROCESO MEDIANTE EL CUAL UN RAYO DE LUZ QUE INCIDE EN UN MEDIO, ABANDONA ESE MEDIO DEL LADO INCIDENTE.

## TIPOS DE REFLEXION

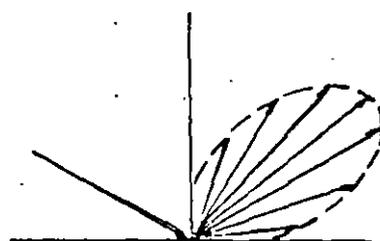
ESPECULAR

SEMIDIFUSA

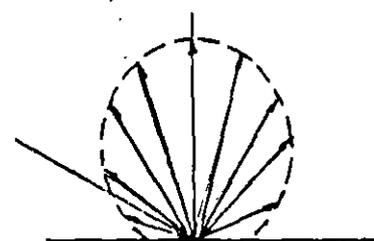
DIFUSA



ESPECULAR



SEMIDIFUSA



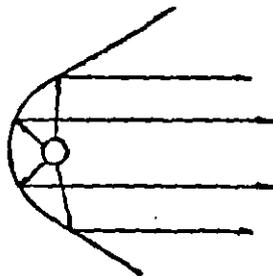
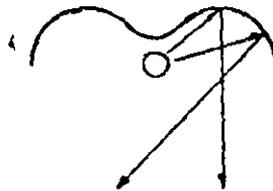
DIFUSA

$i$  = ANGULO DE INCIDENCIA  
 $r$  = ANGULO DE REFLEXION

$$i = r$$

LA FINALIDAD DEL REFLECTOR ES DIRIGIR Y CONTROLAR LA LUZ EN LA DIRECCION DESEADA APROVECHANDO EL PRINCIPIO DE REFLECCION

REFLECTOR PARA LUMINARIO DE ALUMBRADO PUBLICO.



REFLECTOR PARA PROYECTOR

REFLECTOR PARA LUMINARIO DE INTERIORES



# 1.- REFLECTORES

EL DISEÑO DE REFLECTORES SE FUNDAMENTA EN DOS ASPECTOS:

- 1.- CONTORNO
- 2.- ACABADO

EL CONTORNO SE DIVIDE EN DOS CLASES:

a) CONTORNO BASICO  
ES AQUEL CUYO COMPORTAMIENTO Y DISEÑO PUEDE HACERSE MATEMATICAMENTE

b) CONTORNO GENERAL  
ES AQUEL QUE COMPLEMENTA AL CONTORNO BASICO PARA LOGRAR UNA DETERMINADA DISTRIBUCION FOTOMETRICA

# CONTORNOS BASICOS

— ELIPSOIDAL

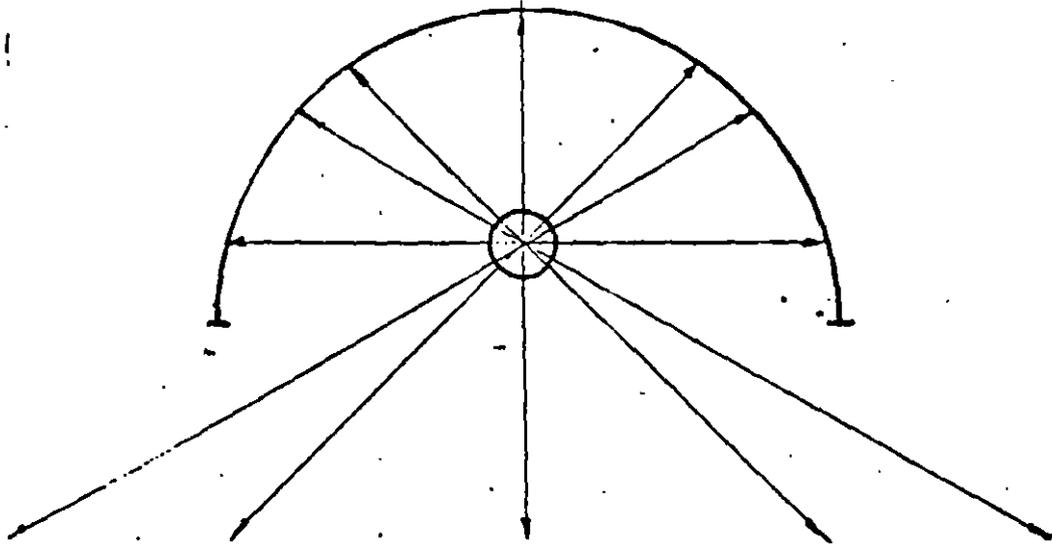
— CIRCULAR

— HIPERBOLICO

— PARABOLICO

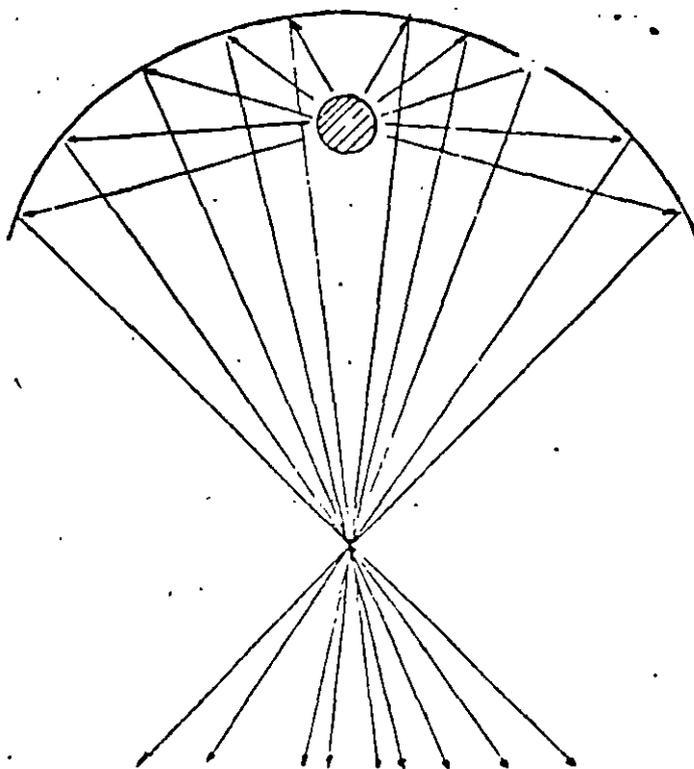
# CIRCULAR

NO ES MUY COMUN PORQUE LOS RAYOS DE LUZ INCIDEN EN LA FUENTE LUMINOSA DE NUEVA CUENTA.



# ELIPSOIDAL

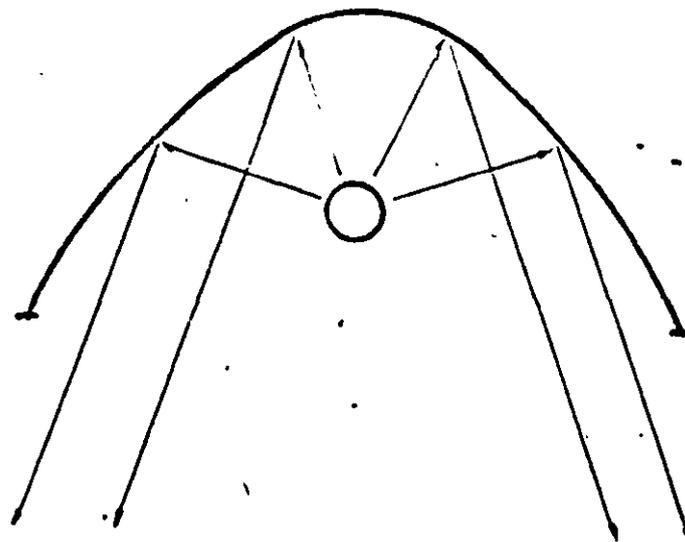
SE UTILIZA FRECUENTEMENTE  
EN COMBINACION CON LENTES  
(NORMALMENTE EN INTERIORES)



9-

# HIPERBOLICO

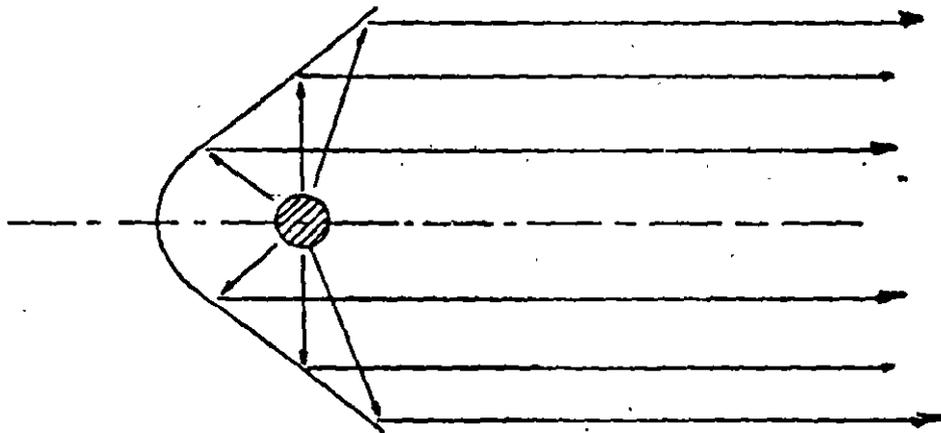
SIRVE PARA PRODUCIR UN HAZ  
ABERTO, IN EMBARGO EL MIS-  
MO EFECTO SE OBTIENE CON EL  
ELIPSOIDAL, CON VENTAJA ESTE  
ULTIMO.



//-

# PARABOLICO

ES EL CONTORNO TIPICO PARA  
PROYECTORES DEBIDO A SU CARAC-  
TERISTICA DE PODER DIRIGIR LOS RA-  
YOS DE LUZ EN DIRECCION PARALELA  
AL EJE

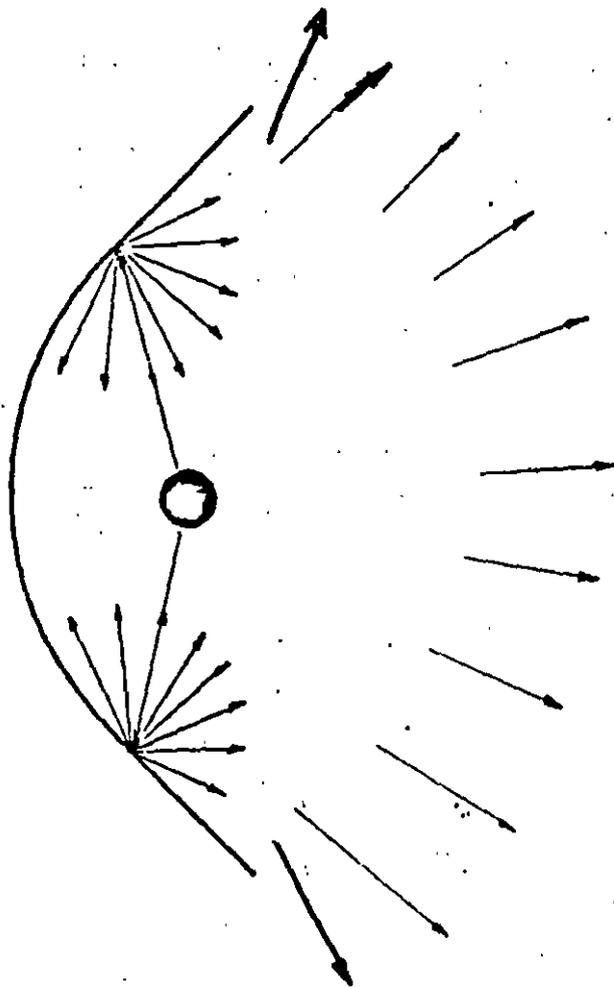


# ACABADOS

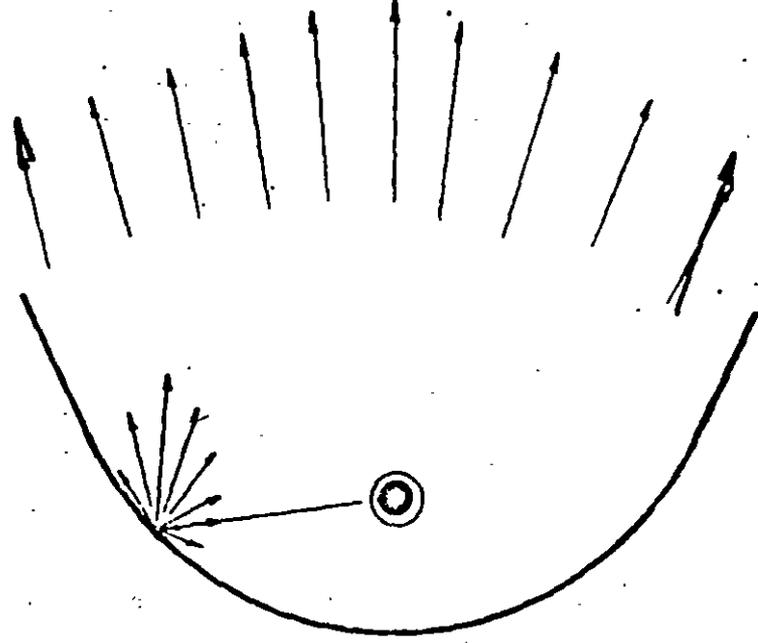
SE DIVIDEN BASICAMENTE EN TRES:

- I) DIFUSO
- II) SEMIDIFUSO
- III) ESPECULAR

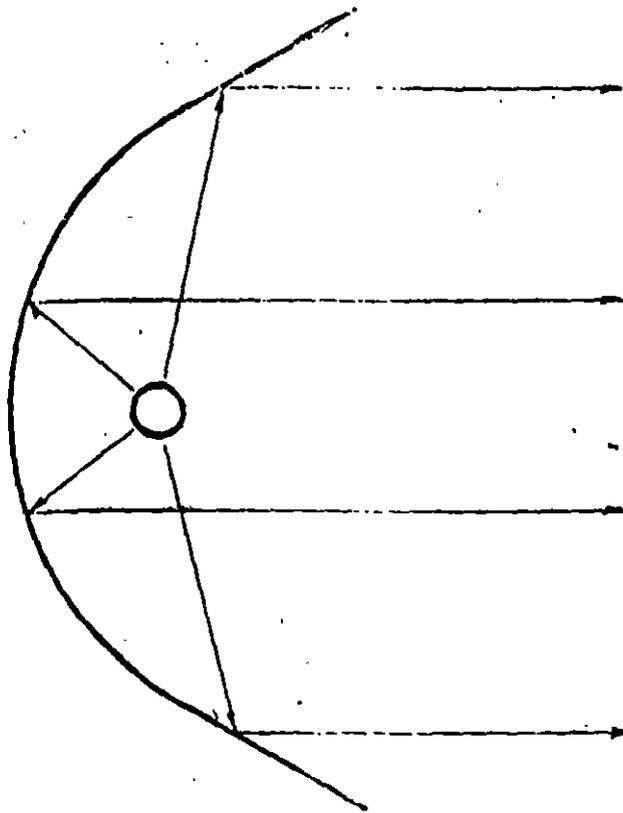
1) DIFUSO. \_ SE USA EN LOS CASOS EN DONDE SE NECESITA UNA DISTRIBUCION FOTOMETRICA UNIFORME EN UNA CURVA MUY ABIERTA



II) SEMIDIFUSO.- SE OBTIENE  
MEJOR CONTROL LUMINOSO  
QUE EN EL CASO ANTERIOR  
SE USA EN CURVAS MEDIAS



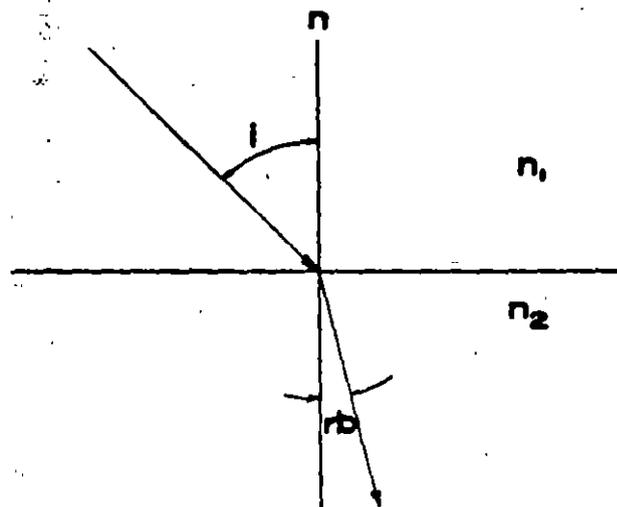
III) ESPECULAR. \_ ES EL RECO -  
MENDADO PARA EL MEJOR  
CONTROL. SE USA EN CURVAS  
CERRADAS.



18-

## B) REFRACTOR

REFRACCION... ES EL PROCESO MEDIANTE EL CUAL UN RAYO DE LUZ QUE INCIDE EN UNA SUPERFICIE QUE SEPARA 2 MEDIOS DE DIFERENTE DENSIDAD CAMBIA DE DIRECCION Y ABANDONA LA SUPERFICIE DEL LADO OPUESTO AL INCIDENTE.



LEY DE SNELL:

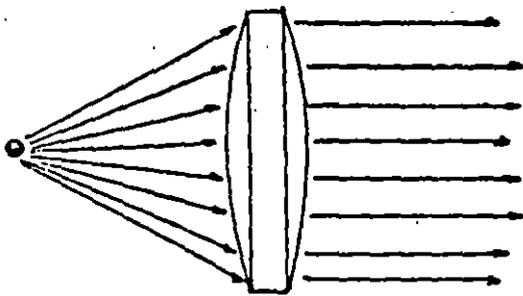
$$n_1 \text{ sen } i = n_2 \text{ sen } r$$

19

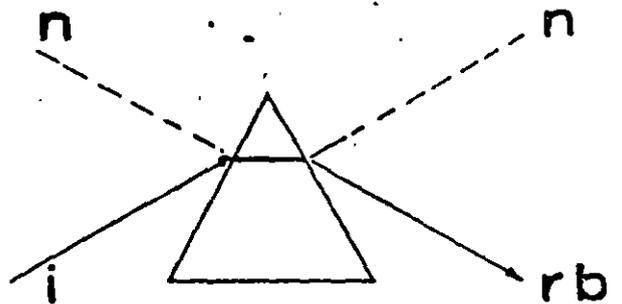
LA FINALIDAD DEL REFRACTOR ES REDIRIGIR LA LUZ PROVENIENTE DE LA LAMPARA EN LA DIRECCION DESEADA, USANDO EL PRINCIPIO DE REFRACCION

SE PUEDE APROVECHAR ESTE PRINCIPIO UTILIZANDO DOS TIPOS DE DISPOSITIVOS.

- PRISMAS
- LENTES



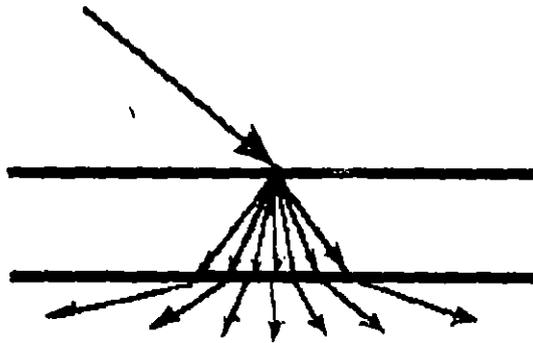
LENTE



PRISMA

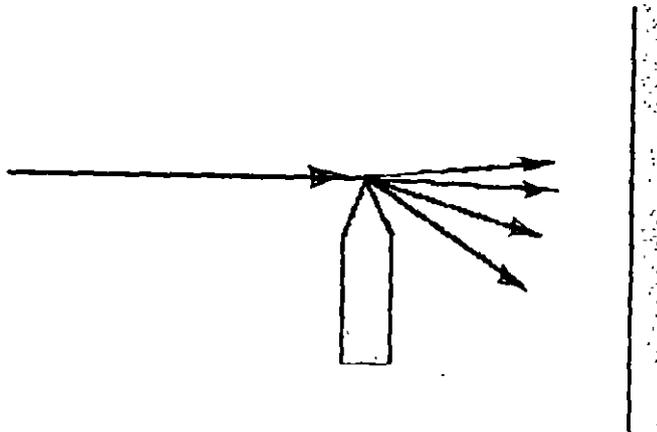
## **DIFUSION.**

Es la ruptura de un rayo de luz y la dispersion de sus rayos en muchas direcciones por reflexiones y refracciones irregulares de partículas cristalinas microscópicas del medio donde se transmiten o reflejan.



## **DIFRACCION.-**

Es la dirección de la luz cuando cuando pasa por un borde. La intensidad y extensión de la sombra de un borde es indefinido.



## DISEÑO DE LUMINARIOS

### Consideraciones:

- 1.- Normas y estándares
- 2.- Medio ambiente
- 3.- Características eléctricas y mecánicas
- 4.- Propiedades térmicas
- 5.- Seguridad
- 6.- Factores Económicos

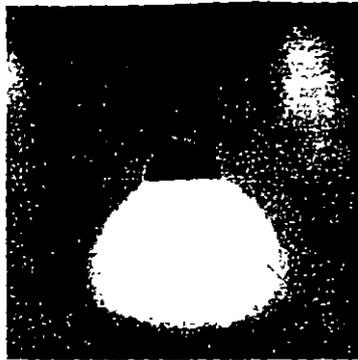
## CONSIDERACIONES ADICIONALES

- 1.- Diseño del Reflector
- 2.- Posición de operación de la lámpara
- 3.- Cambio de lámpara
- 4.- Efectos de la energía radiante
- 5.- Potencias de lámpara
- 6.- Apariencia
- 7.- Deslumbramiento
- 8.- Acústica
- 9.- Condiciones ambientales
- 10.- Montaje

## SALIDA DE ENERGIA DE FUENTES LUMINOSAS

TIPO DE ENERGIA	INCANDESCENTE 100 W	FLUORESCENTE CW	MERCURIO 400 W	ADITIVOS MET. 400 W	SAP 400W	SODIO BAJA PRESION 180 W
LUZ	10%	19 %	14.6%	20.6%	25.5%	29%
INFRARROJO	72%	30.7%	46.4%	31.9%	37.2%	--
ULTRAVIOLETA	--	0.4%	1.9%	2.7%	0.2%	--
CONDUCCION-CONVECCION	18%	36.4%	27%	31.1%	22.2%	--
BALASTRO	--	--	10.1%	13.7%	--	--

$\frac{0-10\%}{90-100\%}$



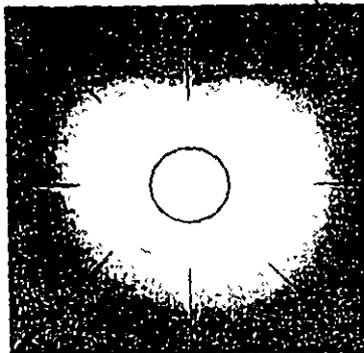
**DIRECTO**

$\frac{10-40\%}{60-90\%}$



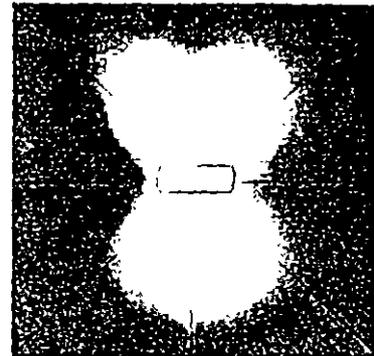
**SEMIDIRECTO**

$\frac{40-60\%}{40-60\%}$



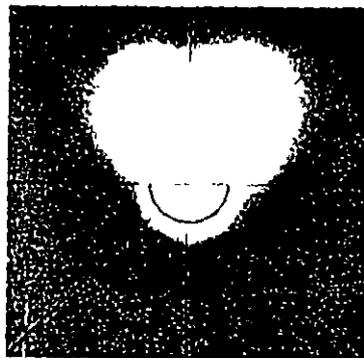
**GENERAL DIFUSA**

$\frac{40-60\%}{40-60\%}$



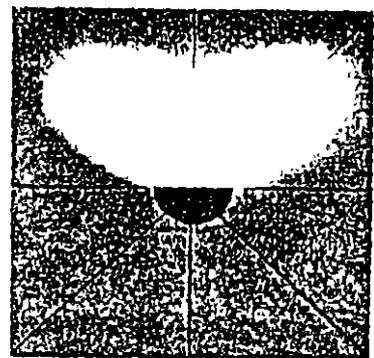
**DIRECTO-INDIRECTO**

$\frac{60-90\%}{10-40\%}$



**SEMI-INDIRECTO**

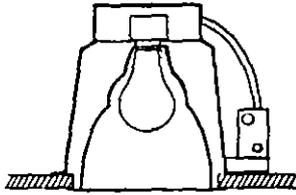
$\frac{90-100\%}{0-10\%}$



**INDIRECTO**

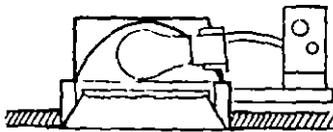
### LUMINARIOS DE USO GENERAL CLASIFICADOS POR CIE

Las curvas de distribución de la luz pueden tomar muchas formas de acuerdo a la distribución de luz hacia arriba o hacia abajo, dependiendo de tipo de fuente de luz luminosa y del diseño del luminari



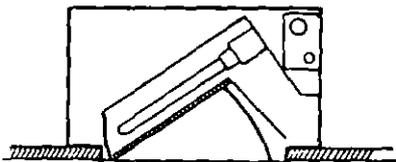
#### INCANDESCENTE

LAMPARA TIPO A INCANDESCENTE APLICACIONES: CORREDORES, AUDITORIOS, LOBBIES, ESPACIOS PUBLICOS.



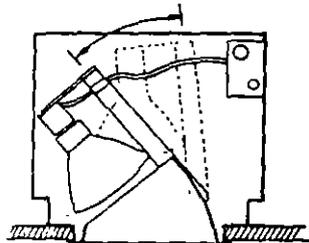
#### INCANDESCENTE CON LENTE

LAMPARA DE SERVICIO GENERAL TIPO A. EL LENTE PROVEE UNA DISTRIBUCION AMPLIA. APLICACIONES: CORREDORES Y ESPACIOS PUBLICOS



#### WALL WASHER - FLUORESCENTE COMPACTA

DOS LAMPARAS DE 13 W. SE USA TANTO EL REFLECTOR COMO EL REFRACTOR PARA PROVEER ILUMINACION UNIFORME EN SUPERFICIES VERTICALES EN OFICINAS, LOBBIES, TIENDAS, ETC.



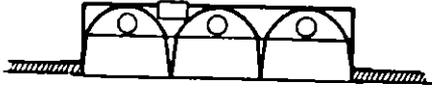
#### INCANDESCENTE - DE ACENTO

LAMPARA PAR 38 HAZ CERRADO O ABIERTO APLICACION: PARA ACENTUAR OBJETOS EN TIENDAS, MUSEOS, RESTAURANTES.



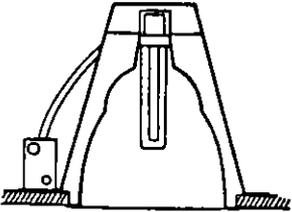
#### FLUORESCENTE COMPACTA

DOS LAMPARAS DE 9 O 13 W. APLICACIONES: CORREDORES, PASILLOS, LOBBIES.



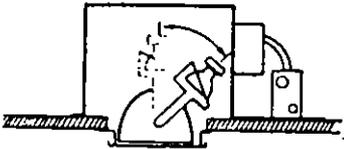
#### PARABOLICO FLUORESCENTE

TRES LAMPARAS FLUORESCENTES T-8 O T-12 APLICACION: ILUMINACION GENERAL PARA OFICINAS, ESPECIALMENTE DONDE HAY TERMINALES DE COMPUTADORA



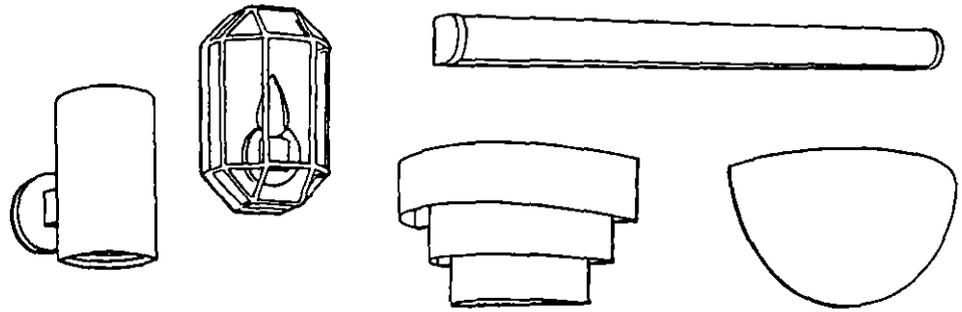
#### FLUORESCENTE COMPACTO-CONCENTRADO

HAY UNA LAMPARA FLUORESCENTE COMPACTA DE 26 WATS. APLICACION: 7 LUMINACION DESCENDENTE EN CORREDORES, AUDITORIOS, LOBBIES.

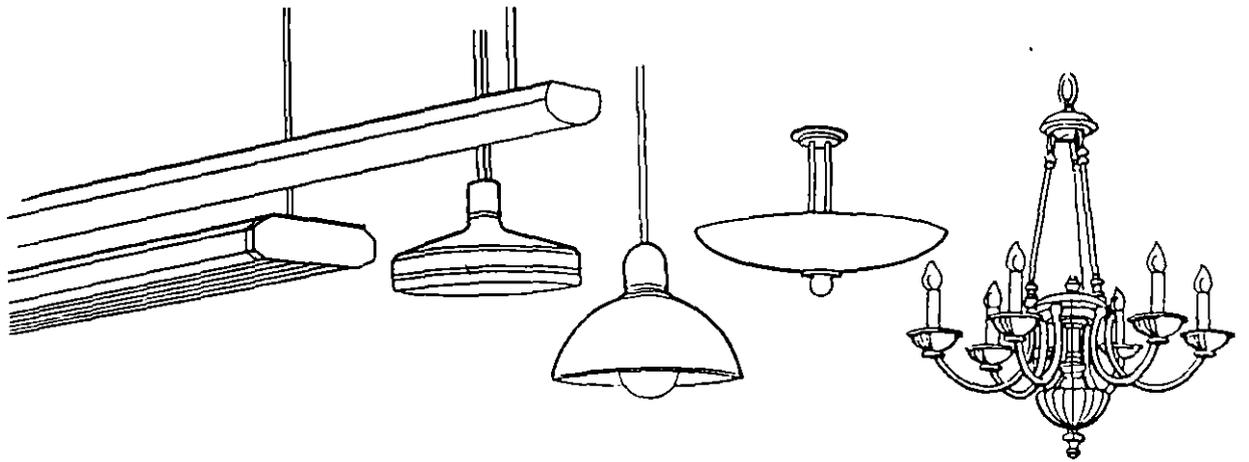


#### AJUSTABLE DE BAJO VOLTAJE

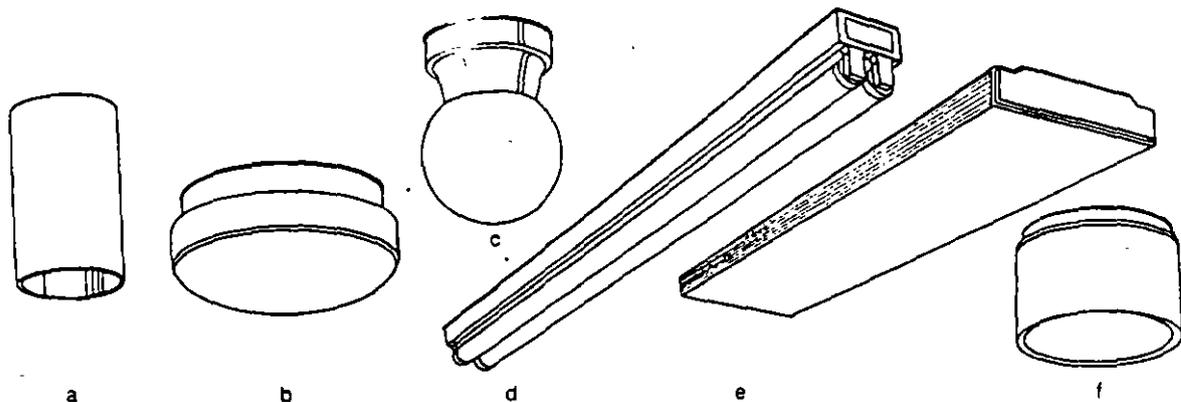
LAMPARA MR-16 APLICACION: PARA ACENTUAR O RESALTAR OBJETOS EN TIENDAS, MUSEOS, RESTAURANTES O RESIDENCIAS



LUMINARIOS DE PARED



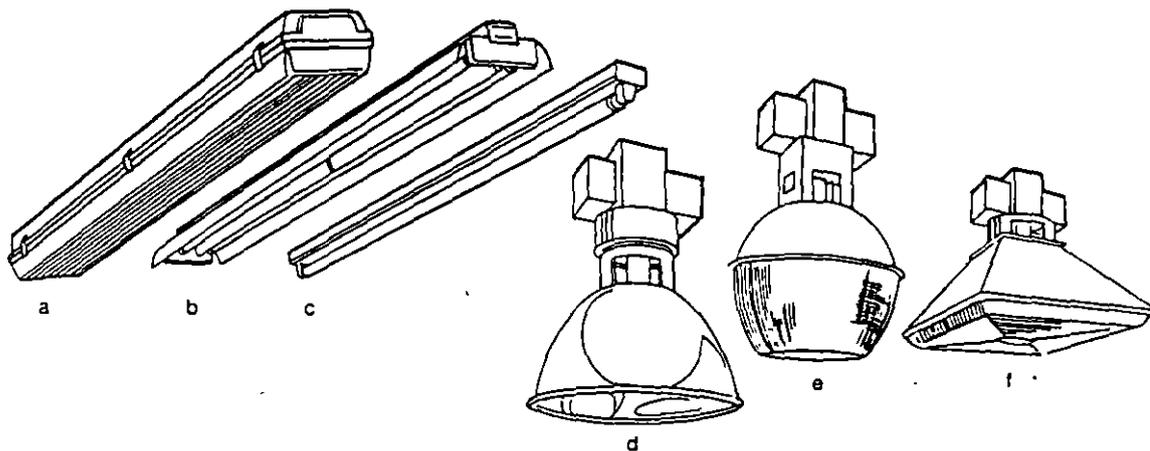
LUMINARIOS COLGANTES



### LAMPARAS MONTADAS EN TECHO

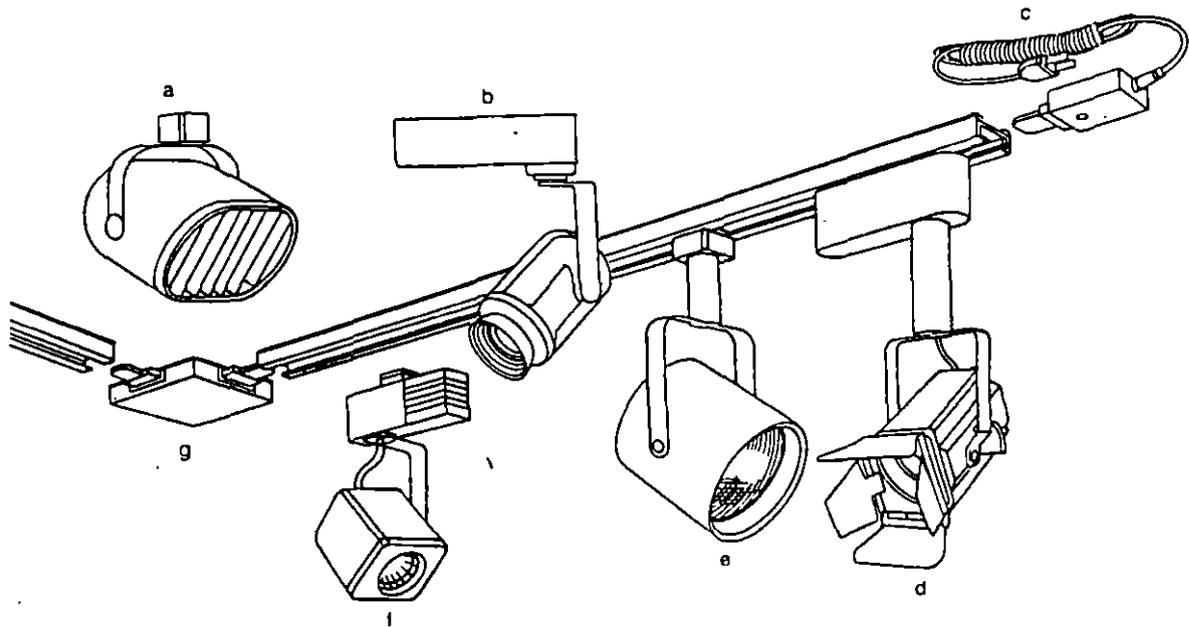
Tipo difuso: b, c y e.

Tipo Downlighting: a, d y f.



### TIPOS DE LUMINARIOS INDUSTRIALES

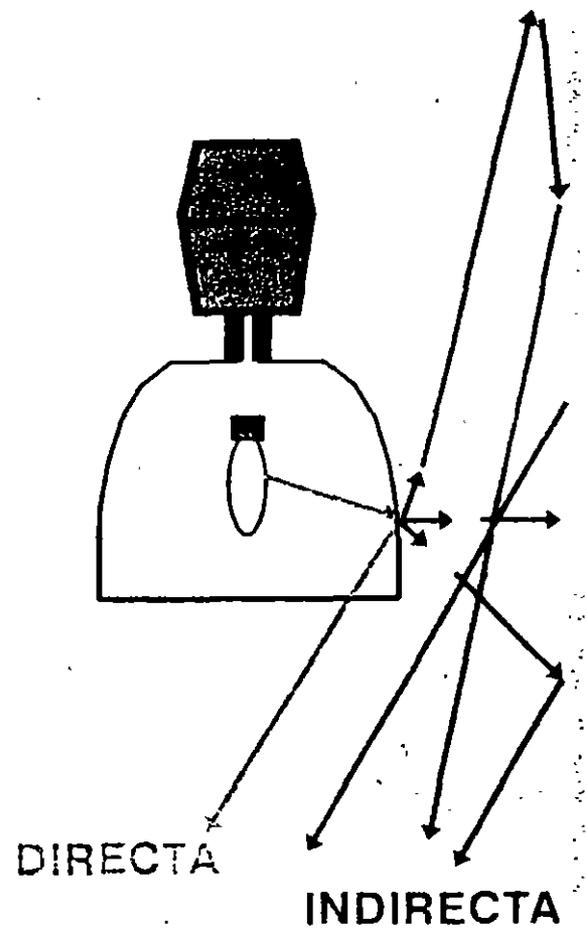
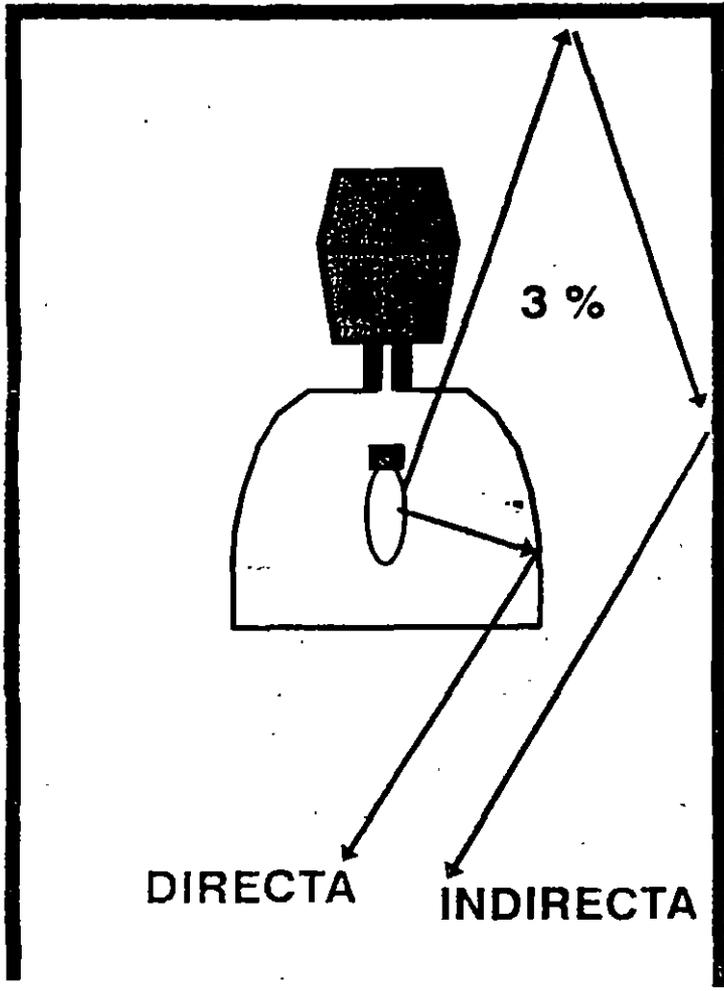
- a) Para zonas húmedas
- b) Dos lámparas slimline
- c) Una lámpara slimline
- d) De alto montaje
- e) Para almacén
- f) Bajo montaje



**DISPOSITIVOS Y LUMINARIOS MONTADOS  
EN RIEL:**

- a) FLUORESCENTES COMPACTAS
- b) MR 16
- c) EXTENSION DE CONEXION
- d) PROYECTOR MR 16
- e) PAR
- f) MR 16
- g) CONECTOR DE ESQUINA

# REFLECTOR DE ALUMINIO



# CONFORT VISUAL

La calidad de la iluminación para industrias es afectada por:

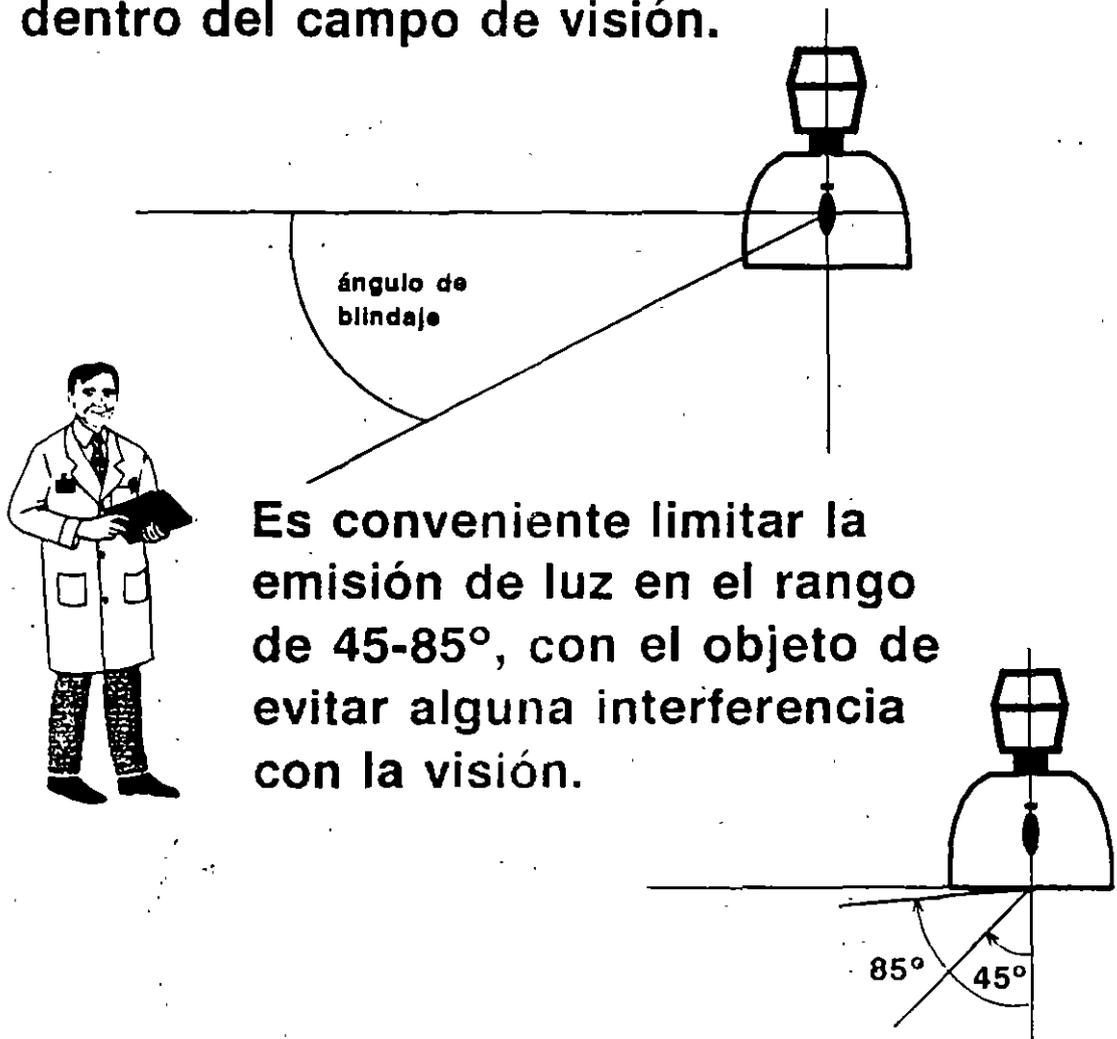
## 1.- Deslumbramiento

- a) Directo
- b) Reflejado

## 2.- Relación de Luminancias

### *Deslumbramiento Directo:*

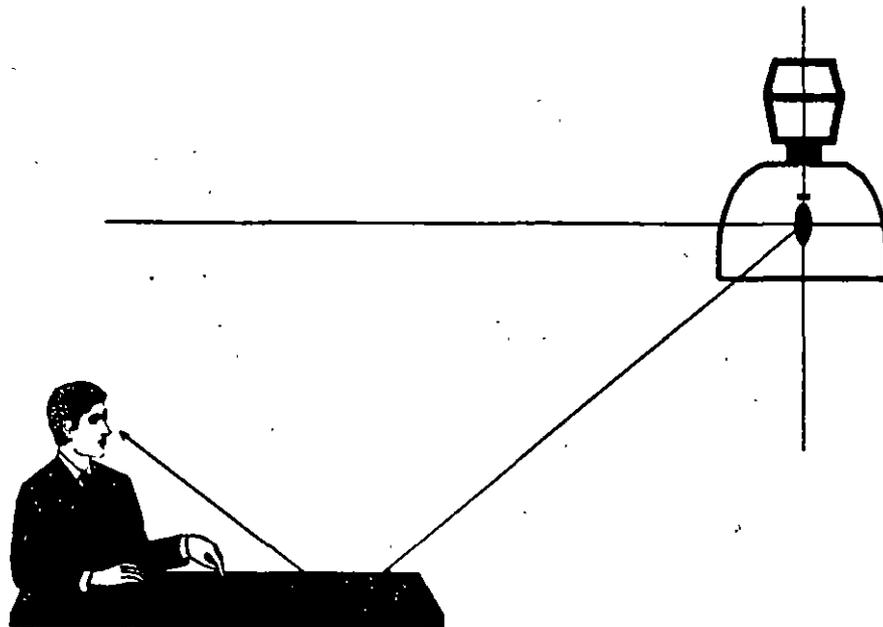
Es causado por una fuente luminosa dentro del campo de visión.



# CONFORT VISUAL

## *Deslumbramiento Reflejado:*

**Es causado por la reflexión de la fuente luminosa en una superficie pulida.**



# CONFORT VISUAL

## Relación de Luminancias Recomendada:

	Clasificación de áreas:		
	A	B	C
<b>Entre la tarea visual y las zonas adyacentes más oscuras.</b>	3 a 1	3 a 1	5 a 1
<b>Entre la tarea visual y las zonas adyacentes más brillantes.</b>	1 a 3	1 a 3	1 a 5
<b>Entre la tarea visual y las zonas lejanas más oscuras.</b>	10 a 1	20 a 1	(*)
<b>Entre la tarea visual y las zonas lejanas más brillantes.</b>	1 a 10	1 a 20	(*)
<b>Entre luminarios y/o ventanas y las superficies adyacentes a ellos.</b>	20 a 1	(*)	(*)

**A**

Áreas interiores donde las reflectancias del área total se pueden controlar

**B**

Áreas donde se pueden controlar las reflectancias de las zonas adyacentes, no así las reflectancias de las zonas lejanas

**C**

Áreas interiores o exteriores donde no es práctico controlar las reflectancias y es difícil alterar el ambiente

(\*)

Control de luminancias impráctico

### Reflectancias Sugeridas

**Techo** 80-90%

**Paredes** 40-60%

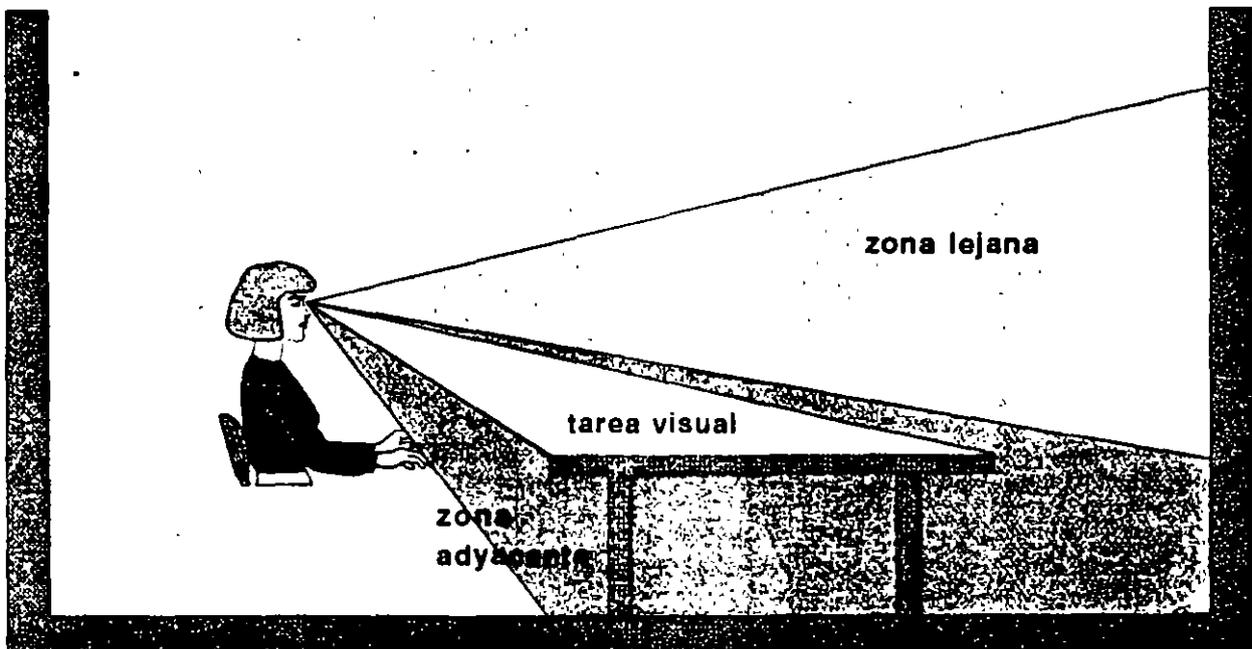
**Piso** > 20%

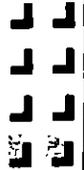
**Equipo y mobiliario** 25-45%

# CONFORT VISUAL

## *Relación de Luminancias:*

La habilidad para ver los detalles depende del contraste entre la tarea visual y el área circundante. Sin embargo el ojo humano funciona mejor y más cómodamente cuando el resto del área está iluminado uniformemente.





# LUMINARIOS

**La función de un luminario es la de dirigir y controlar eficientemente el flujo luminoso a la superficie de trabajo sin causar deslumbramiento o discomfort.**

**Los luminarios generalmente consisten de alguna o de todas las partes siguientes:**



## Partes de un Luminario

- ① Lámparas y sus respectivos portalámparas.
- ② Balastos para arrancar y operar las lámparas.
- ③ Reflector para dirigir la luz en la dirección deseada.
- ④ Controlente o blindaje (*louver baffle*) para controlar la luz y/o reducir el desconfort y el deslumbramiento indeseable.
- ⑤ Armadura o envoltente para contener estos y los componentes eléctricos tales como cables y conexiones.

# Sistemas de Clasificación de un Luminario

- Por su distribución de luz.
- Por su tipo de montaje.
- Por su función o nombre.

# CLASIFICACION DE LUMINARIOS SEGUN SUS CARACTERISTICAS OPTICAS

TIPO DE LUMINARIO	% FLUJO LUMINOSO SALIENTE INFERIOR
DIRECTO	90 – 100
SEMIDIRECTO	60 – 90
GENERAL DIFUSO	40–60
DIRECTO INDIRECTO	40–60
SEMI-INDIRECTO	10–40
INDIRECTO	0–10

# Clasificación de los Luminarios por su Tipo de Montaje

- ◇ Empotrados
- ◇ Sobreponer
- ◇ Pendientes
- ◇ De pared
- ◇ Punta de poste
- ◇ Riel electrificado
- ◇ Mueble integrado
- ◇ Portátil

# **Clasificación de los Luminarios por su Función o Nombre**

**Algunos luminarios tienen nombres relacionados con su función, tales como:**

- ◇ **Luz vertical hacia abajo (*downlights*)**
- ◇ **Baños de pared (*wall washer*)**
- ◇ **De obstrucción**
- ◇ **Subacuáticos**
- ◇ **Áreas riesgosas**
- ◇ **De emergencia**

# Factores para la Selección de un Luminario

- Tipo de fuente de luz a usarse.
- Iluminación que proveerá, tal como la distribución de luz.
- Deslumbramiento y eficiencia.
- Factores estructurales y materiales usados.
- Disipación efectiva de la temperatura.
- Tamaño modular.
- Apariencia.
- Calidad del producto.
- Costo.

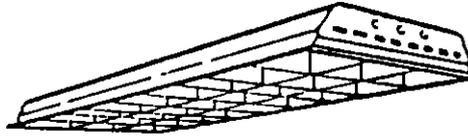
# ALGUNOS TIPOS DE LUMINARIOS DE ACUERDO A SU MONTAJE

## *Luminaire Types*

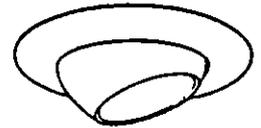
### *Recessed Mounted Luminaires*



*2'x2' Prismatic Luminaire*

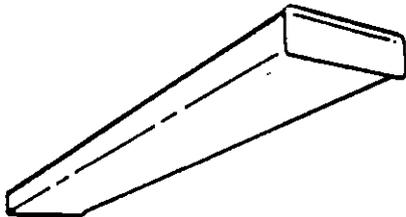


*2'x4' Parabolic Luminaire*



*Downlight*

### *Surface Mounted Luminaires*

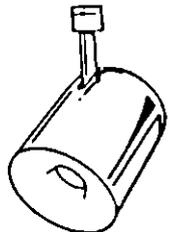


*Wraparound*

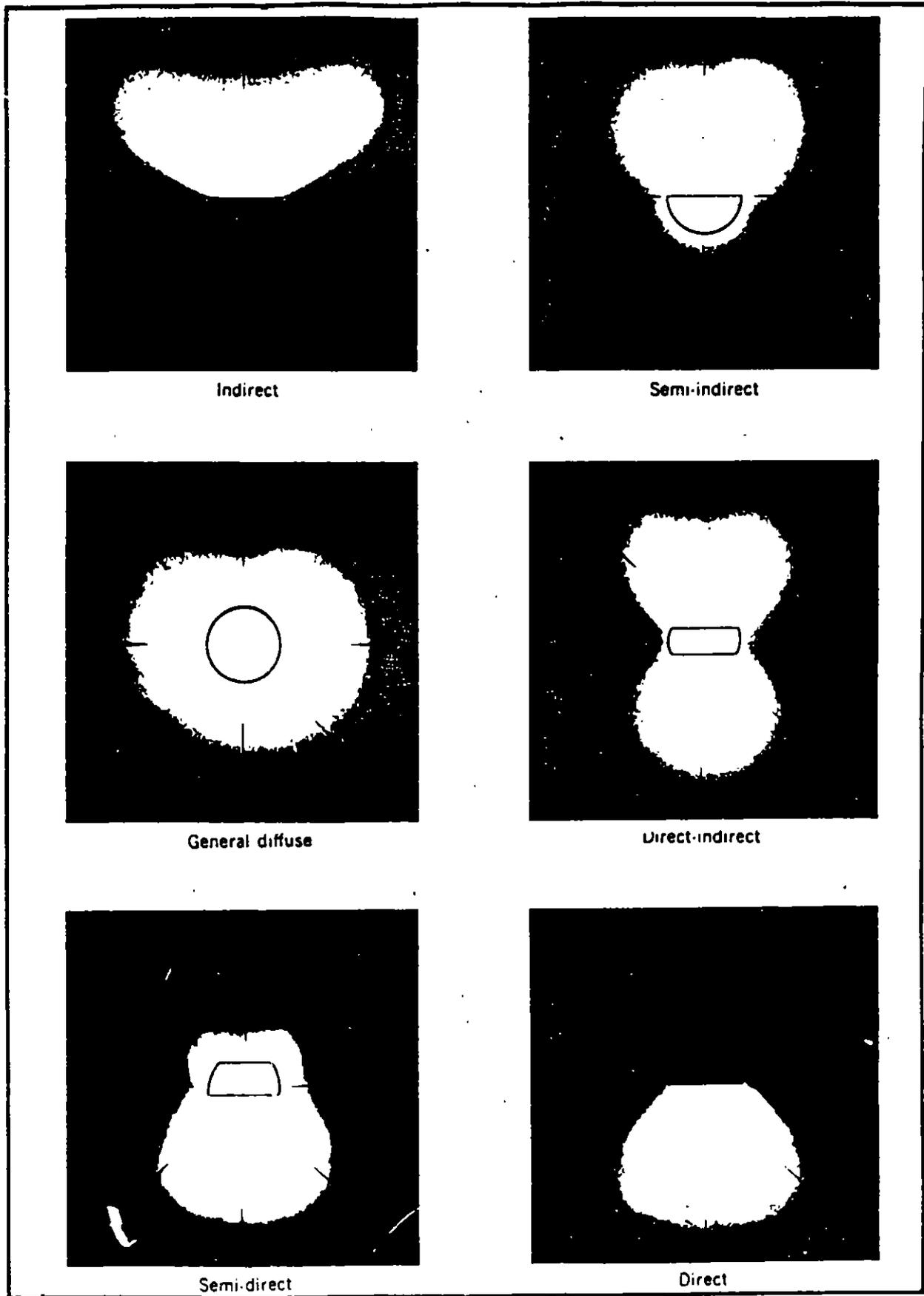
### *Pendant Mounted Luminaires*



*Indirect*



*Track Light*

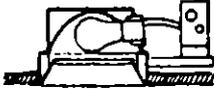


(11) Luminaires for general lighting are classified by the CIE (*Commission Internationale de l'Eclairage*) in accordance with the percentages of total luminaire output emitted above and below horizontal. The light distribution curves may take many forms within the limits of upward and downward distribution, depending on the type of light source and the design of the luminaire.

...  
 WI  
 UN  
 SE  
 WI  
 CH  
 CO  
 LU  
 MR  
 RE  
 IN  
 HE  
 FI  
 OR  
 CH  
 LU  
 TI  
 CR  
 CE  
 DI  
 WI  
 GE  
 A  
 AR  
 I  
 SH  
 TA  
 HI  
 AS  
 T  
 TH  
 SO  
 OR  
 GL  
 HI  
 LU  
 HI  
 TA  
 SH  
 TY

**Fig. 7-22 Recessed Lighting Equipment****INCANDESCENT DOWNLIGHT**

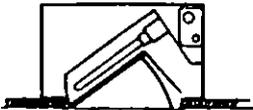
A frosted A lamp is used in the luminaire. Corridors, auditoriums, lobbies and public spaces are common applications. A scalloped effect may also be achieved by close placement to walls.

**LENSED INCANDESCENT DOWNLIGHT**

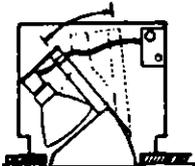
A general service A lamp is used in the luminaire. The refractor provides a wide distribution. Corridors, lobbies and exterior soffits are common applications.

**COMPACT FLUORESCENT, WIDE DISTRIBUTION**

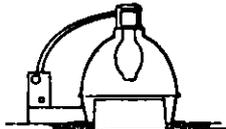
Two 9-W or 13-W compact fluorescent lamps are commonly used in the luminaire. Corridors, lobbies, stores and public spaces are typical applications.

**COMPACT FLUORESCENT, WALL WASHER**

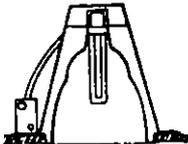
Two 13-W compact fluorescent lamps are commonly used in the luminaire. Both a reflector and a refractor are used to provide a uniform distribution of light onto vertical surfaces in offices, lobbies and stores.

**INCANDESCENT, ADJUSTABLE ACCENT**

A PAR 38 spot or flood lamp is used in the luminaire. The former is used for a narrow distribution to highlight objects in stores, museums, restaurants or residences. The latter is used to highlight vertical or horizontal surfaces where a narrow beam is not required.

**RECESSED MID DOWNLIGHT**

A metal halide lamp is commonly used in the luminaire. Applications with high ceilings, such as industrial spaces, some retail stores and atriums are appropriate. High pressure sodium versions are also available.

**COMPACT FLUORESCENT, NARROW DISTRIBUTION**

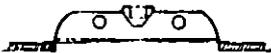
A 26-W compact fluorescent lamp is commonly used in the luminaire. Applications include downlighting in corridors, auditoriums, lobbies and public spaces. A scalloped effect may also be achieved by close placement to walls.

**ADJUSTABLE, LOW VOLTAGE**

A low voltage MR16 lamp is used in the luminaire. A very narrow distribution of light is often used to highlight objects in stores, museums, restaurants, or residences. This luminaire is sometimes used to illuminate horizontal or vertical surfaces where a very specific beam is desired.

**PARABOLIC THREE LAMP, 2' x 4' FLUORESCENT TROFFER**

Three T-8, T-10 or T-12 fluorescent lamps, four feet in length, are used in the luminaire. General illumination for offices, especially where computer terminals are present is the most common application.

**TWO LAMP, LENSED 2' x 4' FLUORESCENT TROFFER**

Two T-8, T-20 or T-12 fluorescent lamps, four feet in length, are used in the luminaire. General illumination for offices and corridors is the most common application.

# PARABOLIC TROFFER

2' x 4' • 3 LAMPS • RAPID START

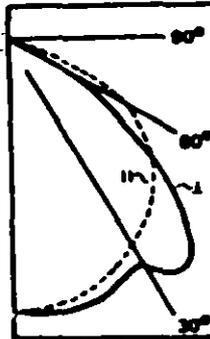
# PARAMAX®

## PHOTOMETRICS

### COEFFICIENTS OF UTILIZATION

Pfc	20%															
	80%				70%				50%				30%			
	70%	50%	30%	10%	70%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%		
1	79	76	74	70	77	75	73	71	72	70	69	69	68	67		
2	74	69	65	62	72	68	64	62	66	61	60	63	61	59		
3	68	63	58	54	67	61	57	54	59	56	53	58	54	52		
4	63	56	51	47	62	55	51	47	54	50	46	52	49	46		
5	58	50	45	41	57	50	45	41	48	44	40	47	43	40		
6	54	45	40	36	53	45	40	36	44	39	35	42	39	35		
7	50	41	35	32	49	40	36	31	39	34	31	38	34	31		
8	46	37	31	27	45	36	31	27	35	31	27	35	30	27		
9	42	33	28	24	41	33	27	24	32	27	23	31	26	23		
10	39	30	24	21	38	30	24	21	29	24	21	28	24	21		

### ZONAL CAVITY



### CANDLEPOWER

ANGLE	ALONG	45°	ACROSS
0	2845	2845	2845
5	2799	2814	2829
10	2772	2825	2876
15	2657	2748	2833
20	2572	2698	2783
25	2389	2528	2626
30	2305	2446	2629
35	2157	2342	2640
40	1961	2317	2453
45	1770	2136	1891
50	1557	1710	1197
55	1299	1132	761
60	1014	647	506
65	602	315	172
70	121	105	68
75	37	45	36
80	15	21	17
85	4	6	5
90	0	0	0

### ZONAL LUMEN SUMMARY

ZONE	LUMENS	% LAMP	% FIXTURE
0-30	2234	23.6	33.5
30-60	3999	42.3	59.9
60-90	443	4.7	6.6
Total	6676	70.6	100.0

### TYPICAL VCP PERCENTAGES

ROOM SIZE (FEET)	HEIGHT ALONG		HEIGHT ACROSS	
	8.5'	10.0'	8.5'	10.0'
20 x 20	75	70	83	80
30 x 30	82	78	87	84
30 x 40	85	81	89	86
60 x 40	84	81	88	86
60 x 60	87	84	90	88

\* Standard ballasts, F40T12/CW lamps (3150 lumens)

Spacing criteria: H = 1.2 x mounting height  
L = 1.5 x mounting height

Full report available. Request ERL 6730.

For photometrics on other configurations, see  
Technical Data section or Lithonia representative



# HORIZONTAL LAMP OPEN REFLECTOR FLUORESCENT DOWNLIGHT

# 9"

# 600R

SPECIFY VOLTAGE

120V

277V



I.B.E.W. UNION MADE

Type: \_\_\_\_\_

Pre-wired junction box and 200° C, SF-1 wire standard.

.150 Aluminum reflector.

Reflector finishes:

Specular clear alzak® (SA)

Champagne gold alzak® (CG)

Pewter alzak® (PA).

Semi-specular clear alzak® (SSC) and

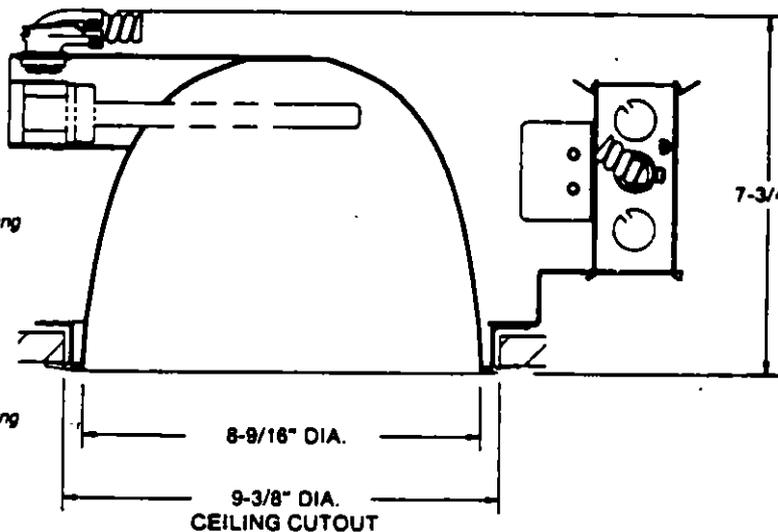
Semi-specular champagne gold alzak® (SSCG) finishes available, see accessories.

Indy IBL-LOCK grid ceiling bar hangers are supplied standard. For non-accessible ceilings add suffix 825 for 28" C channel mounting bars.

Encased and potted ballasts are standard, except 9 & 13 watt 120 volt NPF core and coil.  
NPF=Normal power factor.  
HPF=High power factor.

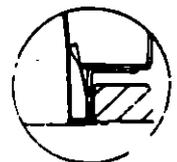
Shown with two (2) PL-13 watt fluorescent lamps (by others).

Mounting frame:  
16 gauge galvanized steel mounting ring.

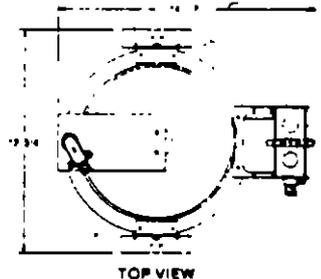


U.L. Listed for damp location and through branch circuit wiring.

FF-Flat flange reflector option



Matte white polycarbonate trim ring designed to conceal ceiling cut-out.



TOP VIEW

Adjustable mounting brackets accept 1 1/2" C channel mounting bars.

### CATALOG NUMBER

SPECULAR CLEAR ALZAK	CHAMPAGNE GOLD ALZAK	PEWTER ALZAK	VOLTAGE	WATTAGE & LAMP
600R-91-SA	600R-91-CG	600R-91-PA	120V-NPF	TWO (2) PL-9 WATT FLUORESCENT
600R-91H-SA	600R-91H-CG	600R-91H-PA	120V-HPF	
600R-92-SA	600R-92-CG	600R-92-PA	277V-NPF	
600R-92H-SA	600R-92H-CG	600R-92H-PA	277V-HPF	TWO (2) PL-13 WATT FLUORESCENT
600R-31-SA	600R-31-CG	600R-31-PA	120V-NPF	
600R-31H-SA	600R-31H-CG	600R-31H-PA	120V-HPF	
600R-32-SA	600R-32-CG	600R-32-PA	277V-NPF	
600R-32H-SA	600R-32H-CG	600R-32H-PA	277V-HPF	

### ACCESSORIES & OPTIONS TO SPECIFY ADD TO CATALOG NUMBER

EBP9 EMERGENCY BATTERY PACK W/ REMOTE TEST SWITCH. 9W. 120 & 277V  
 EBP13 EMERGENCY BATTERY PACK W/ REMOTE TEST SWITCH 13W. 120 & 277V  
 807W 6" x 3/8" FLEX W/ STRAIGHT CONNECTOR & 3 #18 WIRES  
 F FUSE & FUSE HOLDER  
 FWR MODULAR WIRING RECEPTACLE INSTALLATION  
 CP CHICAGO PLENUM APPROVED  
 FF FLAT FLANGE REFLECTOR (SAME FINISH AS REFLECTOR)  
 C76S SPECIAL PAINT (TRIM RING ONLY)

825 28" C CHANNEL BAR HANGERS PAIR  
 SCA SLOPED CEILING ADAPTER (5°, 10°, 15°, 20°, 25°, 30°)  
 SSC SEMI-SPECULAR CLEAR ALZAK REFLECTOR  
 SSCG SEMI-SPECULAR CHAMPAGNE GOLD ALZAK REFLECTOR  
 AR SPECIAL FINISH TO MINIMIZE RAINBOW EFFECT

### LAMP ORDERING INFORMATION

F9TT 9-WATT PL-TWIN TUBE LAMP  
 F13TT 13-WATT PL-TWIN TUBE LAMP

# PERFORMANCE DATA QUICK ESTIMATING GUIDE

## MULTIPLE LUMINAIRE INSTALLATION AVERAGE INITIAL FOOTCANDLES\*

## TWO PL-13

LUMINAIRE SPACING	ROOM CAVITY RATIO		
	RCR 1	RCR 4	RCR 8
5' x 5'	57	47	35
6' x 6'	39	33	25
7' x 7'	29	24	18
8' x 8'	22	18	14
9' x 9'	17	14	11
10' x 10'	14	12	9
11' x 11'	12	10	7
12' x 12'	10	8	6

S.M.H. = 1.6

$$RCR = \frac{5hrc(L+W)}{L \cdot W}$$

Hrc = HEIGHT OF ROOM CAVITY

DO NOT EXCEED S.M.H. OF 1.6

REFLECTANCES: 80% CEILING  
50% WALLS  
20% FLOOR

LAMP MULTIPLIER (2) 9-WATT PL x 0.67

CHAMPAGNE GOLD ALZAK MULTIPLY BY .96  
PEWTER ALZAK MULTIPLY BY .90

\*FOOTCANDLES ARE AT WORK PLANE 30" ABOVE FLOOR



Independent Testing Laboratories, Inc. • 3386 Longhorn Road • Boulder, Colorado 80302 • (303) 442-1235

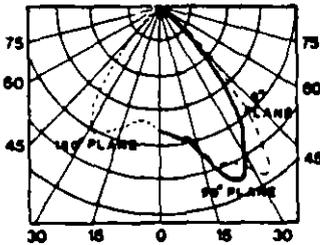
# PHOTOMETRICS

## TWO PL-13

REPORT NUMBER 30844 04-02-85  
CATALOG NUMBER 600R-31-SA  
TOTAL LUMINAIRE EFFICIENCY: 71.3%  
LUMINAIRE SPACING RATIO: 1.6 @ 0°-PLANE; 1.5 @ 90°-PLANE; 1.4 @ 180°-PLANE  
LUMINAIRE SPECULAR REFLECTOR OPEN BOTTOM THE ZERO DEGREE LATERAL PLANE IS PARALLEL TO THE LAMPS AND AWAY FROM THE SOCKETS  
LAMPS TWO NORELCO PL 13, EACH RATED @ 900 LUMENS  
CIE-TYPE DIRECT LUMINOUS DIAMETER 8.625

### CANDELA DISTRIBUTION

0.7	22.5	45.0	67.5	90.0	112.5	135.0	157.5	180.0	FLUX
0	650	650	650	650	650	650	650	650	
5	559	467	668	666	661	653	641	626	63
15	758	222	850	812	803	773	729	670	221
25	884	999	1047	1009	982	925	890	803	422
35	939	874	807	755	714	679	670	663	445
45	253	180	159	133	108	109	116	130	123
55	74	6	3	3	3	2	3	2	6
65	2	2	2	2	2	2	2	2	1
75	0	2	2	2	2	2	2	2	2
85	0	0	0	2	2	1	2	0	1



### ZONAL LUMEN SUMMARY

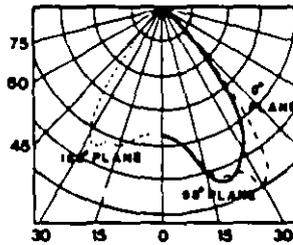
ZONE	LUMENS	%LAMP	%FIT
0-30	706	39.2	55.0
0-40	1152	64.0	89.7
0-60	1280	71.1	99.7
0-90	1284	71.3	100.0
90-180	0	0.0	0.0
0-180	1284	71.3	100.0

## TWO PL-9

REPORT NUMBER 30843 04-02-85  
CATALOG NUMBER 600R-91-SA  
TOTAL LUMINAIRE EFFICIENCY: 73.7%  
LUMINAIRE SPACING RATIO: 1.6 @ 0°-PLANE; 1.5 @ 90°-PLANE; 1.3 @ 180°-PLANE  
LUMINAIRE SPECULAR REFLECTOR OPEN BOTTOM THE ZERO DEGREE LATERAL PLANE IS PARALLEL TO THE LAMPS AND AWAY FROM THE SOCKETS  
LAMP TWO NORELCO PL 9 EACH RATED 800 LUMENS  
CIE-TYPE DIRECT LUMINOUS DIAMETER 8.625

### CANDELA DISTRIBUTION

0.0	22.5	45.0	67.5	90.0	112.5	135.0	157.5	180.0	FLUX
0	474	474	474	474	474	474	474	474	
5	483	493	496	497	491	490	486	478	48
15	610	632	643	643	625	615	593	532	173
25	667	709	747	692	667	656	671	593	305
35	641	570	538	516	489	476	442	438	294
45	112	83	72	59	51	52	58	58	61
55	4	3	2	2	2	2	2	2	3
65	1	1	1	1	1	1	1	1	1
75	0	1	1	1	0	1	0	1	0
85	0	0	0	0	0	0	0	0	0



### ZONAL LUMEN SUMMARY

ZONE	LUMENS	%LAMP	%FIT
0-30	525	43.8	59.4
0-40	819	68.2	68.2
0-60	883	73.6	99.8
0-90	884	73.7	100.0
90-180	0	0.0	0.0
0-180	884	73.7	100.0

### COEFFICIENTS OF UTILIZATION-ZONAL CAVITY METHOD EFFECTIVE FLOOR CAVITY REFLECTANCE: 0.20

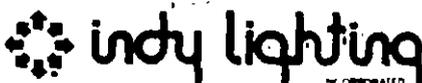
RC	80			70			50			30			10			0
	70	50	30	70	50	30	50	30	10	50	30	10	50	30	10	
0	85	85	85	83	83	83	79	79	79	76	76	76	73	73	73	71
1	81	79	77	76	75	75	75	74	72	72	71	70	69	68	67	65
2	77	74	71	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60	59	58	56
3	74	69	66	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51
4	70	65	61	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46
5	66	60	56	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41
6	63	57	52	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37
7	59	53	48	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33
8	56	49	44	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29
9	52	45	41	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26
10	49	42	37	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22

CHAMPAGNE GOLD ALZAK x .96 PEWTER ALZAK x .90

### COEFFICIENTS OF UTILIZATION-ZONAL CAVITY METHOD EFFECTIVE FLOOR CAVITY REFLECTANCE: 0.20

RC	80			70			50			30			10			0
	70	50	30	70	50	30	50	30	10	50	30	10	50	30	10	
0	88	88	88	86	86	86	82	82	82	79	79	79	75	75	75	74
1	84	82	80	78	78	78	78	76	75	75	74	73	72	72	71	70
2	80	77	74	72	71	71	74	72	70	71	70	68	68	67	66	65
3	77	72	69	66	65	64	69	67	65	68	66	64	64	63	62	61
4	73	68	64	61	60	59	66	63	60	64	62	60	63	61	60	59
5	69	64	60	57	56	55	62	58	55	60	58	55	59	57	56	55
6	66	60	56	53	52	51	58	55	52	57	54	52	56	54	53	52
7	63	56	52	49	48	47	54	51	48	54	50	48	53	50	48	47
8	59	52	48	45	44	43	51	47	45	50	47	44	50	46	44	43
9	56	48	44	41	40	39	47	44	41	47	43	41	46	43	41	40
10	52	45	41	38	37	36	44	40	38	44	40	38	43	40	38	37

INDY LIGHTING, INC. RESERVES THE RIGHT TO CHANGE DETAILS OF DESIGN, MATERIALS, AND FINISH THAT WILL NOT ALTER THE APPEARANCE OR PERFORMANCE. SUBMISSION APPROVAL, APPROVAL OR REJECTION OF ANY ITEM CONTAINED ON THIS SHEET SHOULD BE CALLED TO THE FACTORY'S ATTENTION WITHIN 30 DAYS AFTER SUBMITTAL. OTHERWISE PRODUCT DELIVERY COULD BE SERIOUSLY AFFECTED.



8431 Castlewood Drive • Indianapolis, Indiana 46250 • (317) 849-1233 • Fax #317-576-8006

# Luminarios

**Dos luminarios pueden tener la misma apariencia general, pero difieren en lo que proporcionan. Efectuar comparaciones usando las *curvas de distribución* y los datos obtenidos de las *pruebas fotométricas* por los *Laboratorios Certificados de Prueba*, es la mejor manera para determinar si los luminarios proveerán resultados equivalentes de iluminación.**

## Luminarios

**No puede ser recomendado exclusivamente un solo sistema de iluminación. Cada sistema tiene cualidades que pueden cubrir los requerimientos para una situación dada. Sin embargo, la primera consideración deberá permitir que el cliente pueda ver eficientemente y sin distracción para lograr las ventas. La segunda consideración, deberá ser la apariencia de la instalación en armonía con el diseño arquitectónico y la decoración de la tienda.**

# **CRITERIOS PARA LA SELECCION DE LUMINARIOS**

## **PROBABILIDAD DE CONFORT VISUAL (VCP)**

**ES SIMPLEMENTE UNA PREDICCIÓN DEL PORCENTAJE DE PERSONAS QUE CONSIDERAN VISUALMENTE CONFORTABLE UN SISTEMA DE ILUMINACION DADO.**

**UN VALOR DE 70 O MAS PROVEE ACEPTABLE VCP PARA UNA OFICINA**

## **APARIENCIA**

**LA ILUMINACION DE ESPACIOS INTERIORES DEBE SER FUNCIONAL Y ESTETICAMENTE AGRADABLE. ESTAS METAS NECESARIAMENTE NO SON INCOMPATIBLES Y EL DISEÑADOR DEBERA EFECTUAR LOS ESFUERZOS PARA USAR LUMINARIOS QUE SEAN ATRACTIVOS Y QUE COMPLEMENTEN LA ARQUITECTURA DEL ESPACIO QUE SE VA A ILUMINAR.**

# **CRITERIOS PARA LA SELECCION DE LUMINARIOS**

## **SEPARACION – ALTURA DE MONTAJE**

**LAS UNIDADES DE ILUMINACION DEBEN SER DISEÑADAS PARA USARSE CON ESPACIAMIENTOS DEFINIDOS Y ES IMPORTANTE NO EXCEDER EL ESPACIAMIENTO MAXIMO PARA UNA ALTURA DE MONTAJE DADA, PARA OBTENER UNA UNIFORMIDAD SOBRE EL PLANO DE TRABAJO.**

## **COEFICIENTE DE UTILIZACION**

**ES EL PORCENTAJE DE LOS LUMENS DE LA LAMPARA QUE LLEGAN AL PLANO DE TRABAJO Y ES ESPECIFICO PARA CADA LUMINARIO. DEPENDE DE TRES FACTORES:**

**LAS CARACTERISTICAS FISICAS DEL LUMINARIO,  
LAS PROPORCIONES DIMENSIONALES DEL LOCAL Y,  
LAS REFLECTANCIAS PROPIAS DE LAS SUPERFICIES DEL LOCAL.**

# **CRITERIOS PARA LA SELECCION DE LUMINARIOS**

## **ACUSTICA**

**FUENTES DE LUZ DE DESCARGA REQUIEREN BALASTRO, EL CUAL GENERA RUIDO; LA LUMINARIA PUEDE TRANSMITIRLO Y EN ALGUNOS CASOS AMPLIFICAR ESTE RUIDO. LOS LUMINARIOS DEBERAN DISEÑARSE PARA NO ENTRAR EN RESONANCIA CON LAS FRECUENCIAS DE RESONANCIA DEL BALASTRO. CUANDO LOS NIVELES DE RUIDO SEAN CRITICOS, LOS BALASTROS DEBERAN INSTALARSE REMOTAMENTE.**

## **MONTAJE**

**LA SELECCION DE MONTAJE DE LUMINARIOS PUEDEN SER SUSPENDIDAS, SOBREPUESTAS, EMPOTRADAS, CONECTADAS EN FILA O MONTADAS INDIVIDUALMENTE. LA SELECCION AFECTA TANTO EL ASPECTO FUNCIONAL COMO EL ESTETICO.**

# **CRITERIOS PARA LA SELECCION DE LUMINARIOS**

## **MANTENIMIENTO**

**LOS LUMINARIOS DEBERAN TENER FACILIDAD PARA EL MANTENIMIENTO TANTO PARA REEMPLAZO DE LAMPARAS, BALASTRO Y LIMPIEZA. PARA SELECCIONAR UN LUMINARIO, EL DISEÑADOR DEBERA TAMBIEN CONOCER LO CONCERNIENTE ACERCA DE LA DEGRADACION DE LOS MATERIALES DEL LUMINARIO SOBRE EL TIEMPO.**

**EN MEDIO AMBIENTE ADVERSO, LUMINARIOS CON METALES DIFERENTES PUEDEN CAUSAR PROBLEMAS PORQUE LA POSIBILIDAD DE ACCION ELECTROLITICA AUMENTA. SUCEPTIBILIDAD DEL LUMINARIO A LA SUCIEDAD Y LA ACUMULACION DEL POLVO DEBERAN TAMBIEN CONSIDERARSE.**

## **VENTILACION**

**LA HABILIDAD DEL LUMINARIO PARA DISIPAR APROPIADAMENTE EL CALOR DESARROLLADO DEBERA CONSIDERARSE.**



# COMPARACION DE LUMINARIOS TIPO INTERIOR (1/2)

CARACTERISTICAS	VALOR DE REFERENCIA	%	LUMINARIO		
			A	B	C
<b>FOTOMETRICAS</b> EFICIENCIA FACTOR DE EFICACIA C.U. * VCP ESPACIAMIENTO					
<b>CONSTRUCCION</b> MATERIALES TECNICA DE FABRICACION ADAPTABILIDAD FACILIDAD DE MANTENIMIENTO FACILIDAD DE INSTALACION					
<b>BALASTRO</b> POTENCIA DE LINEA FACTOR DE BALASTRO FACTOR DE EFICACIA DISTORSION ARMONICA					

\* CONSIDERANDO \_\_\_\_\_ DE REFLECTANCIAS Y RCR = \_\_\_\_\_



# COMPARACION DE LUMINARIOS TIPO INTERIOR (2/2)

CARACTERISTICAS	VALOR DE REFERENCIA	%	LUMINARIO		
			A	B	C
<b>ESTETICAS</b> COLOR ACABADOS APARIENCIA GENERAL					
<b>ADQUISICION</b> COSTO TIEMPO DE ENTREGA TIEMPO DE EMBARQUE					
<b>FABRICANTE</b> EXPERIENCIA PREVIA CONTROL DE CALIDAD CUMPLIMIENTO					
<b>OTROS</b> PARTES DE REPUESTO					

# Luminario Parabólico

## Rejilla de 3" de profundidad

Luminario Empotrado

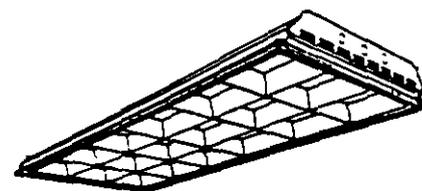
# PM3

Paramax®

Guía de Ordenar

Ejemplo: 2PM3 G B 3 40 18 D 127

2PM3	G	B	3	40	18	D	127
<b>Ancho del Luminario</b>	<b>Función de Aire</b>	<b>Tipo de Lámp.</b>	<b>Acabados de Rejilla</b>	<b>Opciones</b>			
PM3 1 (30cm) 2PM3 2 (60cm) 3PM3 3 (90cm) 4PM3 4 (120cm) 20PM3 20 (50cm)	B Libre (sin función de aire) A Entrada/Salida (canales dentro del luminario) H Extracción de calor (através de la cavidad de la lámpara, humidificador disponible) D Doble función A y H	U16 16W T8-U (30cm) 17 17W T8 (60cm) CF18 18W T15 RS (30cm) 20 20W T12 (60cm) 25 25W T8 (90cm) 30 30W T12 (90cm) U31 31W T8-U (60cm) 32 32W T8 (120cm) 40 40W T12 (120cm) U40 40W T12-U (60cm)* CF40 40W T15 RS (60cm) <small>* La distancia entre los brazos de la lámpara en luminarios con 2 lámparas es 15 24cm y 8 89cm en luminarios con 3 lámparas</small>	D Semi-especular plateado S Especular plateado** G Especular dorado** C Dorado Champagne LD Semi-especular baja iridiscencia LS Especular baja iridiscencia <small>**No disponible con modelos 3x3 o 4x4</small>	Para información adicional y lista completa de opciones, consulte a nuestro representante.			
<b>Montaje</b>	<b>Número de Lámp.</b>	<b>Número de celdas</b>	<b>Voltaje</b>				
G Sobrepeusto (T Expuesto) F Caja Abatible (Sobrepeusta)	(no se incluyen) 1, 2, 3, 4, 6, 8	4, 6, 8, 9, 12, 16, 18, 24, 32, 36, 64	(otros voltajes disponibles) 127 o 220				



### Características

La rejilla está fabricada de aluminio pre-anodizado disponible en acabados: especular o semiespecular dorado o plateado, o de baja iridiscencia especular o semiespecular plateado.

La rejilla se sujeta por medio de ganchos equipados con resortes que aseguran su buen funcionamiento. Las partes de acero se troquelan en láminas de acero "cold-rolled."

Las partes laminadas cuentan con un tratamiento de fosfato de cinco etapas que garantiza la adhesión de la pintura y su resistencia a la corrosión, todas las partes están terminadas en esmalte blanco de alta reflectancia.

Sistema óptico de precisión.

Bajos costos de mantenimiento

Apariencia de puerta flotante

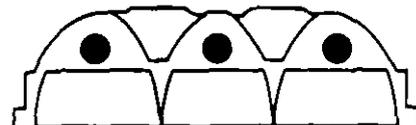
Disponible con balasto estándar y ahorrador de energía, con aprobación UL y NOM.

Para lámparas de arranque rápido

### DISPONIBILIDAD DE PRODUCTO

Tamaño (cm)	Lámp. por Serie	Lámp. por Lumi.	Tipo de Lámpara	Número de celdas <sup>1</sup> (Filas X Número de celdas por Fila)	Altura (cm)
30x30	PM3	1, 2, 3	U16	4(2x2), 9(3x3)	16.7 <sup>2</sup>
		1, 2	CF18	4(2x2), 9(3x3)	16.7 <sup>2</sup>
30x60	PM3	1, 2	17, 20, U31, CF40	4(1x4)	19.7
		1	U40	4(1x4)	19.7
30x90	PM3	1, 2	25, 30	6(1x6), 12(2x6)	19.7
30x120	PM3	1, 2, 3	32, 40	6(1x6), 8(1x8), 9(1x9)	17.5
		2	32, 40	12(2x6), 16(2x8)	17.5
60x60	2PM3	2	U40	6(2x3), 9(3x3), 12(3x4), 16(4x4)	17.6
		2	17, 20, U31, CF40	6(2x3), 9(3x3), 12(3x4), 16(4x4)	14.8
		3	U40	9(3x3), 12(3x4), 16(4x4)	20.2
		3	17, 20, U31, CF40	9(3x3), 12(3x4), 16(4x4)	14.8
60x120	2PM3	4	17, 20, U31, CF40	9(3x3), 12(3x4), 16(4x4)	14.8
		2	32, 40	12(2x6), 16(2x8), 18(3x6), 24(3x8), 32(4x8)	15.1
		3	32, 40	18(3x6), 24(3x8), 32(4x8)	15.1
50x120	20PM3	4	32, 40	12(2x6), 16(2x8), 18(3x6), 24(4x6), 32(4x8)	15.1
		2	32, 40	12(2x8), 16(2x8), 18(3x6), 24(3x8)	15.1
		3	32, 40	18(3x6), 24(3x8)	15.1
90x90	3PM3	4, 6	25, 30	12(2x6), 16(2x8), 18(3x6), 24(3x8)	15.1
		2	32, 40	12(2x6), 16(2x8), 18(3x6), 24(3x8)	15.1
		4	32, 40	12(2x6), 16(2x8), 18(3x6), 24(3x8)	15.1
120x120	4PM3	6	32, 40	36(6x6), 64(8x8)	16.5
		8	32, 40	36(6x6), 64(8x8)	16.5

<sup>1</sup> La letra en negrilla indica los modelos mas populares.  
<sup>2</sup> Algunas opciones aumentan la altura del luminario. Consulte a nuestro representante si la profundidad del pleno es un factor



# PM3

## Información Fotométrica

Coefficientes de Utilización

Cavidad Zonal

Pie	20%															
	80%				70%				50%				30%			
	70%	50%	30%	10%	70%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%		
1	79	76	74	70	77	75	73	71	72	70	69	69	68	67		
2	74	69	65	62	72	68	64	62	66	61	60	63	61	59		
3	66	63	58	54	67	61	57	54	59	56	53	58	54	52		
4	63	56	51	47	62	55	51	47	54	50	48	52	49	46		
5	58	50	45	41	57	50	45	41	48	44	40	47	43	40		
6	54	45	40	36	53	45	40	36	44	39	35	42	39	35		
7	50	41	36	32	49	40	36	31	39	34	31	38	34	31		
8	46	37	31	27	45	36	31	27	35	31	27	35	30	27		
9	42	33	26	24	41	33	27	24	32	27	23	31	26	23		
10	39	30	24	21	38	30	24	21	29	24	21	28	24	21		



Potencia en Candelas

Altura	30°	45°	60°
0	2845	2845	2845
5	2799	2814	2829
10	2772	2825	2876
15	2657	2748	2833
20	2572	2698	2783
25	2389	2528	2626
30	2305	2446	2629
35	2157	2342	2640
40	1961	2317	2453
45	1770	2136	1891
50	1557	1710	1497
55	1299	1132	761
60	1014	647	506
65	602	315	172
70	121	105	68
75	37	45	36
80	15	21	17
85	4	8	5
90	0	0	0

Resumen

Caja	Cantidad	Potencia (W)	Potencia (lm)
0-30	2234	23.6	33.5
30-60	3999	42.3	59.9
60-90	443	4.7	6.6
Total	6676	70.6	100.0

Porcentajes Típicos de VCP

Configuración	80%	70%	60%	50%
20 x 20	75	70	63	60
30 x 30	82	78	87	84
30 x 60	85	81	89	86
60 x 30	84	81	88	86
60 x 60	87	84	90	88

2PM3 G C 3 40 180\*

\*Balasto estándar, (4)F40T12/CW lámparas (3150 lumens)

Criterio de Espaciamento: Altura de Montaje

Reporte completo disponible. Ordene ERL 6730.

Para información fotométrica de otras configuraciones, vea la sección de Información Técnica o consulte a nuestro representante.

Para accesorios consulte al representante de Lithonia Lighting.

## Eléctrico

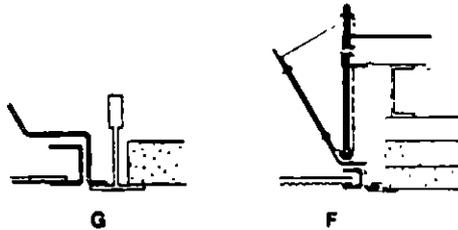
Disponible con balasto estándar, ahorrador de energía y electrónico. Para información acerca de corriente de línea, consulte a nuestro representante.

## Aplicación

Para montaje empotrado en oficinas, escuelas, tiendas y edificios comerciales donde se requiera alta calidad de iluminación.

Garantía limitada de un año contra defectos mecánicos de fabricación. Información sujeta a cambio sin previo aviso.

## Montaje



Para accesorios consulte a nuestro representante

Distribuidor Autorizado



# PHILIPS

PM3-S

L3565SUB.PM5. 5/94

# Industrial Estándar

Industrial

L

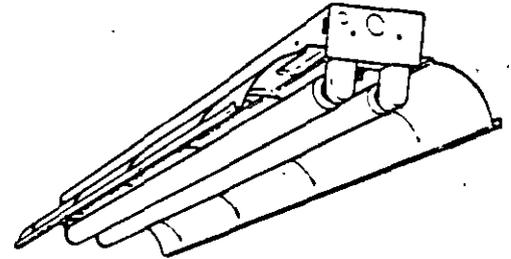
LA

## Guía de Ordenar

Ejemplo: L 2 40 127

L	2	96	127	
Serie	Número de Lámp.	Tipo de Lámp.	Voltaje	Opciones
L Reflector sólido LA Reflector con luz ascendente (8%)	(no se incluyen) 1, 2	17 17W T8 (60cm) 20 20W T12 (60cm) 32 32W T8 (120cm) 40 40W T12 (120cm) 48 38W Slimline (120cm) 96 75W Slimline (240cm)	(otros voltajes disponibles) 127 o 220	SSR Especular plateado (95% reflejo) Para información adicional y lista completa de opciones, consulte a nuestro representante.

Para largo doble, agregar el prefijo T  
Ejemplo TL



DISPONIBILIDAD DE PRODUCTO						
Serie	Lámp. por Sección	Lámp. por Lumi.	Tipo de Lámpara	Ancho (cm)	Hondo (cm)	Largo (cm)
L, LA	1	1	17, 20*	30.5	10.2	61.0
	2	2	17, 20*	30.5	10.2	61.0
L, LA	1	1	32, 40, 48	30.5	10.2	21.9
	2	2	32, 40, 48	30.5	10.2	21.9
LA, TLA	1	2	32, 40, 48	30.5	10.2	243.8
	2	4	32, 40, 48	30.5	10.2	243.8
L, LA	1	1	96	30.5	10.2	243.8
	2	2	96	30.5	10.2	243.8

\* Especificar balasto de alto factor de potencia o factor de potencia normal para 20W

## Características

Troquelado en acero cold-rolled.

Reflector asegurado con ganchos de cuarto de vuelta, que permiten fácil acceso al cableado.

Acabados de esmalte blanco de alta reflectancia.

Montaje sobrepuesto o suspendido.

El modelo "L" no permite luz hacia arriba.

El modelo "LA" permite 8% de luz hacia arriba.

Disponible con balasto estándar y ahorrador de energía, con aprobación UL y NOM.

Cuenta con un tratamiento de fosfato de cinc etapas que garantiza la adhesión de la pintura y su resistencia a la corrosión. El acabado de las partes pintadas es a base de esmalte blanco de alta reflectancia.

Para lámparas de arranque rápido o arranque instantáneo [slimline].

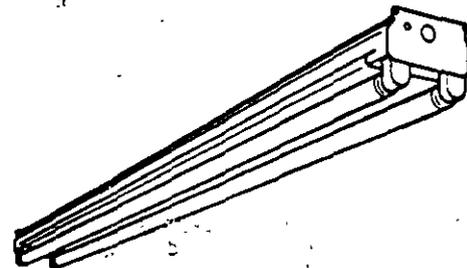
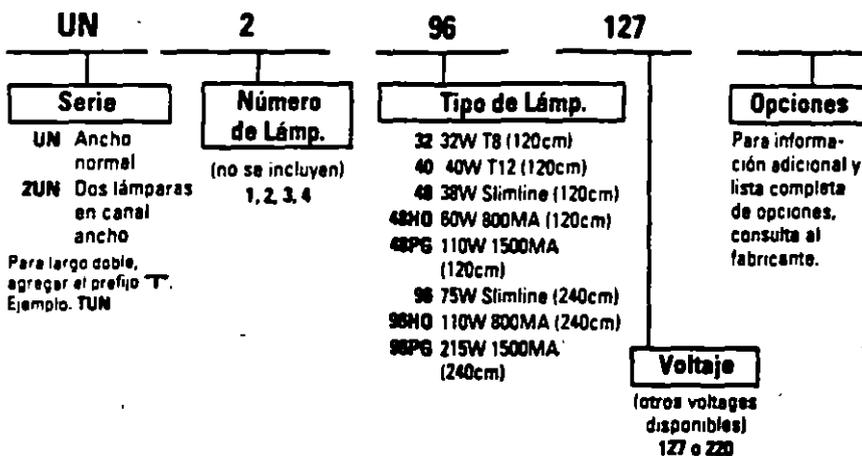


# Canal de uso rudo

Canal  
**UN**

## Guía de Ordenar

Ejemplo: UN 2 96 127



## Accesorios para Reflector

Ejemplo: 2UNASR 48 WH

Se ordenan por separado



### DISPONIBILIDAD DE PRODUCTO

Serie	Lámp. por Sección	Lámp. por Lumi.	Tipo de Lámpara	Ancho (cm)	Hondo (cm)	Largo (cm)
UN	1, 2	1, 2	32, 40, 48, 48HO	12.7	11.7	121.9
	1, 2	1, 2	48PG	12.7	14.0	121.9
	3, 4	3, 4	32, 40, 48, 48HO	22.9	11.7	121.9
2UN	2	2	32, 40, 48, 48HO	22.9	11.7	121.9
	2	2	48PG	22.9	14.0	121.9
TUN	1	2	32, 40	12.7	11.7	243.8
	2	4	32, 40	12.7	11.7	243.8
	3	6	32, 40	22.9	11.7	243.8
	4	8	32, 40	22.9	11.7	243.8
T2UN	2	4	32, 40	22.9	11.7	243.8
UN	1, 2	1, 2	96, 96HO	12.7	11.7	243.8
	1, 2	1, 2	96PG	12.7	14.0	243.8
	3, 4	3, 4	96, 96HO	22.9	11.7	243.8
2UN	2	2	96, 96HO	22.9	11.7	243.8
	2	2	96PG	22.9	14.0	243.8
TUN	1	2	96, 96HO	12.7	11.7	487.7*
	1	2	96PG	12.7	14.0	487.7*

\* Una pareja de luminarios se embarca en una caja.

## Características

Canal de uso rudo con acabado en esmalte de alta reflectancia.

Portalámparas asegurados por las cabeceras.

Diseño que permite montaje en tira continua.

Disponible con reflector simétrico y asimétrico (modelos de 4' y 8').

Para lámparas de arranque rápido o arranque instantáneo (slimline).

Disponible con balasto estándar y ahorrador de energía, con aprobación UL y NOM.

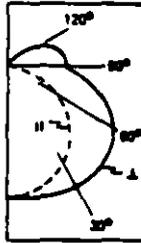
# UN

## Información Fotométrica

Coefficientes de Utilización

Cavidad Zonal

Pis	20%																
	80%				70%				60%				50%				
	70%	60%	50%	40%	70%	60%	50%	40%	70%	60%	50%	40%	70%	60%	50%	40%	
1	81	86	82	78	87	82	78	75	78	73	70	65	60	56	57	52	48
2	82	74	87	62	78	71	65	60	63	60	56	52	48	44	41	38	35
3	74	64	57	51	71	62	55	49	57	51	46	41	37	32	29	26	23
4	68	56	48	42	64	54	47	41	50	44	39	34	30	27	24	21	19
5	61	49	41	35	58	47	40	34	44	37	32	27	23	20	18	16	14
6	56	44	36	30	53	42	34	29	38	32	27	22	19	17	15	13	11
7	52	39	31	25	49	38	30	25	34	28	23	19	16	14	12	10	8
8	47	35	27	22	45	34	26	21	31	25	20	16	13	11	9	7	5
9	44	31	24	19	42	30	23	18	28	22	17	13	10	8	6	4	3
10	41	29	21	16	39	27	21	16	25	19	15	11	8	6	4	3	2



Potencia en Candelas

Angulo	Luja	140°	120°
0-30	2205	2205	2205
30-60	2137	2192	2205
60-90	1959	2194	2247
90-120	1728	2041	2205
TOTAL	1074	1917	2274
0-30	888	1479	1877
30-60	553	1110	1488
60-90	323	701	1088
90-120	177	311	572
TOTAL	1941	3501	5025

Resumen

Zona	Luja	N. Luja	N. Luja
0-30	1810	14.8	18.3
30-60	629	32.5	28.0
60-90	315	24.8	29.1
90-120	188	15.8	17.8
TOTAL	1142	88.4	100.0

UN 296\*

\*Balasto estándar, (2)F9GT12/CW lámporas (6300 lumens)

Criterio de Espaciamento: Altura de Montaje

Reporte completo disponible. Ordene ITL 18269.

Para información fotométrica de otras configuraciones, vea la sección de Información Técnica o consulte a nuestro representante.

Para accesorios consulte al representante de Lithonia Lighting.

## Eléctrico

Disponible con balasto estándar, ahorrador de energía y electrónico. Para información acerca de corriente de línea, consulte a nuestro representante.

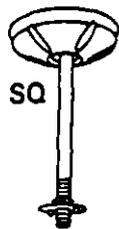
## Aplicación

Para montaje sobrepuesto o suspendido en bodegas, fábricas, almacenes y supermercados. El canal está construido para uso rudo.

Garantía limitada de un año contra defectos mecánicos de fabricación. Información sujeta a cambio sin previo aviso.

## Montaje

Accesorios de montaje



Para accesorios consulte a nuestro representante.



# PHILIPS

Distribuidor Autorizado

UN-S

L3565SUB PM5. 6/94

# Luminario de acrílico envolvente de perfil angosto

## Guía de Ordenar

Ejemplo: LB 2 40 127

LB	2	40	127	
Serie	Número de Lámp.	Tipo de Lámp.	Voltaje	Opciones
LB Ancho normal 2LB Dos lámparas en canal ancho	(no se incluyen) 2, 3, 4	17 17W T8 (60cm) 20 20W T12 (60cm) 32 32W T8 (120cm) 40 40W T12 (120cm)	(otros voltajes disponibles) 127 e 220	Para información adicional y lista completa de opciones, consulte a nuestro representante.

Para largo doble, agregar el prefijo "T".  
Ejemplo: TLB

### Accesorios (ordenarlos por separado, un par por luminario o tira)

#### No de Cat. Especificaciones\*

LB2W*	Paneles terminales de vinil color nogal para canal angosto, ordene un par.
LB4W*	Paneles terminales de vinil color nogal para canal ancho, ordene un par.

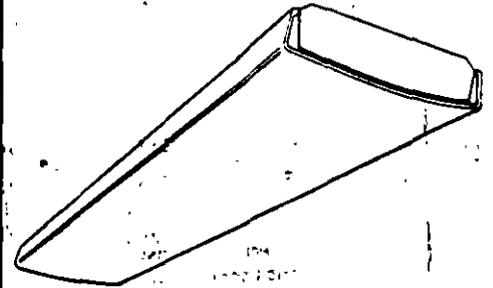
\* Para vinil color teca, substituir "T" por "W" en la Guía de Ordenar. Para vinil color negro aspero, substituir "B" por "W"

### DISPONIBILIDAD DE PRODUCTO

Serie	Lámp. por Sección	Lámp. por Lumi.	Long. de Lámp. (cm)	Ancho (cm)	Hondo (cm)	Largo (cm)
LB	2	2	60	25.4	7.6	61.0
	4	2	60	39.1	7.6	61.0
	2	2	120	25.4	7.6	121.9
	3	3	120	39.1	7.6	121.9
2LB	4	4	120	39.1	7.6	121.9
	2	2	120	39.1	7.6	121.9
TLB	2	4	120	25.4	7.6	243.8
	3	6	120	39.1	7.6	243.8
	4	8	120	39.1	7.6	243.8
T2LB	2	4	120	39.1	7.6	243.8

## Montaje Sobrepuesto

# LB



### Características

Difusor de acrílico prismático.

Los prismas laterales controlan el brillo y los prismas de la parte inferior minimizan la imagen de la lámpara.

Las partes de metal están troqueladas en acero cold-rolled.

Las partes laminadas cuentan con un tratamiento de fosfato de cinco etapas que garantiza la adhesión de la pintura y su resistencia a la corrosión, el canal está terminado con esmalte de alta reflectancia.

Para lámparas de arranque rápido.

Disponible con balasto estándar y ahorrador de energía, con aprobación UL y NOM.

Apariencia compatible con CB.



**LB**

**Información Fotométrica**

Coefficientes de Utilidad Cavity Zonal

Cavity	Zona			
	50%	75%	90%	100%
1	0.85	0.75	0.65	0.55
2	0.80	0.70	0.60	0.50
3	0.75	0.65	0.55	0.45
4	0.70	0.60	0.50	0.40
5	0.65	0.55	0.45	0.35
6	0.60	0.50	0.40	0.30
7	0.55	0.45	0.35	0.25
8	0.50	0.40	0.30	0.20
9	0.45	0.35	0.25	0.15
10	0.40	0.30	0.20	0.10
11	0.35	0.25	0.15	0.05
12	0.30	0.20	0.10	0.00



**Potencia en Candelas**

Ángulo	15°	30°	45°	60°
1	100	100	100	100
2	100	100	100	100
3	100	100	100	100
4	100	100	100	100
5	100	100	100	100
6	100	100	100	100
7	100	100	100	100
8	100	100	100	100
9	100	100	100	100
10	100	100	100	100
11	100	100	100	100
12	100	100	100	100

**Resumen**

Modelo	Altura	Flujo luminoso	Consumo
LB-S	1.5m	1000	10W
LB-S	2.0m	1000	10W
LB-S	2.5m	1000	10W
LB-S	3.0m	1000	10W

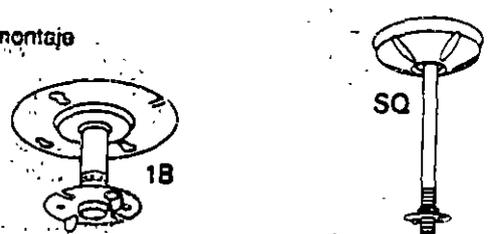
240°  
 \*Bulbo estándar (2) P40 12/09 (115/120V 1000 lumen)  
 \*Criterio de Rendimiento Alto de Calidad  
 \*Respuesta completa disponible. Ordena IT 10001  
 \*Para información fotométrica, o para aplicaciones especiales, ver la sección de  
 Información Técnica o consulte a nuestro representante.  
 \*Para accesorios consulte al representante de Lithonia Lighting.

**Eléctrico**  
 Disponible con balasto estándar, ahorrador de energía y electrónico. Para información acerca de corriente de líneas, consulte a nuestro representante.

**Aplicación**  
 Para montaje sobrepuesto en tiendas, oficinas, escuelas y edificios comerciales.

Garantía limitada de un año contra defectos mecánicos de fabricación. Información sujeta a cambio sin previo aviso.

**Montaje**  
 Accesorios de montaje



Para accesorios consulte a nuestro representante.

Distribuidor Autorizado



**PHILIPS**