

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

ILUMINACION ESCENICA

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERIA

POR

JUAN ARNOLDO ARROYO CHOC

AL CONFERIRSELE EL TITULO DE

INGENIERO ELECTRICISTA

GUATEMALA, FEBRERO DE 1996

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

08
T(3680)
C.4

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO	ING.	JULIO ISMAEL GONZALEZ PODSZUECK
VOCAL 1o.	ING.	MIGUEL ANGEL SANCHEZ GUERRA
VOCAL 2o.	ING.	JACK DOUGLAS IBARRA SOLORZANO
VOCAL 3o.	ING.	JUAN ADOLFO ECHEVERRIA MENDEZ
VOCAL 4o.	Br.	FERNANDO WALDEMAR DE LEON
VOCAL 5o.	Br.	PEDRO IGNACIO ESCALANTE
SECRETARIO	ING.	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ LOPEZ

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO

DECANO	ING.	JULIO ISMAEL GONZALEZ PODSZUECK
EXAMINADOR	ING.	EDWIN SOLARES MARTINEZ
EXAMINADOR	ING.	JUDY MARLENE LONE DE HIDALGO
EXAMINADOR	ING.	MIGUEL ANGEL SANCHEZ GUERRA
SECRETARIO	ING.	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ LOPEZ

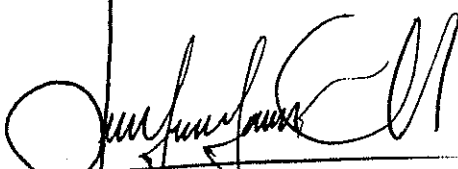
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo titulado :

ILUMINACION ESCENICA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica con fecha 28 de noviembre de 1,994.

ATENTAMENTE



JUAN ARNOLDO ARROYO CHOC

Guatemala, mayo 29, 1995

Ingeniero
Edgar Florencio Montúfar U.
Director de la Escuela de
Ingeniería Mecánica Eléctrica
Universidad de San Carlos

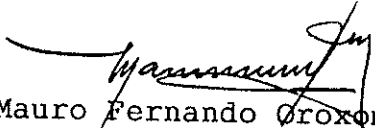
Señor Director:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, para informarle que he revisado el estudio de Tesis titulado "ILUMINACION ESCENICA", desarrollado por el estudiante de Ingeniería Eléctrica Juan Arnoldo Arroyo Choc, quien contó con la asesoría del suscrito, el cual ha sido completado a mi satisfacción.

El trabajo contribuye con el conocimiento general de iluminación en nuestro medio, que enriquece lo que ya conocemos de lo existente.

Por lo anterior, doy mi aprobación.

Atentamente,


Ing. Mauro Fernando Orozco Popa
CATEDRATICO ASESOR

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

Guatemala,
18 de octubre de 1,995

Señor Director
Ing. Edgar F. Montúfar Urizar
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC.

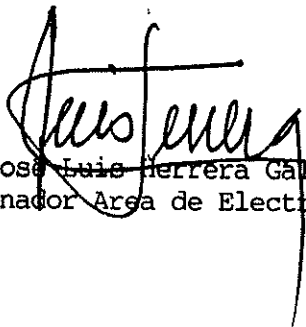
Señor Director:

Me permito dar mi aprobación al trabajo de tesis del estudiante
Juan Arnoldo Arroyo Choch, titulado: Iluminación escénica, ya que
considero que cumple con los requisitos establecidos para tal fin.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarlo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. José Luis Herrera Galvez
Coordinador Área de Electrotecnia

JLHG/amtr

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de
conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de
Area, al trabajo de tesis del estudiante Juan Arnorlo Arroyo Choc,
titulada: Iluminación Escénica, procede a la autorización del mismo.

Ing. Edgar *Edgar Montefar U.*
Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Guatemala, 03 de noviembre de 1,995

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

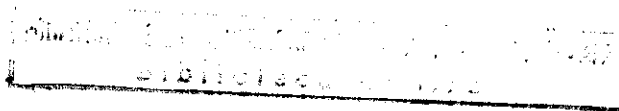
El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al trabajo de tesis **ILUMINACION ESCENICA**, del estudiante **Juan Arnoldo Arroyo Choc**, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

Ing. Julio Ismael González Podszueck
DECANO



Guatemala, febrero de 1,996



ACTO QUE DEDICO

A : DIOS

A : MIS PADRES

JUAN ANTONIO ARROYO MEDA

MARTA DE ARROYO

INDICE GENERAL

LISTADO DE ILUSTRACIONES	
LISTADO DE SIMBOLOS	
GLOSARIO	
INTRODUCCION	
CAPITULO 1 : PRINCIPIOS DE ILUMINACION	1
1.1 RADIACION ELECTROMAGNETICA	1
1.2 MAGNITUDES Y UNIDADES DE RADIACION	3
1.3 MAGNITUDES Y UNIDADES DE ILUMINACION	5
1.4 VISION	8
1.5 COLOR EN ILUMINACION ESCENICA	11
1.6 REFLEXION, TRANSMISION Y ABSORCION	21
CAPITULO 2 : SISTEMAS DE ILUMINACION PARA ESCENARIOS	28
2.1 GENERALIDADES SOBRE SISTEMAS DE ILUMINACION ESCENICA	28
2.2 CLASIFICACION DE SISTEMAS	30
2.3 ACCESORIOS	39
CAPITULO 3 : TIPOS DE LAMPARAS USADAS EN ESCENARIOS	43
3.1 PRINCIPIOS FISICOS DE FUNCIONAMIENTO	43
3.2 LAMPARAS INCANDESCENTES TIPO PAR	45
3.3 INCANDESCENTES TUNGSTENO-HALOGENO	48
3.4 LAMPARAS DE ALOGENUROS METALICOS	50
3.5 OTROS TIPOS DE LAMPARAS	53
CAPITULO 4 : SISTEMAS DE CONTROL PARA ILUMINACION DE ESCENARIOS	55
4.1 METODOS DE CONTROL DE ILUMINACION	55
4.2 CONTROL POR TENSION	55
4.3 CONTROL POR INTENSIDAD	56
4.4 CONTROL SECCIONAL POR AMPLIFICADOR MAGNETICO	57
4.5 CONTROL DE ILUMINACION PARA ESCENARIOS	60
4.6 EQUIPO DE CONTROL DE ESCENARIOS	66
CAPITULO 5 : DISEÑO DE SISTEMAS DE ILUMINACION ESCENICA	68
5.1 GENERALIDADES DE DISEÑO	68
5.2 CRITERIOS PARA LOCALIZACION DE EQUIPO	73
5.3 PLAN STANDARD DE ILUMINACION	82
5.4 DISEÑO DE SISTEMAS DE ILUMINACION	85
5.5 DISEÑO DE INSTALACION DE ESCENARIO	99
5.6 CONEXIONES A TIERRA	106
CAPITULO 6 : EVALUACION DEL SISTEMA PARA ANTEPROYECTO DEL TEATRO DE LA URL	110

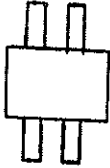
6.1 DESCRIPCION DEL ANTEPROYECTO	110
6.2 INDICACIONES QUE APARECEN EN LA PLANIMETRIA	111
6.3 DISEÑO DE ILUMINACION	116
6.4 PLAN DE CONTROL DE ILUMINACION	184
CONCLUSIONES	129
RECOMENDACIONES	129
BIBLIOGRAFIA	130
APENDICE A : CRITERIOS SOBRE ILUMINACION DE LA SALA DE TEATRO	131

LISTADO DE ILUSTRACIONES

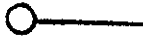
NUMERO DE ILUSTRACION	NOMBRE DE LA ILUSTRACION	PAG.No
1.1	Radiación del cuerpo negro.	3
1.2	Intensidad luminosa.	6
1.3	Definición de luminancia.	7
1.4	El proceso visual	9
1.5	Sensibilidad espectral del ojo humano.	10
1.6	Diagrama suplementario de cromaticidad de la CIE.	12
1.7	Diagrama de la cromaticidad de la CIE.	15
1.8	Dispersión a través de un prisma.	16
1.9	Diferentes tipos de reflexión.	22
1.10	Reflexión de un reflector esférico.	23
1.11	Reflexión de un reflector parabólico.	23
1.12	Reflexión de un reflector elipsoidal.	24
1.13	Refracción en dos medios.	25
1.14	Refracción de lente plano convexo.	26
1.15	Refracción de lente Fresnel.	27
2.1	Partes de un proyector.	28
2.2	Características ópticas de equipos de iluminación.	29
2.3	Proyector Fresnel.	31
2.4	Proyector de cavidad.	32
2.5	Luminaria Par.	33
2.6	Baterías.	34
2.7	Proyector Elipsoidal.	35
2.8	Luminaria Seguidoras.	36
2.9	Proyector Parabólico	37
2.10	Luminaria de Arco.	38
2.11	Receptáculos.	40
2.12	Conectores para equipo de iluminación.	41
2.13	Marcos o armazones para filtros de color.	41
2.14	Accesorios de acero para instalaciones de iluminación escénica.	42
3.1	Espectro de emisión de lámpara Par.	45
3.2	Filamento de lámpara Par.	45
3.3	Formas de bulbo lámpara Par.	46
3.4	Formas de casquillo lámpara Par.	46
3.5	Variación de las características de lámpara par con la tensión.	47
3.6	Lámpara de tungsteno halógeno.	49
3.7	Ciclo de halógeno.	50
3.8	Circuito de conexión.	52
4.1	Control por tensión.	56
4.2	Control por amplificador magnético	57
4.3	Control por tiristores.	58
4.4	control por computador.	63

4.5	Control por computador, diagrama de bloques.	63
5.1	División típica de un escenario.	68
5.2	Iluminación frontal del área de actuación, planta.	69
5.3	Iluminación frontal del área de actuación, perfil.	70
5.4	Iluminación completa del área de actuación.	71
5.5	Plan general de iluminación del escenario, perfil.	75
5.6	Plan general de iluminación del escenario, planta.	77
5.7	Estructuras utilizadas para instalación de equipo.	78
5.8	Plan general de iluminación de escenario.	79
5.9	Iluminación desde la parte trasera del escenario.	81
5.10	Plan standard de iluminación.	82
5.11	Proyección en perspectiva del escenario.	84
5.12	Curvas fotométricas típicas	86
5.13	Curva fotométrica de un proyector.	88
5.14	Traslapes de haces en lámparas.	89
5.15	Trazo de curva fotométrica.	92
5.16	Criterios de iluminación.	93
5.17	Vista perfil y planta de la zona de actuación.	94
5.18	Iluminación completa del área de actuación.	96
6.1	Elevación sur y oeste.	112
6.2	Planta arquitectónica 1.	113
6.3	Planta arquitectónica 2.	114
6.4	Corte transversal.	115
6.5	Formas del cielo frente del escenario.	116
6.6	Detalles de localización y dimensionamiento del proscenium.	117
6.8	Plan frontal de iluminación del proscenium.	118
6.9	Detalle del sector circular.	119
6.10	Iluminación de lados del proscenium.	122
6.11	Plan de iluminación del escenario.	126
6.12	Distribución de puentes sobre el escenario.	127
6.13	Plan de iluminación del escenario planta.	
6.14	Plan de iluminación del escenario a los lados.	
A-1	Señales de emergencia.	142

LISTADO DE SIMBOLOS



AMPLIFICADOR MAGNETICO



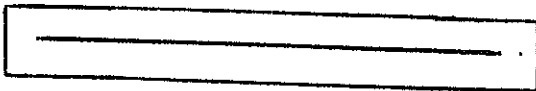
CONECTOR



PROYECTOR ELIPSOIDAL



PROYECTOR FRESNEL



BATERIA

GLOSARIO

ABSORCION

Es la transformación de la energía radiante en otro tipo de energía por interacción de la materia.

ACOMODACION

Es la capacidad del ojo humano para ajustarse, automáticamente a las distintas distancias de los objetos observados, enfocándolos y obteniendo una imagen nítida.

ALZAK

Nombre de un procedimiento que asegura a las superficies de aluminio pulido mayor reflexión de la luz y resistencia a los deterioros del uso del tiempo.

ANGULO DE APERTURA DEL HAZ

Angulo correspondiente a la emisión de luz de un proyector, en que la intensidad luminosa es superior a un determinado porcentaje de intensidad máxima.

ANGULO SOLIDO

Angulo subtendido en el centro de una esfera por una área de superficie numéricamente igual al cuadrado del radio. Unidad el estereoradián.

AREA DE ACTUACION

Zona de escenario perfectamente visible para todo el público donde debe desarrollarse la acción dramática. Llámese también zona de actuación dramática.

BAMBALINA

Elemento del decorado, banda horizontal, del ancho de la escena y de poca altura que, suspendido, corta la visión del público, impidiendo que alcance lugares en alto a donde no se desea.

BOCA DE ESCENA:

Abertura del muro frontal del escenario frente al público. En los modernos teatros, puede ser reducida en ancho y alto por embocadura regulable. Llámese también boca escénica, abertura del escenario.

CICLORAMA

Llámesse también fondo o telones del cielo o grande, telas que cubren todo el fondo, de forma plana y se curvan en sus extremos para rodear la escena, se recogen enrollándolos, verticalmente.

CONTRASTE

Estimación subjetiva de una diferencia de luminosidad. Se conoce como contraste de luminancias la diferencia entre las tareas y el fondo, expresado en proporción respecto del fondo.

GUION DE LUCES

Lista de movimientos y efectos luminosos anotados, ordenadamente con acotación de su correspondencia con la acción y el texto de los actores.

PAR

Parabolic aluminized Reflector (Reflector parabólico de aluminio).

PROSCENIO

Prolongación del plano del piso del escenario hacia la sala, por delante del telón o cortina de boca.

PUENTE DE EMBOCADURA

Pasarela rígida con altura regulable, en el que se instalan los equipos de iluminación más próximos a la boca de la escena.

TELON

Superficie de tela o de lona, papel, etc, flexible o rígido de forma plana, que se manobra suspendido, verticalmente .

UV

Ultra violeta.

INTRODUCCION

En el mundo actual, la energía eléctrica es una realidad cotidiana que, interviene en muchas de las actividades habituales, ya sea produciendo movimiento, calor y frío, o, facilitando la comunicación, el tratamiento de información y desarrollo tecnológico, o, sencillamente, y no por ello menos trascendente, generando luz.

Actualmente se hacen grandes esfuerzos por hacer frente a la necesidad energética, indagando por distintos procedimientos el hacer fuentes de iluminación y diseños de sistemas de iluminación más eficientes, tanto en el hogar, comercio y la industria. Además de estos campos de aplicación general, se cuenta con uno muy específico, que en Guatemala no se ha estudiado a fondo, pero no deja de ser menos importante, por su relación directa con el desarrollo cultural y artístico del medio, como lo es, el diseño de sistemas de iluminación escénica.

El propósito de este trabajo es dar a conocer los distintos elementos que intervienen en el desarrollo y cálculo de los sistemas de iluminación para escenarios, presentando los principios básicos de luminotecnia, una descripción de los equipos y lámparas utilizadas, criterios específicos y un ejemplo de aplicación en un proyecto.

El tema se desarrolla para que sirva como una guía técnica para, ingenieros en iluminación, consultores, arquitectos, técnicos en iluminación, directores de escena, estudiantes de las escuelas artísticas, así como aquellas personas que, de una u otra forma se relacionan con el diseño de sistemas de iluminación para escenarios.

Los criterios que se presentan se obtienen de un trabajo de investigación bibliográfica, visitas técnicas a teatros y distribuidores de equipo. De manera, que el trabajo brinde los conocimientos necesarios de iluminación para escenarios que se adapten a las condiciones propias del lugar.

Los criterios que presiden el diseño de iluminación en este caso, son menos cuantitativos que en otro tipo de aplicaciones, puesto que se trata de conseguir efectos visuales más que iluminación propiamente dicha. Así, hablar de nivel de iluminación, uniformidad, deslumbramiento, relación de luminancia y color en general, carece de sentido por su variabilidad, de acuerdo con el efecto que se trate de crear.

CAPITULO 1

PRINCIPIOS DE ILUMINACION

1.1 RADIACION ELECTROMAGNETICA Y LUZ

La luz es una forma de energía que puede transmitirse desde un punto a otro. Esta transferencia de energía no es sino un caso más amplio de otras que se conocen como radiación electromagnética y que se define como el transporte de ondas electromagnéticas a través del espacio.

La radiación electromagnética, por su naturaleza ondulatoria, queda caracterizada por las siguientes magnitudes:

- velocidad de propagación (c): 300,000 km/s, en el vacío; esta velocidad sufre lieros cambios dependiendo del medio que se trate.
- frecuencia (f): Número de oscilaciones del campo electromagnético en la unidad de tiempo. Su unidad es el hertz(Hz) o ciclo/s.
- periodo (T) : Tiempo, en segundos, durante se efectúa una oscilación o ciclo completo. Es el inverso de la frecuencia.
- longitud de onda (λ) : distancia recorrida por la onda durante un periodo. Así, en el vacío será :

$$\lambda = c \cdot T = \frac{c}{f}$$

Si bien, tanto la frecuencia como el periodo son características invariables de la radiación electromagnética, la longitud de onda no lo es, ya que depende de la velocidad de propagación y, por tanto, del medio que se considere. A pesar de este hecho y teniendo en cuenta que las variaciones de velocidad son relativamente pequeñas, es una práctica generalizada utilizar la longitud de onda para clasificar las radiaciones electromagnéticas. Su unidad de medida más generalizada es el nanómetro (nm= 10 E -9 m).

1.1.1 ESPECTRO ELECTROMAGNETICO Y ESPECTRO VISIBLE

La clasificación de la radiación electromagnética, en función de la longitud de onda, configura el espectro electromagnético, que queda reflejado en la siguiente tabla:

TABLA 1.1

Tipo de radiación	Longitud de onda en (nm)
Rayos cósmicos	10E-5 - 10E-3
Rayos Gama	10E-3 - 10E-1
Rayos X	10E-1 - 100
Ultravioleta	100 - 380
Visible	380 - 760
Infrarojo	760 - 10E+6
Radar	10E+6 - 10E+8
Televisión y FM	10E+8 - 10E+9
Radio AM	10E+9 - 10+12
Ondas Eléctricas	10E+12 - 10E+16

Los límites que se señalan en la tabla son meramente orientadores ya que, en general, existe un solape entre las distintas radiaciones. La parte visible del espectro electromagnético ocupa una pequeña franja del mismo, dentro del cual el ojo humano distingue las diferentes longitudes de onda por las diversas sensaciones de color que originan. Así, el espectro visible está formado por las siguientes radiaciones:

TABLA 1.2

Tipo de radiación	Longitud de onda (nm)
Violeta	380 - 436
Azul	436 - 495
Verde	495 - 566
Amarillo	566 - 589
Naranja	589 - 627
Rojo	627 - 760

Nuevamente los límites señalados no son estrictos, sino existen en ellos las mezclas de color o transiciones entre dos colores saturados.

1.1.2 RADIACION DEL CUERPO NEGRO

El cuerpo negro o radiador integral es un cuerpo que absorbe todas las radiaciones que inciden en él; por tanto, no transmite ni refleja nada. Las características de la radiación de tales cuerpos se conocen perfectamente y pueden calcularse con gran precisión para todas las longitudes de onda y temperatura.

El flujo radiante del cuerpo negro, según la ley de Planck, es función de la longitud de onda y la temperatura absoluta. No sólo aumenta rápidamente el flujo radiante máximo con la temperatura de trabajo, sino que, la longitud de onda correspondiente al máximo se hace más corta. Este tipo de radiación se llama térmica o radiación del cuerpo negro. El radiador de cuerpo negro se utiliza frecuentemente como patrón de referencia primario para definir la emisión de fuentes de luz reales.

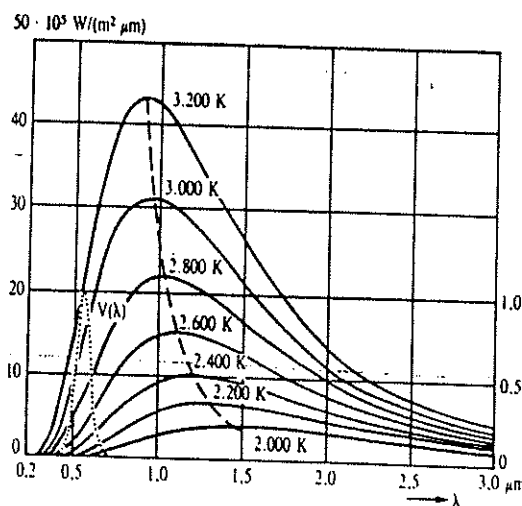


Fig.1.1 Radiación del cuerpo negro de acuerdo a la ley de Planck.

1.2 MAGNITUDES Y UNIDADES DE RADIACION

1.2.1 FLUJO RADIANTE (Fr)

Es la potencia de la radiación electromagnética, que puede incluir componentes visibles y no visibles.

Su unidad de medida es el vatio (W).

El flujo radiante espectral (Fr_{λ}) es el flujo radiante por unidad de longitud de onda y se expresa en W/nm. Así, el flujo radiante corresponde a la integración Fr en todo el espectro electromagnético.

$$Fr = \int Fr_{\lambda} \cdot d\lambda$$

1.2.2 EFICACIA RADIANTE (n_r)

Es la relación entre el flujo radiante emitido y la potencia absorbida por el emisor (ambos expresados en W).

$$n_r = Fr / P$$

1.2.3 INTENSIDAD RADIANTE (Ir)

Correponde a la emisión de energía radiante en una dirección determinada y se define como el flujo radiante emitido en el ángulo sólido que contiene dicha dirección (expresado el ángulo sólido en estereoradián).

$$Ir = Fr / \Omega$$

Su unidad de medida es el vatio por estereoradián (W/sr).

1.2.4 IRRADIANCIA (Er)

Es el flujo radiante absorbido por por unidad de superficie.

$$Er = \frac{Fr}{S}$$

Su unidad de medida es el vatio por metro cuadrado (W/m²)

1.2.5 RADIANCIA (L_r)

Es la relación entre la intensidad radiante de un emisor, en una dirección determinada y la superficie del emisor proyectada, según dicha dirección.

$$L_r = \frac{I_r}{S \cdot \cos \alpha} \quad (\alpha , \text{ ángulo de dirección})$$

su unidad de medida es el vatio por estereoradián y metro cuadrado ($W/sr \cdot m^2$).

1.3 MAGNITUDES Y UNIDADES EN ILUMINACION

1.3.1 FLUJO LUMINOSO (F)

Es el flujo radiante emitido dentro del espectro visible y ponderado por la curva de sensibilidad del ojo humano.

$$F = 683 \int Fr V(\lambda) d\lambda$$

Su unidad de medida es el lumen (lm) que se define como el flujo luminoso producido por el flujo radiante de 1/683 W, emitido en la longitud de onda de 555 nm.

1.3.2 EFICACIA LUMINOSA

En esta magnitud se engloban dos posibles definiciones:

- eficacia luminosa de la radiación (K) es la relación entre el flujo luminoso y el flujo radiante.

$$K = \frac{F}{Fr} \quad (\text{expresado en lm/W})$$

- eficacia luminosa (n) de la fuente de luz, es la relación entre el flujo luminoso y la potencia absorbida por la fuente.

$$n = \frac{F}{P}$$

Su unidad de medida es el lumen por vatio (lm/W).

Esta magnitud también es conocida como rendimiento luminoso y es el que se emplea, en la práctica, para definir la eficacia de una determinada fuente de luz.

1.3.3 INTENSIDAD LUMINOSA (I)

De manera similar a la correspondiente magnitud radiante, la intensidad luminosa en una dirección determinada es el flujo luminoso emitido en el ángulo sólido que contiene dicha dirección.

$$I = \frac{F}{\Omega}$$

Su unidad de medida es la candela, que corresponde al lumen por estereorradián (cd=lm/sr).

La candela es, en realidad, la unidad base del sistema internacional (SI) de unidades, por lo que las distintas unidades fotométricas se derivan de ella.

La definición actualmente vigente de la candela es:

"La candela es la intensidad luminosa en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia de 540×10^{12} hz. y, cuya intensidad energética en dicha dirección es de 1/683 vatios por estereorradián".

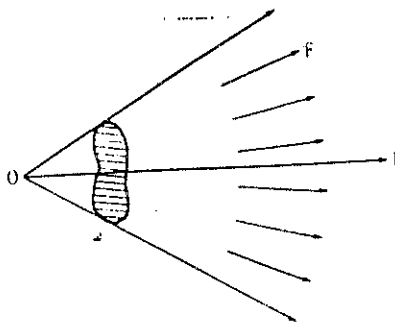


Fig.1.2 Intensidad luminosa.

1.3.4 ILUMINANCIA (E)

Es el flujo recibido por unidad de superficie. Se designa, también, con el nombre de nivel de iluminación.

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

Su unidad de medida es el lux, correspondiente al lumen por metro cuadrado ($lx = lm/m^2$).

1.3.5 LUMINANCIA (L)

Es la relación entre la intensidad luminosa de una fuente de luz, en una dirección y la superficie de la fuente proyectada, según la dirección.

$$L = \frac{i}{S \cdot \cos \alpha} \quad (\alpha, \text{ ángulo de dirección})$$

Su unidad de medida es la candela por metro cuadrado ($cd/m^2 = lm/sr \cdot m^2$).

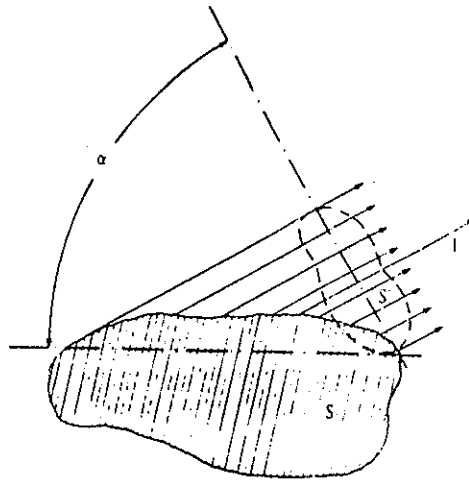


Fig.1.3 Definición de luminancia.

1.3.6 VIDA O DURACION

Es el tiempo medido en horas de funcionamiento, que transcurre hasta que una fuente de luz es considerada inútil según un determinado criterio. En general, se definen dos tipos de duración :

- vida media: se considera que la fuente de luz es inútil cuando deja de funcionar. La vida media se determina mediante ensayos de duración, por lotes de lámparas, asignando el valor de vida media al número de horas de funcionamiento hasta que se ha producido el 50 % del fallos en el lote;

- vida útil: se considera que la fuente de luz es inútil cuando, a pesar de seguir en funcionamiento, no satisface algún requisito de prestaciones, como por ejemplo el mantenimiento de un nivel determinado de flujo luminoso.

En la práctica, los fabricantes de lámparas suelen ofrecer datos de la vida útil referida al número de horas de funcionamiento, hasta que el flujo luminoso emitido por la lámpara se reduce al 80 % de su valor inicial.

1.4 VISION

1.4.1 EL PROCESO DE LA VISION

El ojo es, esencialmente, un mecanismo que recoge y enfoca la luz. Los rayos luminosos que entran en el cristalino a través de la pupila caen sobre una célula fotosensible, localizada en el fondo interno de la superficie ocular, que forma lo que se llama retina.

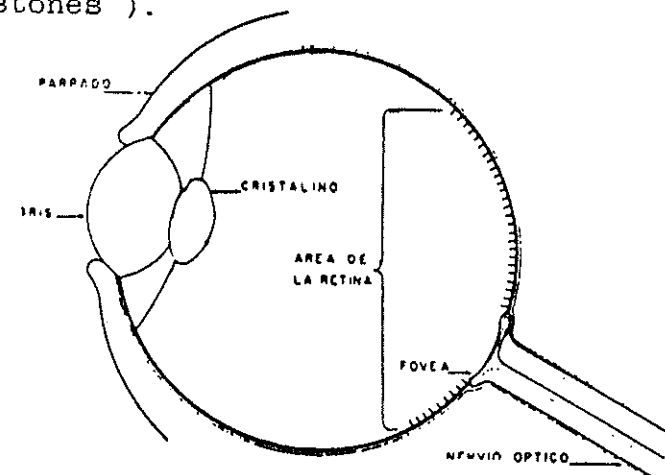
Hay, en realidad, dos tipos de estas células: bastones y los conos, cuyas funciones están perfectamente definidas unas de otras. Cualquier mal entendido en estas diferencias lanza al proyectista hacia un diseño de iluminación deficiente.

La mayoría de los conos están agrupados en una pequeña área cercana del centro de la retina (fovea-foco) donde los rayos luminosos, enfocados por el cristalino forman una imagen como la de una cámara fotográfica. Su agrupamiento se hace menos denso a medida que se aumenta la distancia a la fovea. Su fina disposición en mosaico permite que se vaya formando una imagen clara y nítida, la que es transmitida por el nervio óptico al cerebro que la percibe como una idea consciente. Los conos permiten leer, inspeccionar objetos cercanos, distinguir colores y hacer comparaciones visuales precisas. Es esencialmente el mayor auxilio de la vida humana civilizada.

La concentración de los conos disminuye a medida que se aumenta la distancia a la fovea. Esto significa que fuera de la pequeña abertura del pequeño ángulo visual dominado por los conos, la claridad y la agudeza visual disminuyen rápidamente. En la realidad el tamaño visual en el que predominan la acción de los conos es, aproximadamente, el tamaño de una moneda de cinco centavos, a la distancia normal de lectura. El pequeño ángulo de visión, requiere el funcionamiento especial del ojo: moviéndose, deteniéndose, escudriñando, etc., sobre una página impresa lo cual exige altos niveles de iluminación para una visión rápida y precisa.

Los bastones, por otra parte, desempeñan otro papel en la visión. Están menos densos que los conos y están dispersos sobre toda la superficie interna del globo ocular. Son mucho más sensibles que los conos, pero, su tosca disposición en mosaico no produce una imagen finamente enfocada. Además, muchos bastones están conectados por nervios, no al cerebro, sino directamente a los músculos en distintas partes del cuerpo.

Los medios por los cuales la luz útil llega a los ojos están relacionado con la dualidad de percepción visual por los bastones y los conos. Un sistema de alumbrado bien proyectado, proporciona iluminación suficiente de la propia tarea visual (material impreso, dibujos, notas, etc.), para una visión sostenida adecuada (conos) y una iluminación propiamente balanceada de los alrededores para un sentido de comodidad, bienestar y hasta aún de seguridad (bastones).



VISION POR LOS CONOS O FOVEAL

- 1 - CAMPO ANGOSTO DE VISION
- 2 - VISION POR ESFUERZO CONSCIENTE
- 3 - VISION DE LOS PEQUEÑOS DETALLES
- 4 - NECESIDAD DE UNA ILUMINACION RELATIVAMENTE ELEVADA
- 5 - SENSIBILIDAD AL COLOR

VISION POR LOS BASTONES

- 1 - CAMPO ANCHO DE VISION
- 2 - VISION INSTINTIVA-REACCION RAPIDA
- 3 - VISION AMPLIA
- 4 - SENSIBILIDAD EXTREMA (VISION NOCTURNA)
- 5 - Poca o ninguna percepcion de los colores
- 6 - DETERMINA EL EQUILIBRIO, LA COMODIDAD, LA TRANQUILIDAD

Fig.1.4 El proceso visual.

1.4.2 SENSIBILIDAD ESPECTRAL DEL OJO HUMANO

La sensibilidad del ojo humano no es constante en todo el espectro visible, sino que varía con la longitud de onda, según se muestra en la figura. Además, también influye en el grado de luminosidad en el cual se desarrolla la función visual. Así, en las condiciones luminosas habituales en el diseño luminotécnico, la sensibilidad espectral indicada por la curva de la derecha, en tanto que en condiciones de oscuridad sería válida la curva de la izquierda, produciéndose el máximo de sensibilidad del ojo a diferentes longitudes de onda en ambas situaciones.

Si se refiere únicamente a la curva de visión diurna (derecha) se observa que la respuesta visual es máxima en la zona verde-amarilla del espectro visible, correspondiente a una longitud de 555 nm. Esto condiciona la eficiencia de la fuente de luz, siendo más eficientes aquellas fuentes de luz que consigan emitir la mayor parte de radiación luminosa en las proximidades de las longitudes de ondas que corresponden a la máxima sensibilidad espectral; dicho de otro modo, para conseguir la misma sensación luminosa, se precisará menos energía emitida a 555 nm, que en cualquier otra longitud de onda.

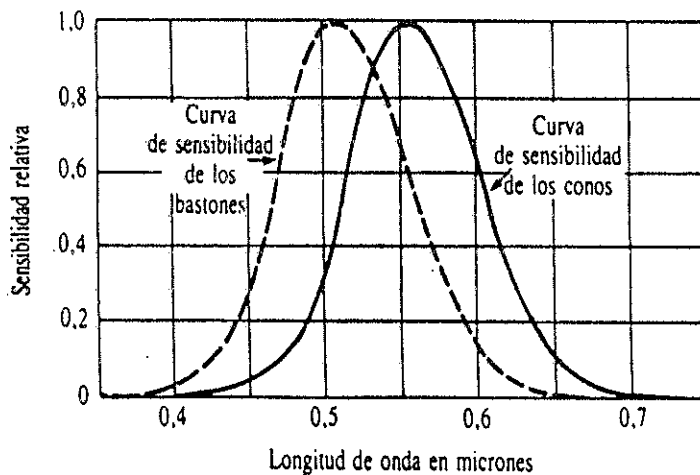


Fig.1.5 Sensibilidad espectral del ojo humano.

1.5. COLOR EN ILUMINACION ESCENICA

1.5.1 COLOR.

Existen dos cualidades que definen las propiedades del color en una fuente de luz:

- la apariencia del color de la fuente, es decir, el color que presenta la propia fuente de luz;
- la reproducción cromática obtenida con una fuente de luz determinada o lo que es lo mismo, cómo son producidos los colores de los objetos iluminados por esa fuente de luz.

Estas dos características depende de la composición espectral de luz emitida. Así, para una fuente de luz, los colores comprendidos en su espectro de emisión determinarán el color resultante que presenta la propia fuente y, además, los objetos iluminados reflejarán (reproducirán) los colores que perciben de esa fuente.

Sin embargo, aun dependiendo ambas de la composición espectral, la apariencia del color y la reproducción cromática son, en determinados casos, independientes, de tal modo que conocida una de ellas, no se puede asegurar nada sobre la otra; por ejemplo, lámparas de descarga con una apariencia de color muy similar ocasionan reproducciones de color muy diferentes.

En caso de lámparas incandescentes, existe por el contrario una correspondencia biunívoca entre la temperatura del color y el espectro de emisión, es decir, su reproducción de color.

1.5.2 TEMPERATURA DE COLOR

Es un hecho conocido que la mayoría de los cuerpos, calentados hasta una temperatura suficientemente alta, emiten una luz rojiza y, a medida que la temperatura aumenta, la luz emitida se va haciendo más blanca. Este fenómeno, que es válido para la emisiones de luz por termorradiación, establece una relación entre la temperatura de la fuente de luz y su apariencia de color. Así, el parámetro que caracteriza la tonalidad de la luz emitida recibe el nombre de temperatura del color.

La temperatura del color de una fuente de luz se determina por la comparación con una fuente patrón. Para las lámparas que basan su funcionamiento en termorradiación, la fuente patrón es una lámpara con unas características de emisión próximas a las del cuerpo negro o radiador integral. El cuerpo negro va tomando diferentes colores (emite en diferentes longitudes de onda) a diferentes temperaturas de color. Cuando la apariencia de color de la fuente de luz ensayada y la patrón es la misma, se asigna a aquella la temperatura del color de ésta.

Si se representa en una curva las distintas cromaticidades del cuerpo negro a diferentes temperaturas dentro del diagrama de cromaticidades de la CIE, la curva formada (P) se conoce como lugar de Planck.

El diagrama de cromaticidades de la CIE, los puntos representativos de cualquier color están indicados por sus coordenadas cromáticas x e y. El blanco se representa en las coordenadas $x=0.33$ e $y=0.33$, y está situado en la curva de Planck.

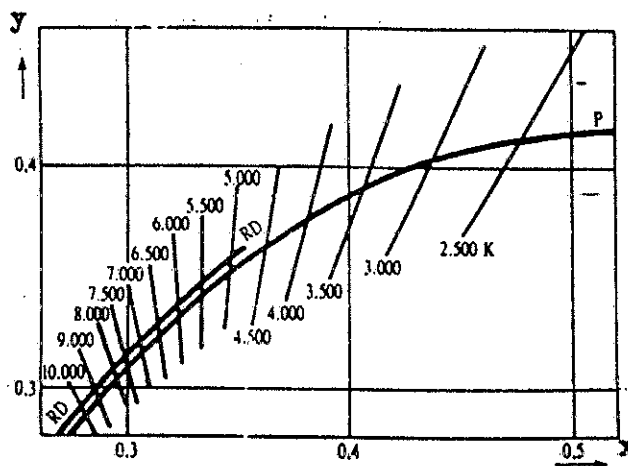


Fig.1.6 Diagrama suplementario al de la cromaticidad de la CIE, mostrando el lugar geométrico de Planck y las líneas de temperatura de color constante correspondiente.

Únicamente si la fuente de luz es por termorradiación, su cromaticidad está sobre la curva Planck y su temperatura de color indica cuál es distribución espectral.

La equivalencia práctica entre apariencia de color y temperatura del color se establece, convencionalmente, según la siguiente tabla:

TABLA 1.3

Apariencia del color	Temperatura del Color(K)
Cálida	< 3.300
Intermedia	3.300 - 5.000
Fría (luz día)	> 5.000

Un aspectos práctico en los que juega un papel decisivo la temperatura de color es el siguientes:

- a medida que aumenta el nivel de iluminación, también debe hacerlo la temperatura del color. Así, la experiencia demuestra que con iluminacias bajas se prefieren fuentes de luz cálidas y , a la inversa, con altos niveles de iluminación existe una preferencia por las fuentes de luz fría. También en este sentido juega un papel importante el clima: así, en los países cálidos suelen ser preferidas las lámparas de apariencia de color fría.

TABLA 1.4
IMPRESION GENERAL ASOCIADA CON DIFERENTES ILUMINACIAS Y DIFERENTES APARIENCIAS DE COLOR DE LUZ

Iluminacia en lux	Apariencia de color de la luz		
	Cálido	Intermedia	Fría
<=500	Agradable	Neutra	Fría
500 - 1.000			
1000-2000	Estimulante	Agradable	Neutra
2.000 - 3000			
>=3000	Antinatural	Estimulante	Agradable

1.5.3 INDICE DE RENDIMIENTO DE COLOR

La capacidad de reproducción cromática de los objetos iluminados con una fuente luz, se caracteriza por medio del índice de rendimiento de color (IRC). Este índice ofrece una indicación de la capacidad de la fuente de luz para reproducir unas muestras de colores normalizados, en comparacion con la reproducción proporcionada por una fuente patrón de referencia.

Convencionalmente, el IRC varía entre 0 y 100, pero no debe de entenderse como un porcentaje de fiabilidad de reproducción de cada uno de los colores, sino como una cifra de mérito global que se obtiene como promedio de las reproducciones efectuadas de los colores de muestra. Así, por ejemplo, dos lámparas de descarga pueden tener un mismo IRC y, sin embargo, reproducir de modo distinto un determinado color.

En la tabla siguiente se especifican los Indices de Rendimiento de Color, mínimos de las fuentes de luz, expresados por grupos de calidad, según CIE (1,bueno IRC; 2,normal IRC; 3,IRC mediocre):

TABLA 1.5

Grupo de rendimiento de Color	Valores extremos de IRC en %
1	IRC \geq 85
2	70-IRC-85
3	IRC \leq 70

1.5.4 SISTEMA DE ESPECIFICACION DE COLORES

Diagrama de cromaticidad. El diagrama de cromaticidad o triángulo de color de la fuente adoptado por la CIE permite la determinación matemática exacta de cualquier color mediante dos coordenadas de cromaticidad. Estas coordenadas, especificadas por el fabricante para cada tipo de lámpara, se calculan conociendo la distribución de energía espectral de la lámpara y la respuesta de un observador colorimétrico patrón establecido por la CIE ante los tres colores primarios : rojo, azul y verde.

Escala Uniforme de cromaticidad. Una desventaja del diagrama de cromaticidad es que las diferencias de cromaticidades no son uniformes, es decir, que intervalos medidos a lo largo de los ejes x e y no representan las mismas diferencias visuales de color. Esto se puede comprobar en la figura, donde el lugar geométrico de los intervalos cromáticos iguales en cualquier dirección desde un punto determinado toma la forma de una elipse cuyo tamaño varía según su posición en el diagrama.

Por esta razón, la CIE recomendó utilizar un diagrama con escalas de cromaticidad uniforme (UCS) en los casos en que se desee especificar diferencias entre colores.

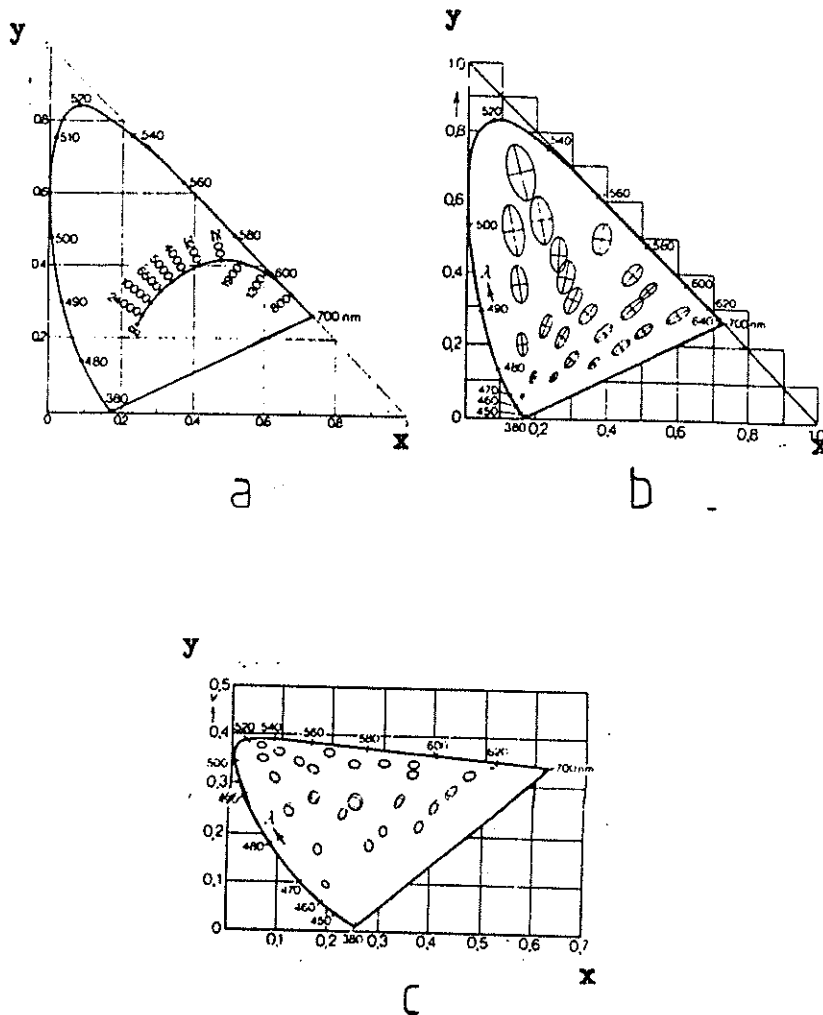


Fig.1.7 a) Diagrama de cromaticidad de la CIE, b) Elipses de discriminación cromática en el diagrama de cromaticidad de la CIE. c) Diagrama UCS de la CIE.

1.5.6 CRITERIOS DE COLOR EN ILUMINACION ESCENICA

Todo se ve en color. Es tan difícil imaginar un mundo sin color. La visión es considerada como el más útil de los sentidos y el atributo más importante de la misma es el color.

El deleite de la naturaleza o la preferencia por un artículo manufacturado determinado, está relacionado, en gran medida, con el color. En el diseño de un decorado el color contribuye a la creación del estado de ánimo y del ambiente, así como a la belleza general del conjunto de la producción. El color en el vestuario y la caracterización contribuyen asimismo a la mejor apreciación de la realización del actor. Estas contribuciones al gozo estético, tanto en el teatro como fuera de él, llega por medio de la luz y, la luz, es sinónimo de color en su más amplio sentido.

1.5.6.1 EL ESPECTRO

Hace ya más de trececientos años que Isaac Newton logró descomponer la luz blanca en sus diversos elementos haciendo pasar un rayo de sol a través de un prisma de cristal, demostrando que era una función de los colores comúnmente conocidos como violeta, azul, verde azulado, amarillo, naranja y rojo. Los físicos denominaban a esta banda de colores y clasificaban sus zonas de color por su longitud de onda; así, el color rojo, por ejemplo, que está entre los 380 y los 760 nanometros.

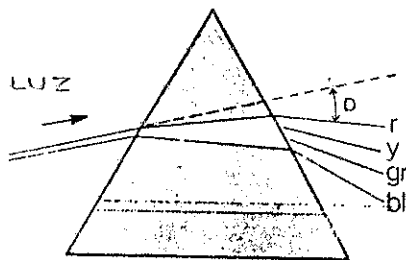


Fig.1.8 Dispersión através de un prisma.

1.5.6.2 PROPIEDADES DEL COLOR

Se ha dicho que el color es casi sinónimo de la luz, pero, en un sentido psicofísico hay que pensarlo en términos del observador, es decir, en términos del ojo humano. Esto supone dos aspectos; el de la luz que choca con los objetos y se refleja en el ojo o el de la luz que llega directamente al ojo desde su fuente de origen. La luz procedente de una fuente específica, que puede ser la del sol o la de una lámpara incandescente del escenario, emite energía radiante y es, con frecuencia, modificada al pasar através de un filtro de color transparente. El filtro de color a su vez absorbe una parte de la luz y transmite el resto. La parte transmitida recae sobre un objeto coloreado en que ciertas longitudes de onda son absorbidas y otras reflejas, alcanzando eventualmente la retina del ojo. De esta manera se revela el objeto al público.

Para trabajar con colores en el teatro y comunicar las ideas sobre reflexión, transmisión, absorción y mezcla de color, se necesitan establecer algunos términos comunes que permitan describir el color con la mayor exactitud posible. Siguiendo al Comité de Colorimetría de la Optical Society of America, se llamara a las tres variables mentales del color : " matiz ", "saturación" y " brillantez " o " luminosidad".

1.5.6.2.1 BRILLANTES (LUMINOSIDAD)

Se han ideado numerosos sistemas para determinar y describir el color. Dos de ellos son el sistema Munsell y el sistema Ostwald. Ambos se valen de figuras sólidas como medio para su aplicación. Estas figuras sólidas tienen un eje central llamado "escala gris", y su parte superior es blanca, la inferior es negra y una serie intermedia de diversos grados de gris. Esta es la escala de brillantez o luminosidad. Por medio de una luz blanca se puede elevar la luminosidad de un gris hasta hacerlo parecer blanco o reducirla hasta que parezca negro.

1.5.6.2.2 MATIZ

El matiz es la propiedad de un color dado que lo hace distinguirse del gris. Es la cualidad que permite calificar de verde, por ejemplo, a uno de los componentes del espectro y de rojo a otro. Se dice que el ojo humano puede distinguir más de ciento ochenta matices. El matiz es la cantidad cromática del color así como el gris es la acromática.

1.5.6.2.3 SATURACION

La saturación es la medida de la cantidad de color. Expresado en otros términos, la saturación es la indicación del grado de diferencia que los separa del gris que se equipara con él en iluminosidad. El gris es el color menos saturado; un verde gris es un color parcialmente saturado. Un rosado puede decirse que es un color de baja saturación pero alta luminosidad.

Así, las tres propiedades del color - matiz, saturación y brillantez o luminosidad - determinan directamente a un color en cantidad y calidad. Estas tres variables han constituido la base de distintos sistemas de color, tales como los de Munsell y Ostwald. Munsell se valía de una figura en forma extraña para su sólido de color y sustituía los términos "brillantez" por "valor" y "saturación" por croma, continuando únicamente la palabra "matiz" con el mismo significado.

1.5.7 MEZCLA DE COLORES ADITIVO

Se ha dicho que la luz blanca se puede descomponer en los colores del espectro. Revirtiendo el proceso se puede reconstituir la luz blanca uniendo todos los colores. Se le puede producir también mezclando solamente tres de ellos, el azul, el verde y el rojo. De hecho, por la mezcla de dos o tres de estos colores, se puede producir sintéticamente cualquier color. En consecuencia a estos tres colores azul, verde y rojo, se llaman colores primarios aditivos.

1.5.8 MEZCLA DE COLORES SUSTRACTIVA

Cuando se mezclan dos colores transparentes que nada tienen en común, apenas para luz alguna y la mezcla aparece gris o negra. Se ve que por la mezcla de los pares complementarios, verde y magneta, azul y amarillo, verde azulado y rojo. En todos los casos de colores saturados el resultado es gris o negro. En la práctica de iluminación de escenarios se emplea el método sustractivo cuando faltan colores en stock. Cuando falta un poco de rojo puede superponerse magenta y amarillo. Al tener necesidad, de emplear tintas más claras para la zona de actuación podría disponerse sólo de un azul demasiado verdoso, pero, superponiendo un ligero tono de magneta (lavanda) se puede producir un azul correcto.

1.5.9 EFECTO DE LA ILUMINACION DE COLOR SOBRE EL ESCENARIO

Cuando la luz recae sobre un objeto opaco, parte de ella se refleja y parte de ella es absorbida. Se le llama a ésta reflexión y absorción selectivas. Si la luz recae sobre un objeto transparente, tal como un objeto de color, parte de ella es reflejada, parte se transmite y, parte es absorbida. Existen un tercer término que se llama transmisión selectiva. Aunque no hay materiales que reflejen o transmitan sólo una estrecha línea del espectro, sin embargo, cuando una luz blanca recae sobre un filtro azul, el rojo, el amarillo y el verde son absorbidos y no pasará nada. El comportamiento será el mismo cuando recae una luz verde sobre un objeto rojo. Si no hay verde en el objeto, la luz verde será absorbida y el rojo aparecerá como negro.

En la práctica no es simple predecir qué es lo que ha de ocurrir, salvo que se tenga experiencia y se tenga el análisis espectral de los materiales. Por ejemplo, el mejor cristal rojo primario transmitirá amarillo, anaranjado y rojo y tal vez algo de violeta. El mejor azul primario transmitirá violeta, verde-azul, además de azul. Los cristales de filtros de colores más claros, tales como el azul luz de día, transmitirán todo el espectro, pero con menor energía en el extremo rojo que en el extremo azul del espectro. Los pigmentos son aun menos selectivos que los filtros de color y tienden a reflejar amplias secciones del espectro mejor que bandas estrechas.

TABLA 1.6
EFEECTO DE LA ILUMINACION DE COLORES
SOBRE EL COLOR DE LOS OBJETOS

COLOR DE ILUMINACION	COLOR ACTUAL DEL OBJETO	APARIENCIA DEL COLOR DEL OBJETO
ROJO	NEGRO	NEGRO PURPURA
ROJO	BLANCO	ROJO
ROJO	ROJO	ROJISO
ROJO	NARANJA	NARANJA ROJISO
ROJO	AMARILLO	NARANJA
ROJO	VERDE OSCURO	NEGRO-ROJISO
ROJO	VERDE CLARO	GRIS-ROJISO
ROJO	AZUL CLARO	VIOLETA
ROJO	VIOLETA	PURPURA
AMBAR	NEGRO	CAFE-NEGRO
AMBAR	BLANCO	AMBAR
AMBAR	NARANJA	AMARILLO-NARANJA
AMBAR	ROJO	NARANJA OSCURO
AMBAR	AMARILLO	AMBAR CLARO
AMBAR	VERDE	CAFE-VERDIOSO
AMBAR	AZUL OSCURO	GRIS
AMBAR	AZUL CLARO	GRIS CLARO
AMBAR	VIOLETA	MARRON

TABLA 1.7
EFEECTO DE LA ILUMINACION DE COLORES
SOBRE EL COLOR DE LOS OBJETOS

COLOR DE ILUMINACION	COLOR ACTUAL DEL OBJETO	APARIENCIA DEL COLOR DEL OBJETO
VERDE	NEGRO	CAFE-VERDUSCO
VERDE	BLANCO	VERDE
VERDE	VERDE	VERDE MAS BRILLANTE
VERDE	ROJO	CAFE
VERDE	NARANJA	AMARILLO
VERDE	INDIGO	VERDE PALIDO
VERDE	VIOLETA	VERDE AZULADO-CAFE
AZUL	NEGRO	AZUL-NEGRUSCO
AZUL	BLANCO	AZUL
AZUL	AZUL	AZUL MAS VIVO
AZUL	ROJO	VIOLETA
AZUL	NARANJA	CAFE
AZUL	AMARILLO	VERDE
AZUL	VERDE	VERDE AZULADO
AZUL	INDIGO	AZUL OSCURO-INDIGO
AZUL	VIOLETA	AZUL OSCURO-VIOLETA

1.6 REFLEXION, TRANSMISION Y ABSORCION

1.6.1 REFLEXION

La reflexión es el retorno de de la radiación que incide en una superficie sin que se produzcan cambios de frecuencia en ninguno de los componenetes monocromáticos que la integran. Cuando se refleja la luz, incide en una superficie, una porción de aquélla se pierde por absorción . La razón entre el flujo reflejado y el incidente se llama reflectancia de la superficie. La porción de luz reflejada aumenta con el ángulo de incidencia, en general el ángulo entre el rayo de incidencia y la normal a la superficie. Cualquier superficie que no sea completamente negra reflejará luz. La cantidad que refleje y la manera en que la refleje queda determinado por las propiedades reflectivas de la superficie. La reflexión de cualquier superficie puede clasificarse en especular , difusa y mixta.

1.6.1.1 REFLEXION ESPECULAR

Reflexión especular es la que tiene lugar en superficies pulimentadas o extremadamente lisa. La reflexión especular está regida por dos leyes fundamentales:

- el rayo incidente , el rayo reflejado y la normal a la superficie en el punto de incidencia están en un mismo plano;
- el ángulo de incedencia es igual al ángulo de reflexión.

El conjunto de rayos reflejados forman una imagen del objeto reflejado en la superficie. Las superficies capaces de reflejar especularmente se emplean en luminotecnica como espejos, incorporándose en algunos tipos de luminarias . Entre los materiales utilizados para este fin se encuentran: aluminio anodizado, láminas de cromo, oro, plata y vidrios o plásticos aluminizados o plateados.

1.6.1.2 REFLEXION DIFUSA

Si una superficie es rugosa o está compuesta de partículas minúsculas reflectantes, la reflexion es difusa. Las partículas actúan como reflector especular, pero, como la superficie de cada una de ellas está orientada, según planos diferentes, aparece luz reflejada con diferentes ángulos.

1.6.1.3 REFLEXION MIXTA

Muchos materiales actúan como reflectores compuestos, es decir, su reflexión no es especular ni difusa, sino una combinación de ambas.

Por ejemplo, un reflector con una capa delgada de barniz transparente actuará como un reflector casi difuso con ángulos pequeños de incidencia.

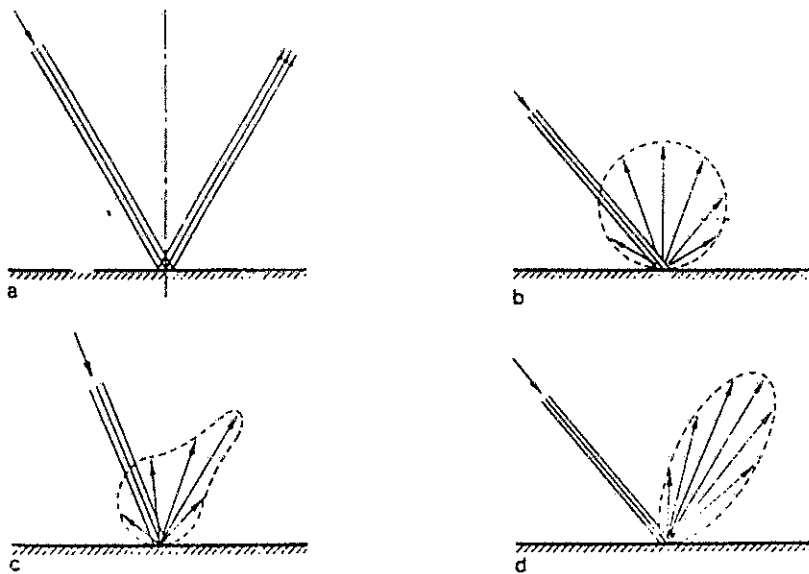


Fig.1.9 Diferentes tipos de reflexión a) especular; b) difusa ; c) mixta (principalmente, difusa); d) mixta (principalmente, especular).

1.6.1.4 REFLECTOR ESFERICO

Se construyen puliendo la superficie reflectora del metal con forma esférica, la fuente de iluminación se coloca en el centro de la curvatura de éste, los rayos de luz provenientes de la fuente de iluminación inciden sobre la superficie reflectora para luego ser proyectados en dirección opuesta, por lo tanto, estos rayos contribuyen al flujo de iluminación en una dirección opuesta al reflector aumentando hasta en un 30% - 40% la eficiencia del mismo. La posición de la lámpara con respecto al reflector es muy importante debido a que ella determina, la forma en que los rayos serán proyectados con un ángulo y dirección determinada.

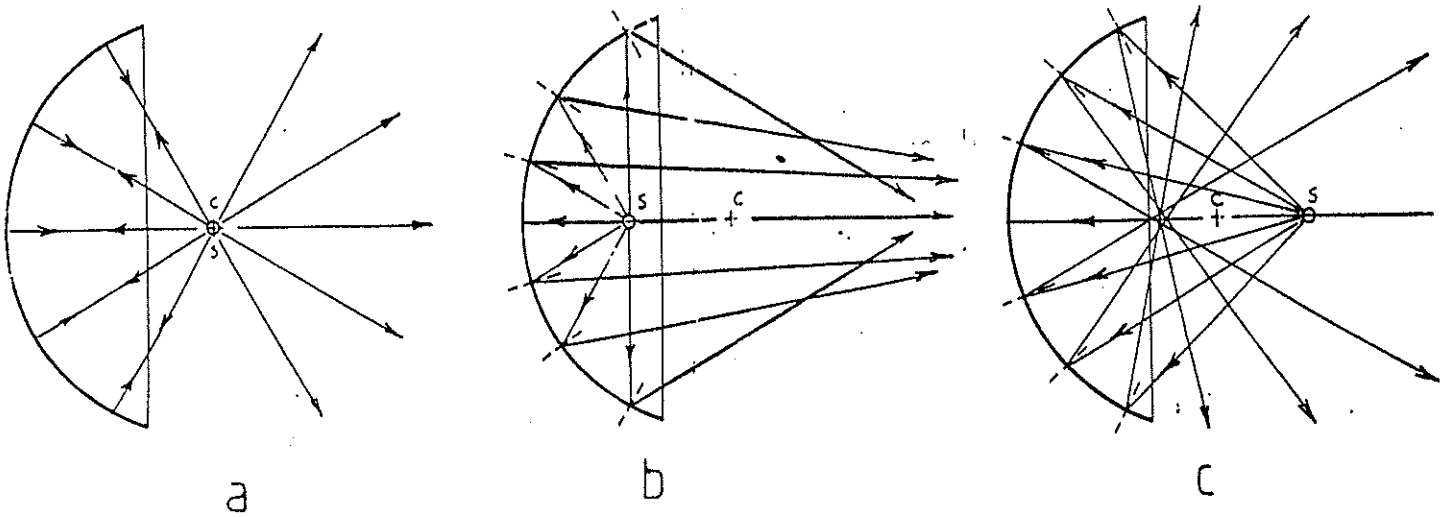


Fig.1.10 Reflexión desde un reflector esférico en diferentes condiciones. a) Fuente (s) en el centro (c); b) Fuente tras el centro; c) Fuente frente al centro.

1.6.1.5 REFLECTOR PARABOLICO

La naturaleza del reflector parabólico es tal que si la fuente de iluminación se ubica en su centro focal, todos los rayos de luz que inciden sobre la superficie reflexiva son proyectados, paralelamente uno de otro, como lo muestra la figura. Con lo que se consigue generar una concentración de un haz de luz bastante fuerte desde el reflector parabólico.

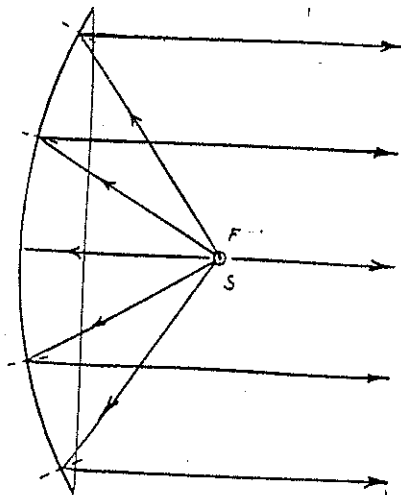


Fig.1.11 Reflexión desde un reflector parabólico, fuente (s) en el punto focal (F).

1.6.1.6 REFLECTOR ELIPSOIDAL

De las anteriores formas de reflectores, el reflector elipsoidal es la más utilizada. Por definición matemática, una elipse contiene dos puntos focales. Cuando un reflector es constituido de tal manera, que posea la forma de media elipse y si una fuente de iluminación es ubicada en el punto focal del reflector, los rayos de iluminación provenientes de la fuente de iluminación inciden sobre la superficie reflexiva del mismo y son proyectados de tal forma que convergen en el otro punto focal geométrico de la elipse, generandose una fuente de luz puntual que proyecta un intenso haz de luz que aumenta en un gran porcentaje la eficiencia de la lámpara.

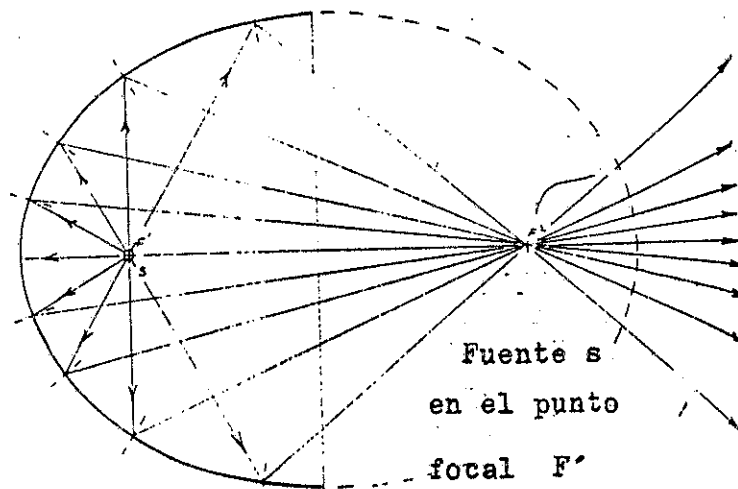


Fig.1.12 Reflexión desde un reflector elipsoidal, fuente (s) en el punto focal (F').

1.6.2 TRANSMISION

Se denomina transmisión al paso de rayos de luz a través de un medio sin que se produzca ninguna alteración de la frecuencia de sus componentes monocromáticos. Este fenómeno es característico de ciertos tipos de vidrios, cristal, agua y otros líquidos. Cuando la luz a través del material se pierde una pequeña parte de ella por absorción. La razón entre el flujo transmitido y el incidente se llama transmitancia del material.

1.6.3 REFRACCION

Cuando un rayo de luz sale de un medio y entra a otro puede cambiar su dirección. Este cambio se debe a una variación en la velocidad de la luz. La velocidad disminuye si el nuevo medio es más denso que el anterior y aumenta cuando lo es menos. Este cambio de velocidad va siempre acompañado de una desviación del rayo luminoso que se conoce como refracción.

Dos leyes fundamentales, las leyes de refracción, gobiernan el fenómeno :

- el rayo incidente, el rayo refractado y la normal a la superficie en el punto de incidencia están en el mismo plano.

- la razón del seno del ángulo de incidencia al seno del ángulo de refracción es una constante que depende de los medios pertinentes y de la longitud de onda de la luz incidente.

Esta constante se llama índice de refracción relativo de un medio respecto de otro y se le designa, habitualmente, con la letra griega " μ ". La segunda ley de refracción es conocida como la ley de Snell y se expresa por :

$$n_1 \text{ sen } \alpha_1 = n_2 \text{ sen } \alpha_2$$

y por lo tanto,

$$\text{sen } \alpha_1 / \text{sen } \alpha_2 = n_1/n_2 = \mu$$

siendo:

n_1 = Índice de refracción del primer medio respecto del aire
 n_2 = Índice de refracción del segundo medio respecto del aire
 α_1 = ángulo de incidencia
 α_2 = ángulo de refracción

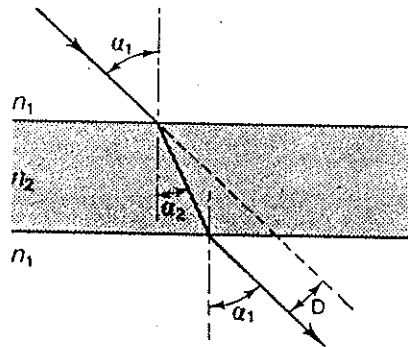


Fig.1.13 Refracción en los límites de separación entre dos medios.

1.6.3.1 LENTE PLANO CONVEXO

El lente plano convexo posee un lado plano y el otro curvado, la cual es su característica más importante para el objeto de nuestro trabajo. Con lo que con un simple y mínimo lente se puede generar un haz de iluminación de concentración compacta y de gran brillantez. La relación de la distancia que se guarda entre la, fuente de iluminación al lente, posee gran importancia ya que esta determina la dirección de haz de rayos de iluminación que divergen de la cara exterior del lente hacia el medio. Todos los lentes poseen un punto focal, este no debe ser confundido con el centro de la curvatura de la superficie. Si una fuente de iluminación es ubicada en el punto focal de la lente, todos los rayos emergentes de la lente hacia el medio son paralelos unos de otros. Las lentes se identifican por medio de dos cifras, la primera hace referencia el diámetro de la lente en pulgadas, mientras que la segunda a la distancia, medida de la cara plana del lente hacia el punto focal también en pulgadas.

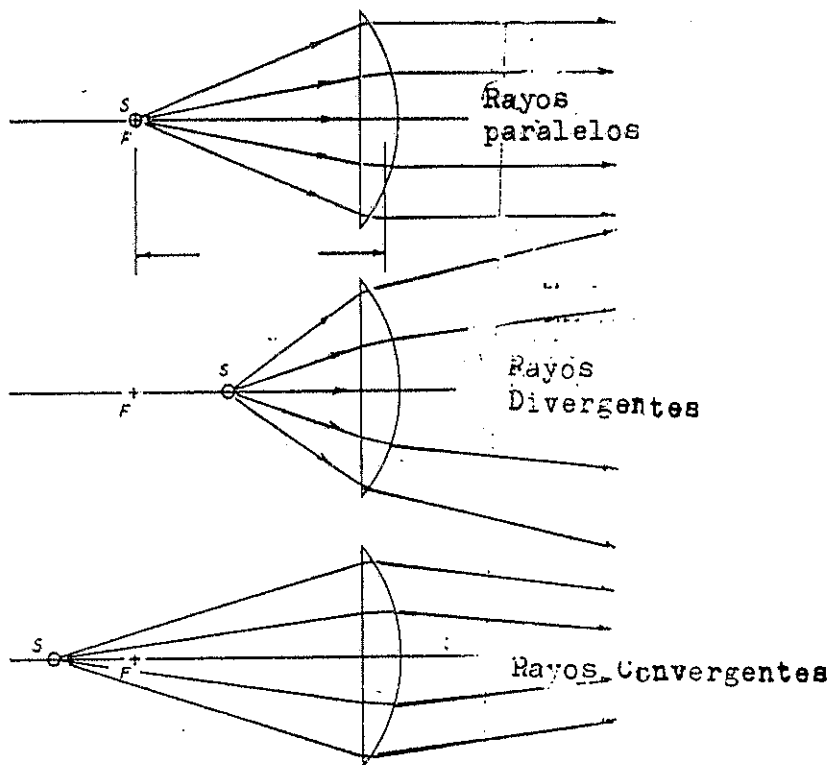


Fig.1.14 Refracción de los rayos de una fuente de iluminación al pasar por un lente plano convexo. a) Fuente (s) en el punto focal (F); b) Fuente (s) delante del punto focal (F); c) Fuente (s) atrás del punto focal (F).

1.6.3.2 LENTE FRESNEL

Para librar los problemas que representa con el gran tamaño y peso de los lentes plano-convexo, se optó por diseñar una lente que brindara similar control de la luz y con un peso menor y un tamaño más reducido. La lente Fresnel está constituida por una serie de superficies paralelas con lo que se reduce el espesor de la lente y la acción óptica es, aproximadamente, la misma. Debido a su forma exterior, la lente tiene mayor contaminación por el polvo y suciedad del medio-ambiente.

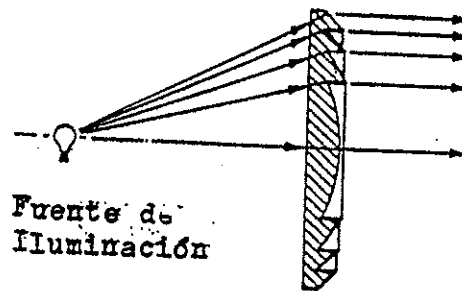
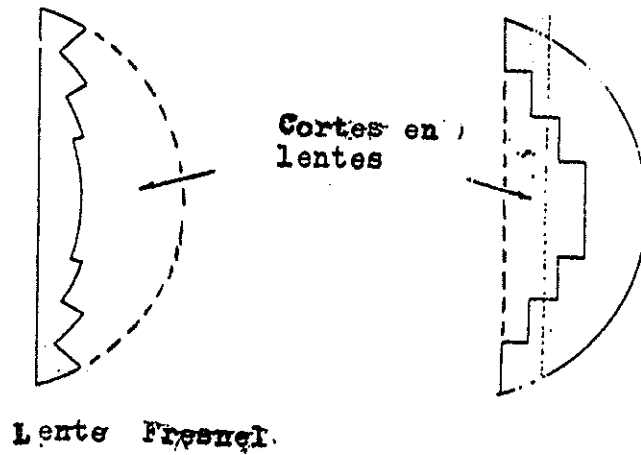


Fig.1.15 Refracción de rayos de luz producida por una lente Fresnel.

CAPITULO 2

SISTEMAS DE ILUMINACION PARA ESCENARIOS

2.1 GENERALIDADES SOBRE SISTEMAS DE ILUMINACION ESCENICA

Para los efectos de este trabajo, se clasificará los equipos para ser descritos en la iluminación de escenario en proyectores y accesorios.

2.1.1 PROYECTORES

Un proyector deberá constar de varias partes bien ideadas y bien fabricadas. Lo primero que se necesita es una fuerte armadura o caja de lámina metálica ligera, bien ventilada y convenientemente reforzada con acero. El tamaño estará determinado por varios factores, pero, deberá ser pequeña, en la medida en que haga posible el enfoque intenso del lente de mayor longitud focal que haga falta para el uso del equipo.

Tanto el mecanismo para graduar el enfoque, el receptáculo de la lámpara y el espejo reflector, debe constituir un conjunto que se deslice fácilmente dentro de la armadura y que puedan ubicarse en cualquier posición con rapidez y comodidad.

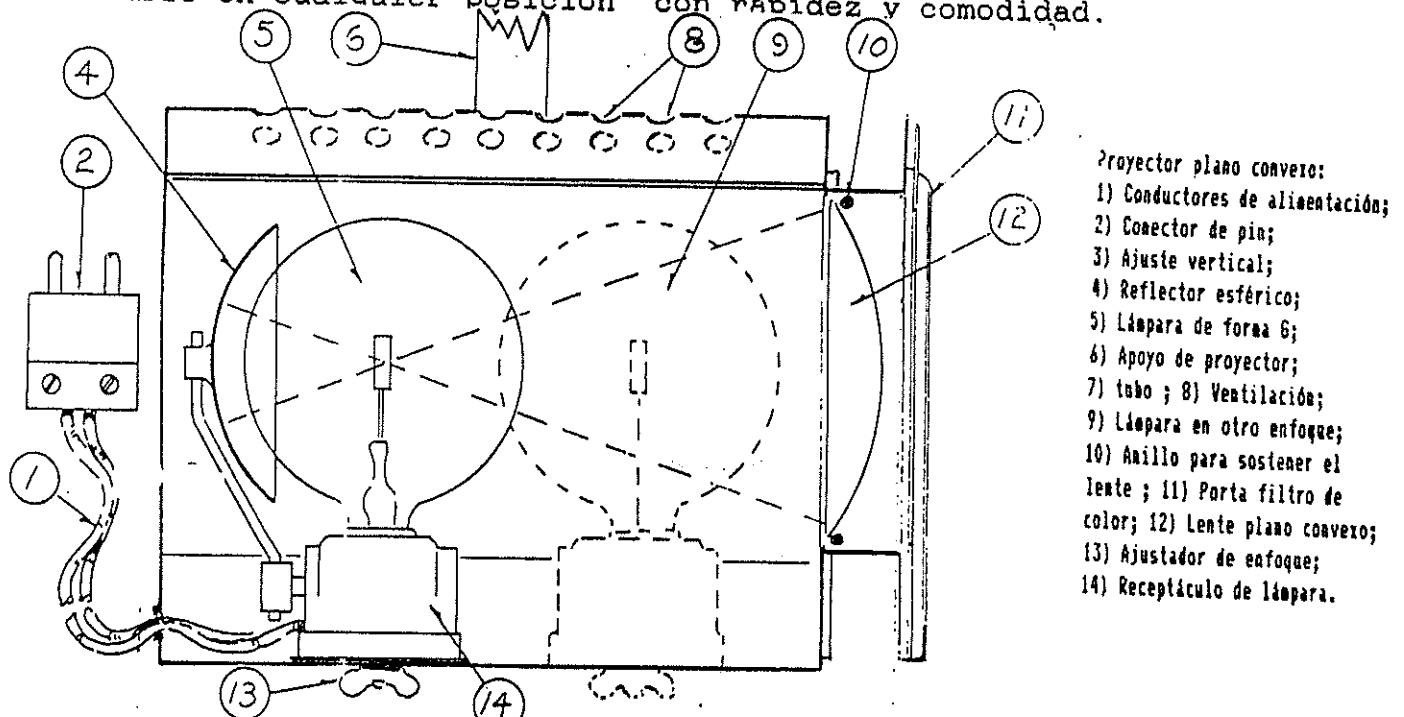


Fig. 2.1 Partes principales de un proyector.

2.1.2 LOS ESPEJOS REFLECTORES

La luz que actúa sobre los lentes es realmente una pequeña parte del rendimiento de una lámpara de proyector; por esta razón se monta un espejo reflector esférico directamente detrás del receptáculo (socket) de la lámpara para aumentar su eficiencia al rededor de un 40 %. Este espejo reflector tiene una superficie de reflexión normal, que puede ser de aluminio pulido, dispuesta de modo que la luz que actúe sobre ella vuelva directamente al centro de curvatura del reflector, el cual, a su vez, debe coincidir con el centro del filamento de lámpara.

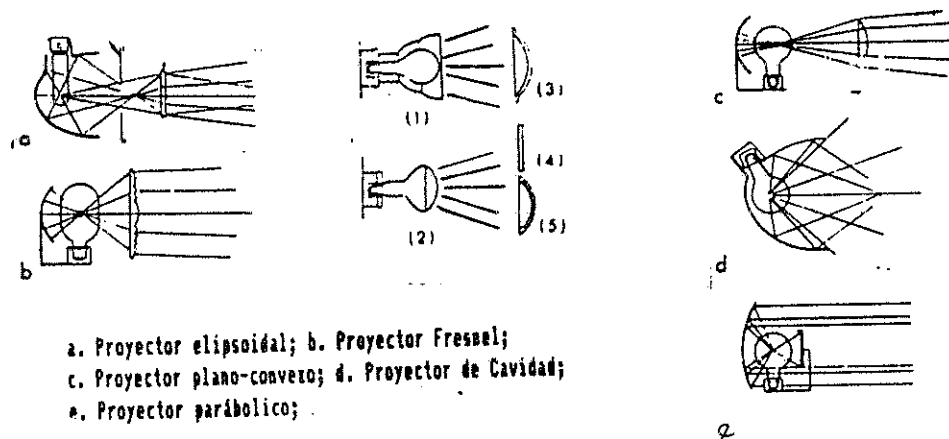


Fig. 2.2 Características ópticas de los equipos de iluminación de escenarios.

2.1.3 LENTES PARA PROYECTORES

Los lentes de muchos reflectores son del tipo plano convexo; es decir, que tienen una superficie plana y otra convexa. Se les clasifica y designa con arreglo a su diámetro y longitud focal; así una lente de 6" x 10" (de 15 cm de diámetro y 25 cm de longitud focal); El punto focal de un lente es aquel en que todos los rayos de luz paralelos convergen después de haber pasado a través de ella. Teóricamente, si un punto, fuente de luz, fuera colocado en el foco, la luz que pasaría a través de la lente saldría en líneas paralelas. En consecuencia, la longitud focal será la distancia desde este punto de convergencia a un punto dentro de la lente. La capacidad de enfoque de un proyector está dentro de esta distancia. El filamento de una lámpara es mucho mayor que un punto y tan pronto como una parte del filamento sobrepasa el foco, aparece una parte de aquél sobre la superficie iluminada.

Esto no es deseable; por lo tanto, el mecanismo de enfoque no deberá permitir que la lámpara retroceda más de 1/2" del frente al foco. Por otra parte, el límite de enfoque está determinado por el tamaño de la lámpara, puesto que el bulbo de esta no deberá hallarse próximo a la lente más de unos tres octavos de pulgada.

2.1.4 PROYECTORES PEQUEÑOS

Se emplean en lugares reducidos, pequeños proyectores de lente plano convexo de 11.5 (4.5") y 12.5 (5") cm, para lámparas de 250 a 450 vatios, pero en general han sido ya desplazados por los proyectores tipo Fresnel de 15(6") cm, a causa de una mayor eficiencia y lámpara más grande. De hecho, este instrumento se ha convertido el más común para iluminación de zona de fondo del escenario y para escenarios de tamaño medio en que la longitud de proyección sea menor de 5 mt.

2.1.5 PROYECTORES GRANDES

Se fabrican proyectores para lámparas de 1000 , 1500 , 2000 y más vatios hechos con lentes planos convexos de 15 (6") a 20 (8") cm. Son aún comunes para producir luz solar desde ángulos exteriores al escenario y como proyectores que se emplean en zonas de actuación del frente o fondo del escenario, montados sobre unos tubos o puentes en la embocadura o en el cielo raso de la sala o en el frente de la platea alta. Se producen proyectores con lentes Fresnel, desde 7,5 (3") a 30 (12") cm y aún mayores , cuyas lámparas aumentan de tamaño, proporcionalmente, al diámetro de la lente. El proyector de 20 (8") cm, para lámparas de 1000 vatios, es el más común para teatros mayores y zonas de fondo del escenario.

2.2 CLASIFICACION DE SISTEMAS

En la iluminación para teatros son usadas diferentes tipos de sistemas de iluminación para producir los niveles adecuados, contándose, generalmente, con tres categorías así de iluminación:

- iluminación suave. Esta consiste en iluminación difusa con niveles no definidos, se utiliza esta para definir efectos de sombra;
- iluminación intermedia. Esta, clase de iluminación posee niveles definidos, se utiliza sólo para producir efectos de sombra en los bordes o márgenes del escenario;
- iluminación fuerte. Es utilizada para producir efectos de sombra de figuras geométricas bien marcadas.

A continuación se describen los principales sistemas de iluminación utilizados para escenarios.

2.2.1 PROYECTOR TIPO FRESNEL

Los proyectores, tipo Fresnel, son luminarias compuestas por una lámpara, un lente tipo Fresnel y, generalmente, es equipado con un reflector del tipo esférico detrás de la lámpara. El campo de iluminación y el ángulo para el haz de luz, es modificado cambiando la distancia entre la lámpara y la lente. Esta acción es determinada por el enfoque que se desee. La distancia entre la lámpara y el reflector, es establecida por el diseño óptico y no se cambia durante el enfoque.

La calidad de iluminación producida por un proyector tipo Fresnel, tiende a ser intermedia o fuerte, el haz de luz es por lo general suave en el contorno de la forma del mismo. Esta iluminación varía considerablemente, dependiendo del diseño óptico del reflector. Los proyectores típicos poseen un ángulo para el haz de luz comprendido entre 10 a 78 grados, dependiendo de la relativa posición de el lente y la lámpara.

Los proyectores del tipo Fresnel son equipados generalmente con lámparas incandescentes inclusive las a base de tungsteno - halógeno con filamentos c13 o c13d.

Los proyectores del tipo Fresnel son diseñados en un número de configuraciones relacionado con el vatiage, tamaño del lente y el tipo de contenedor. Los lentes varían desde 3" a 24", rangos de vatiage de 75 a 10,000 vatios. Algunos tipos de proyectores Fresnel son equipados con lámparas con dos filamentos e interruptores que permiten una union entre por ejemplo 2 1/2 a 5 kilovatios. Mecánicamente los proyectores Fresnel pueden ser controlados manualmente o por un mecanismo automático.

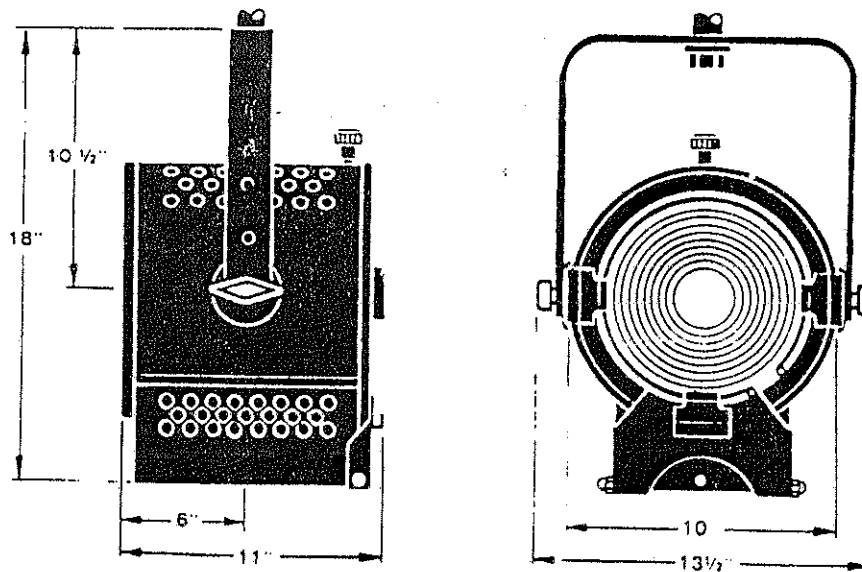


Fig.2.3 Proyector Fresnel y datos fotométricos.

2.2.2 PROYECTORES DE CAVIDAD (SCOOP)

Los proyectores de cavidad, consisten principalmente en un receptáculo de lámpara, lámpara y un reflector del tipo elipsoidal. La lámpara y el reflector pueden tener una relación fija o variable. Los scoop son equipados con marcos corredizos, para poder contener otros difusores o filtros de color. Los scoop producen iluminación que puede poseer un campo de alcance con ángulo que varían entre 58° a 100° . La calidad de iluminación es considerada suave y la proyección de sombras depende principalmente de la textura del reflector. Los scoop son diseñados de varios tamaños desde aproximadamente 12" a 18" de diámetro, siendo equipados con lámparas incandescentes incluyendo las de tungsteno-halógeno en potencias comprendidas entre 300 a 2000 vatios. Los scoop son usados usualmente con luz fría. Si el diámetro del bulbo de la lámpara es relativamente pequeño una pantalla es usada a menudo para eliminar la iluminación directa que modifica la iluminación natural baja. El haz proyectado puede tener gran diámetro.

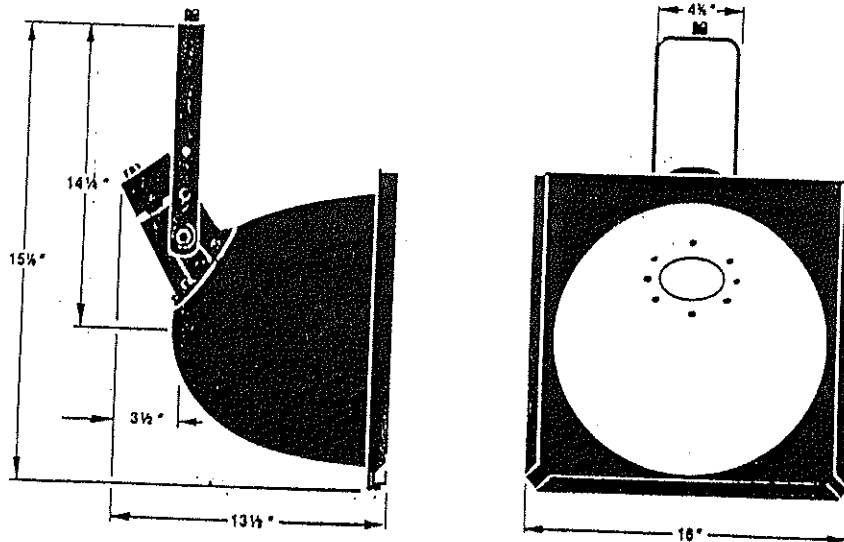


Fig.2.4 Proyector de cavidad (Scoops).

2.2.3 LUMINARIAS TIPO PAR

Las luminarias tipo par comprenden una lámpara incandescente tipo par, un receptáculo de lámpara y su respectivo contenedor, el funcionamiento de la luminaria depende sobretodo del tipo de lámpara seleccionada. Como el haz de luz emitido por la lámpara par tiende a ser ovalado, la luminaria es diseñada según la lámpara de tal manera que al rotarla cubra el área considerada.

El haz de luz de la lámpara par puede ser variado y el brillo reducido, la intensidad puede incrementarse por un intensificador de borde, que consiste en un reflector externo que agudiza el contorno parabolico de la lámpara interna de la luminaria.

Las luminarias par usan lámparas con potencias de 650 O 1000 vatios, diseñadas para acomodar grupos de lámparas 3,6,9,12,etc. Son usadas lámparas par-38 o par-56 para iluminación del borde del escenario. Por sus dimensiones relativamente pequeñas son utilizadas en múltiples aplicaciones, que comprenden conciertos, danza y representación teatral.

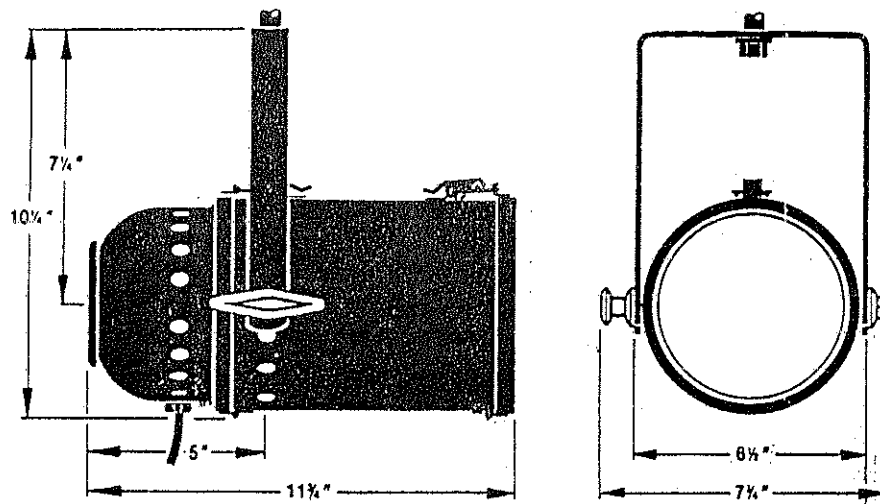


Fig.2.5 Luminaria Par.

2.2.4 BATERIAS (BORDERLIGHT)

Con esta denominación general se comprenden, la iluminación de ciclорamas e iluminación de fondo. Una de los mejores tipos de baterías consiste en un compartimiento de luminarias. Cada compartimiento contiene una lámpara reflector y un filtro de color frente al reflector. Los compartimientos son ordenados en una línea, en alambrado de 2,3 o 4 circuitos alternos, cada uno de los circuitos puede tener un color primario como el rojo, azul, verde y si es posible, para una luz blanca.

Cuando la superficie a iluminar está a considerable distancia y se requiere un rayo de color estrecho e intenso, es apropiado el reflector especular (pulido) con una lámpara clara y un filtro claro. A la inversa, para conseguir el máximo de extensión a corta distancia, se usará el reflector difuso con una lámpara poco pulida y filtros de color difusos. Un tipo común de batería utiliza lamparas de 150 vatios PAR 36 y R 40 para proyectores y reflectores. Estas son localizadas sobre el piso aproximadamente a cuatro pies desde el ciclorama donde se desea la iluminación, medidos por la parte de abajo de la ciclorama.

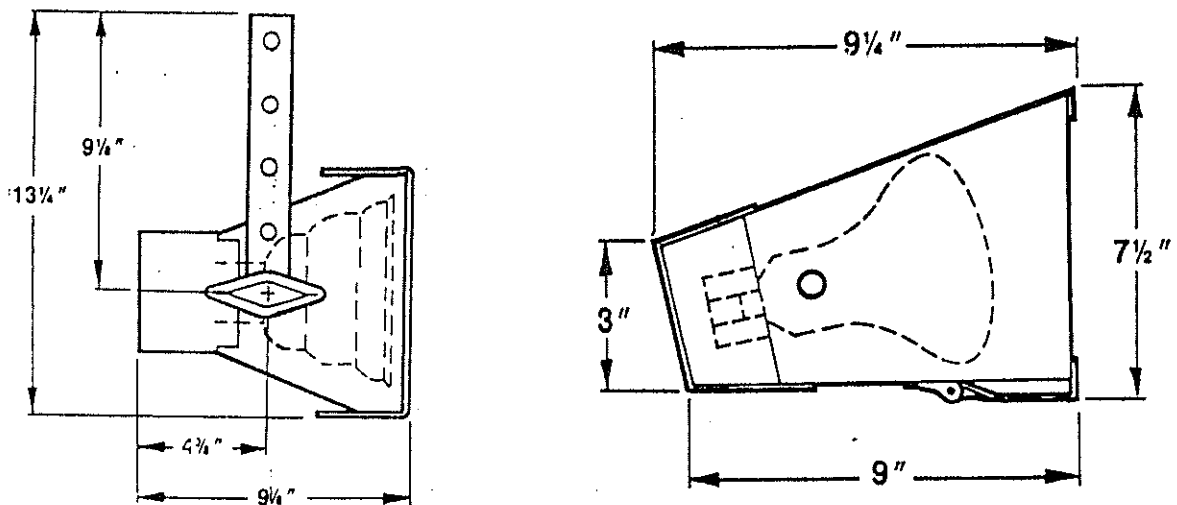


Fig.2.6 Baterías (Borderlight).

2.2.5 PROYECTORES ELIPSOIDALES

Anteriormente se expuso que si una fuente de iluminación es ubicada en el punto focal del reflector elipsoidal, los rayos provenientes de la fuente de iluminación al incidir sobre la superficie reflectora, convergen en el otro punto focal geométrico de la elipse. Por la ubicación de una lente frente a este punto focal es posible conseguir un proyector con gran eficiencia y poder.

Debido a que el punto focal primario es bastante corto, para el reflector es necesario utilizar lámparas especiales que trabajen en una posición tal que permita conseguir una adecuada posición del filamento con el reflector. Los proyectores elipsoidales o proyectores patrones, consisten en una lámpara y un reflector elipsoidal, montados bajo una relación fija de la distancia entre ambos.

La iluminación es dirigida por una apertura donde el haz de luz toma forma por medio de un obturador ó iris interno. El haz de luz se hace pasar a través de un lente simple o compuesto, para lograr el enfoque deseado. Por lo general se diseña para trabajar con la parte de frente a 45 grados bajo la horizontal.

El proyector elipsoidal produce un agudo y bien definido haz de luz controlado dentro de niveles establecidos. El haz de luz puede tomar una forma y color definido, insertando un patrón en la abertura de haz y en enfoque, para producir una imagen aguda o dura mediante el ajuste de lentes. Algunos de los proyectores elipsoidales son equipados con juegos duales de obturadores uno que producen borde duros los otros para alguna condición fijada. Correctamente ajustados estos obturadores duales proyectan un haz de iluminación con más dureza o suavidad del borde.

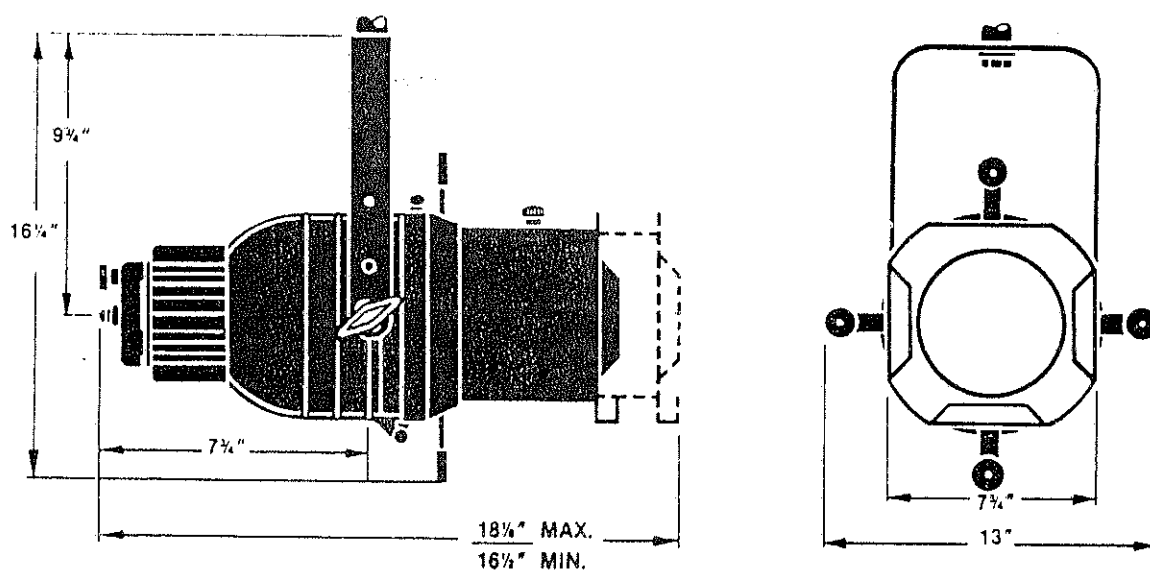


Fig. 2.7 Proyector, Elipsoidal.

2.2.6 LUMINARIAS SEGUIDORAS (FOLLOW SPOT)

Una seguidora es por lo general una forma especial de proyector elipsoidal montado sobre un soporte con obturador y otros mecanismos de control que son manejados desde fuera.

Algunas luminarias seguidoras utilizan lámparas par y lentes en lugar de los reflectores elipsoidales. Las seguidoras son diseñados para ser manipuladas libremente, esto es, ser rotadas o inclinadas según, lo requiera el movimiento de la escenografía que se esté realizando. Son utilizados para producir usualmente haces de luz de forma circular con fuerte intensidad de iluminación. El haz de luz puede ser formado por la abertura del obturador o iris y sostenido por un lente interno abierto, enfocando con lente el objetivo.

Los follow spot pueden ser equipados con un sostenedor multiple de filtros de color, conteniendo filtros de color, cada uno puede ser colocado al frente de los lentes de objetivo que se necesite o se puede colocar un iris externo frente al lente para reducir la intensidad del haz de luz. Las fuentes de luz utilizadas para los follow spot, son, generalmenete, carbon, xenon, a alguna lámpara de arco concentrada y lámparas con filamento incandescente.

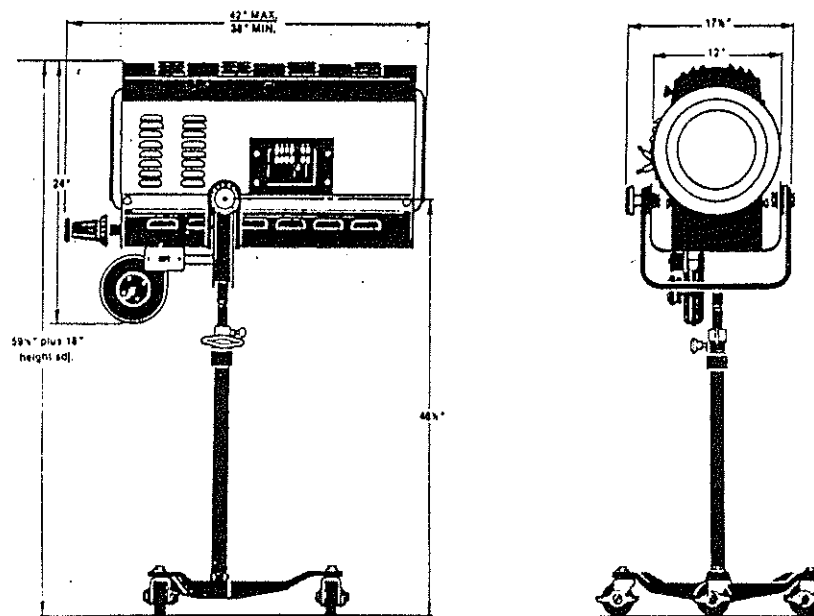


Fig. 2.8 Luminarias Seguidoras (Follow spot).

2.2.7 PROYECTORES PARABOLICOS

Los proyectores parabólicos consisten en una lámpara y un reflector parabólico. Algunas luminarias tienen un reflector frente de la lámpara para redireccionar la iluminación dentro del reflector principal. En la mayoría de los tipos de proyectores parabólicos, la lámpara y el reflector están ajustados para producir un angosto o ancho haz de luz. Estas luminarias producen un agudo haz de luz que no puede ser completamente.

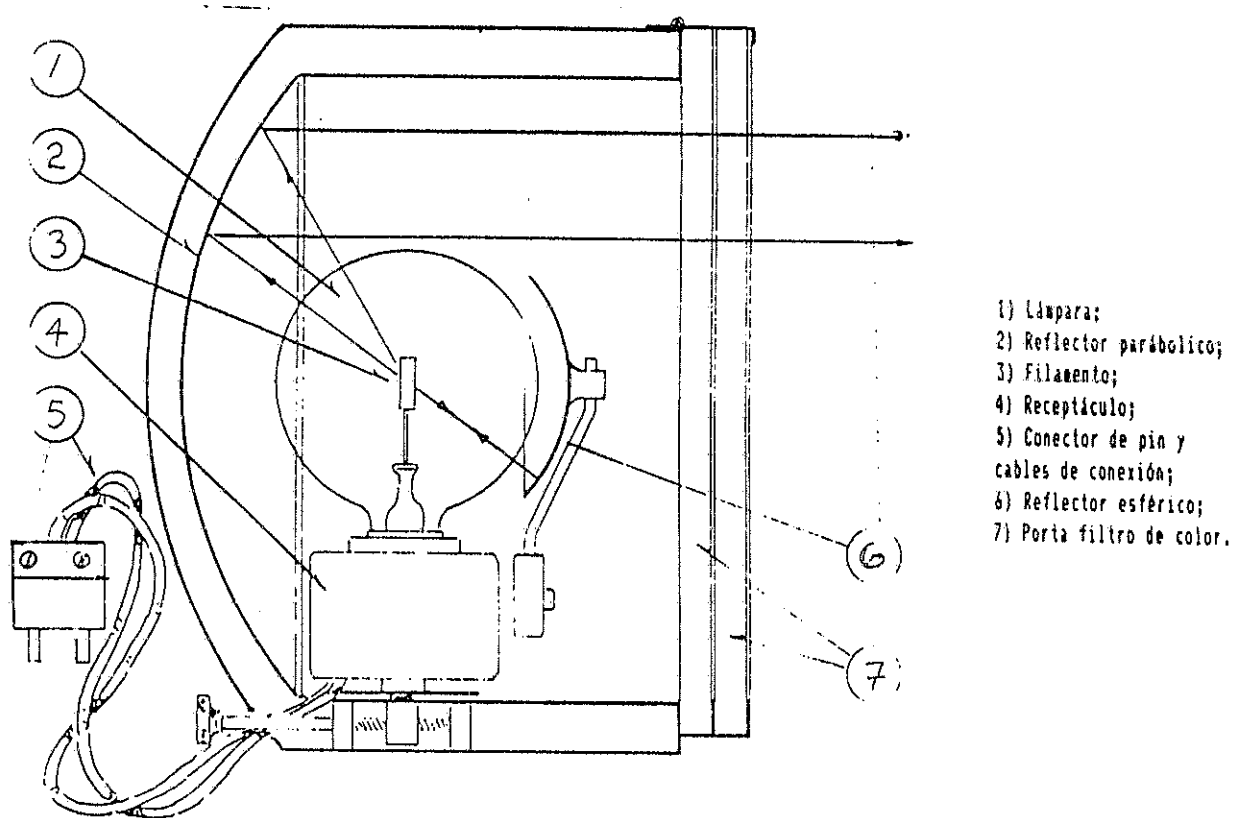
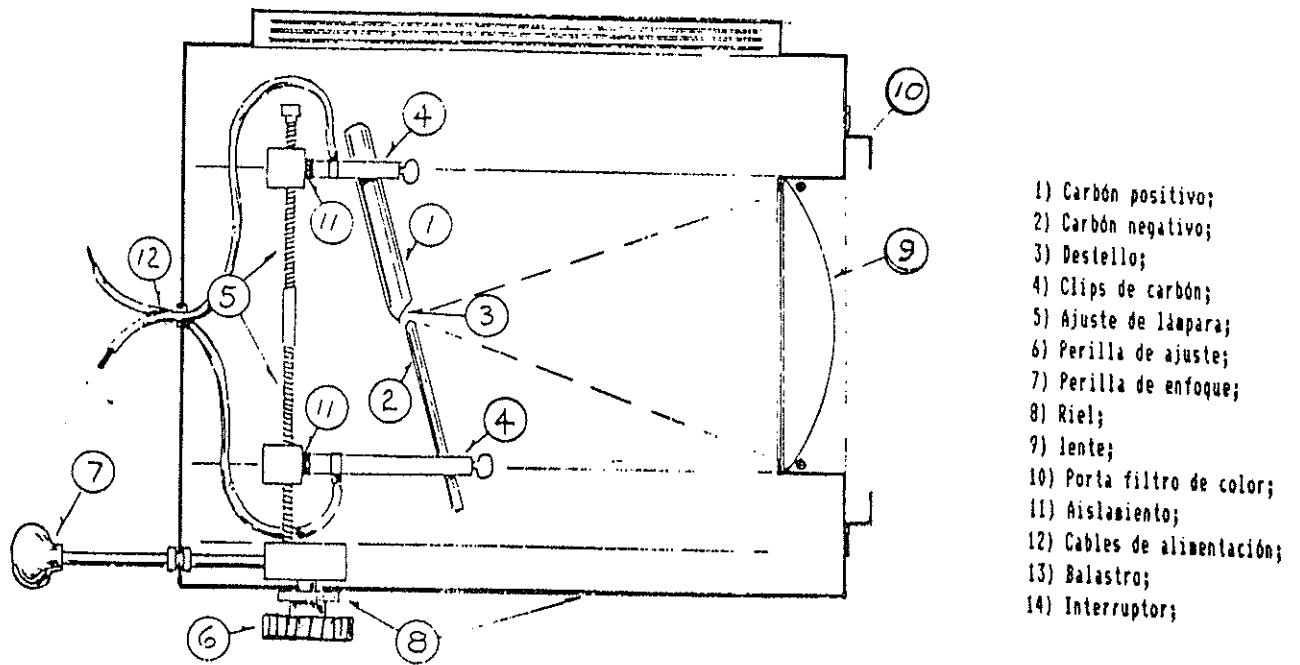


Fig. 2.9 Proyector parabólico.

2.2.8 LUMINARIAS DE ARCO

Una luminaria de arco usa una fuente de iluminación de carbón de arco. La mayoría de las luminarias son diseñadas en dos formas así: 1) las equipadas con un lente fresnel para iluminación general 2) las equipadas con un reflector y un sistema óptico para iluminación de puntos en particular. Lámparas de carbón son diseñadas en varios tipos, produciendo correctamente las intensidades y la temperatura de color. Tanto en la lámpara de carbón como los balastos son accesibles para corriente directa o corriente alterna.



- 1) Carbón positivo;
- 2) Carbón negativo;
- 3) Destello;
- 4) Clips de carbón;
- 5) Ajuste de lámpara;
- 6) Perilla de ajuste;
- 7) Perilla de enfoque;
- 8) Riel;
- 9) lente;
- 10) Porta filtro de color;
- 11) Aislamiento;
- 12) Cables de alimentación;
- 13) Balastro;
- 14) Interruptor;

Fig.2.10 Luminarias de arco.

2.3 ACCESORIOS

Además de los equipos mencionados, todos ellos necesitan en una u otra forma de implementos, como cables, conectores, receptáculos, cables de seguridad, etc., para funcionar en forma adecuada.

A continuación se describen los accesorios más comunes utilizados en las instalaciones de escenarios, en los cuales se toma en cuenta para su diseño las normas del NEC artículo 520.

2.3.1 TOMACORRIENTES DE PISO

Los tomacorrientes de piso son diseñados para ser instalados permanentemente en el piso del escenario, estos proporcionan una conexión segura para los equipos y luminarias del espacio escénico, reduciendo, en alguna forma, la utilización del cable. Tienen una cubierta que protege a los tomacorrientes cuando no se utilizan. Se dispone de ellos en diferente cantidad de tomacorrientes. La caja que protege al tomacorriente se empotra en el piso del escenario y posee agujeros previamente troquelados para conectar tubos conduit de 1/2" - 3/4" en los cuales se alimentarán los equipos. La ampacidad de los tomacorriente varía entre rangos que van de 10, 20, 30, y 60 amperios y vienen con 1, 2, 3 y 4 pares de tomacorrientes en una sola unidad.

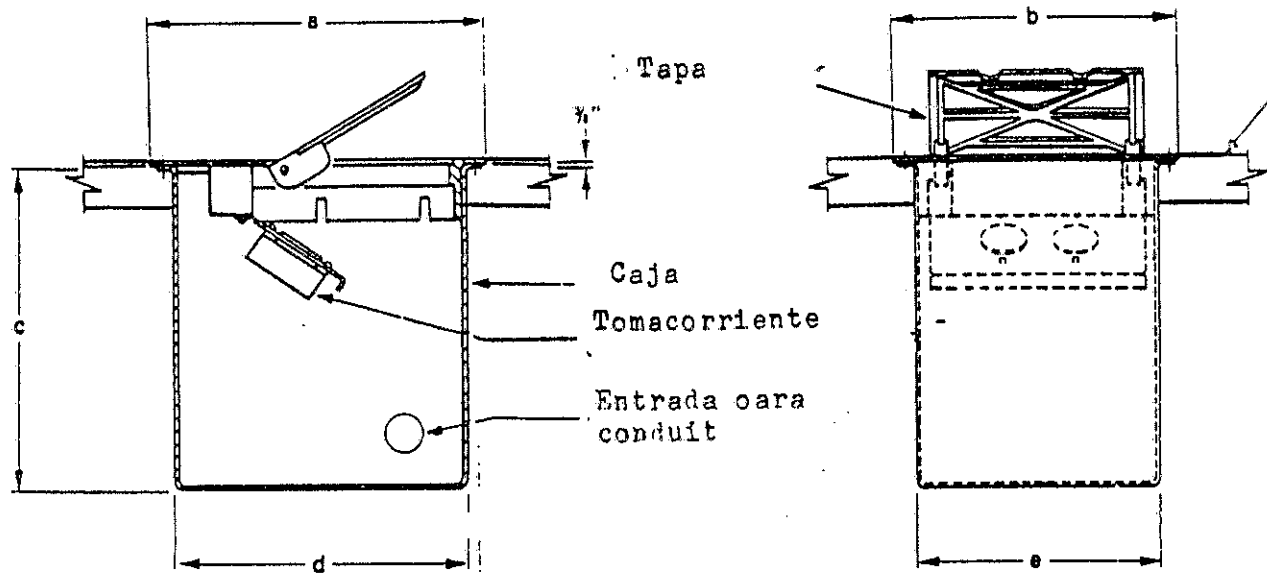


Fig.2.11 Tomacorrientes de piso.

2.3.2 ACCESORIOS PARA PROYECTORES

Los accesorios para los equipos de iluminación comprenden gran variedad de ellos por lo que a continuación se mencionan los básicos:

- a) receptáculos: sirven para dar un soporte mecánico y, además para energizar las lámparas;
- b) conectores: se utilizan para conectar los equipos de iluminación con los paneles de dimmer y en extensiones de cables, las más comunes son las que se muestran en la figura 2.14. y 2.15;
- c) accesorios de instalación: son muy variados entre los más comunes destacan los que se muestran en las siguientes figuras:

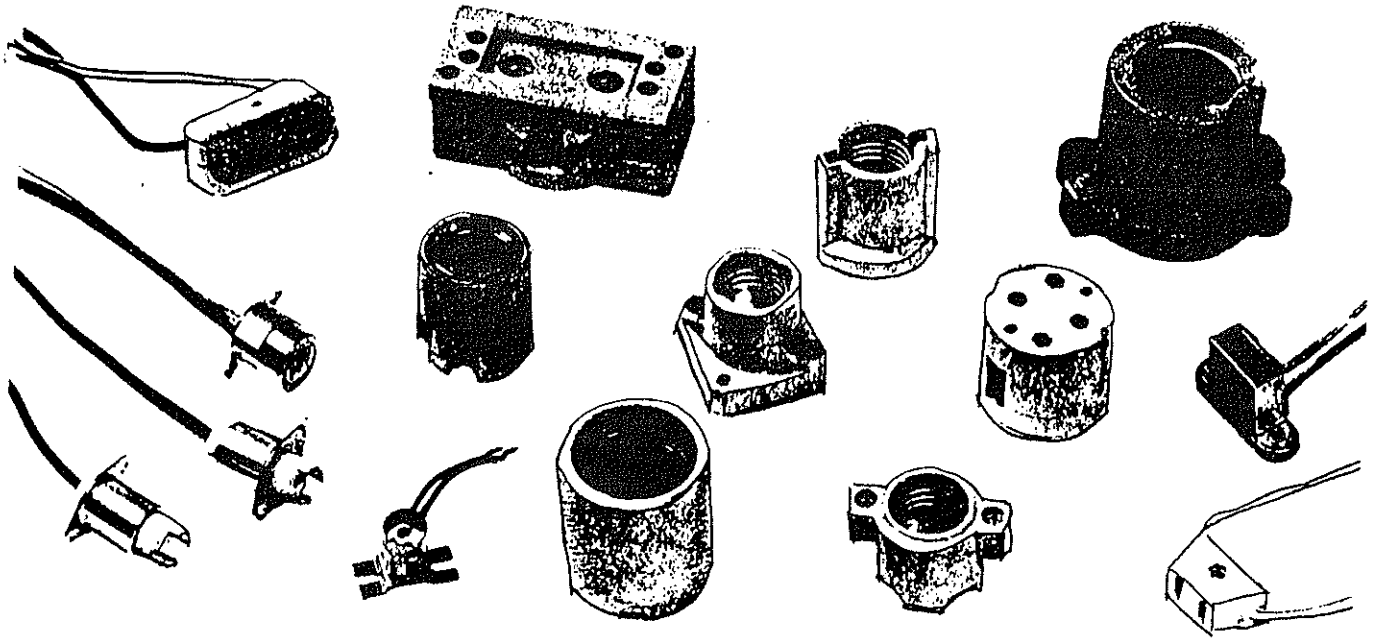
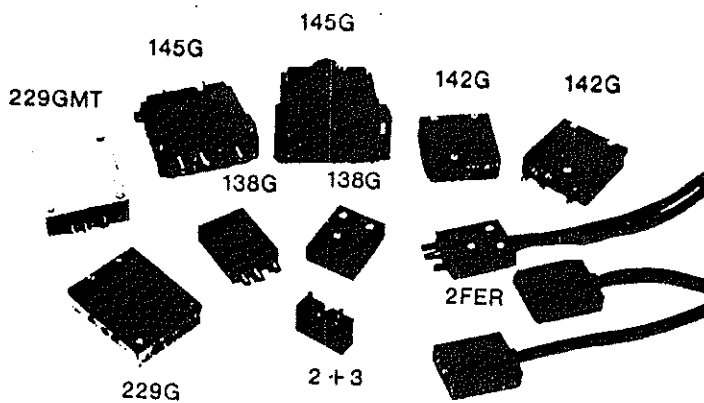


Fig. 2.12 Receptáculos (Sockets).



Conectores de 125 VA

- 138G 20 A. conector de cable-cable 3 cables
- 142G 30 A. conector de cable-cable 3 cables
- 145G 60 A. conector al cable, 3 líneas
- 229G 20 A. conector con una entrada y 3 salidas
- 229GMT 20 A. conector con una entrada y 3 salida tipo pin
- 2FER 20 A. conector tipo espiga tres pines
- 2 + 3 Adaptador de 3 pines a 2

Fig.2.13 Conectores para equipo de iluminación.

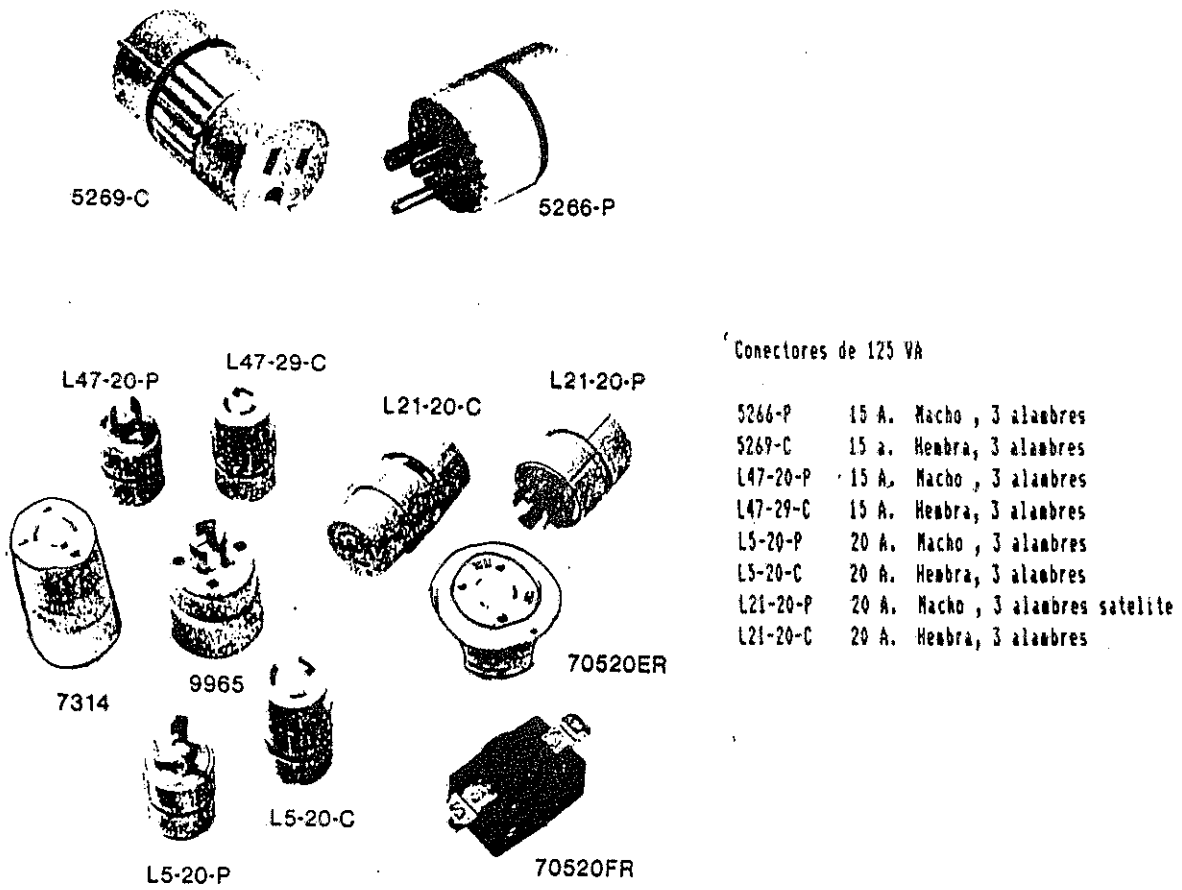


Fig.2.14 Conectores para equipo de iluminación.

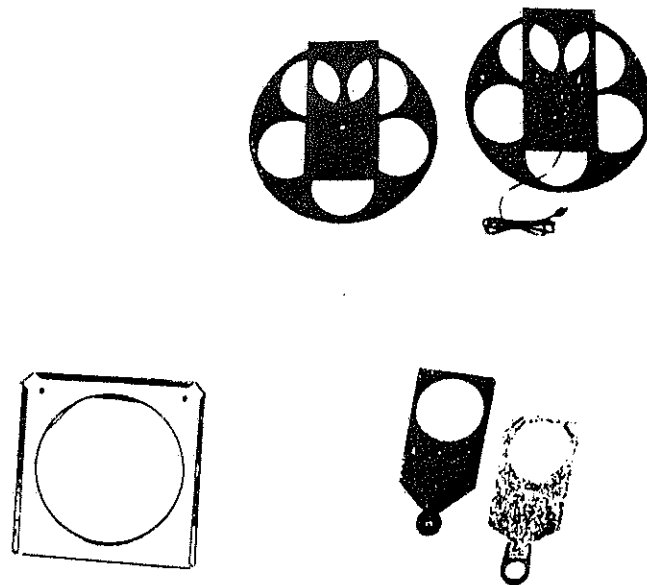
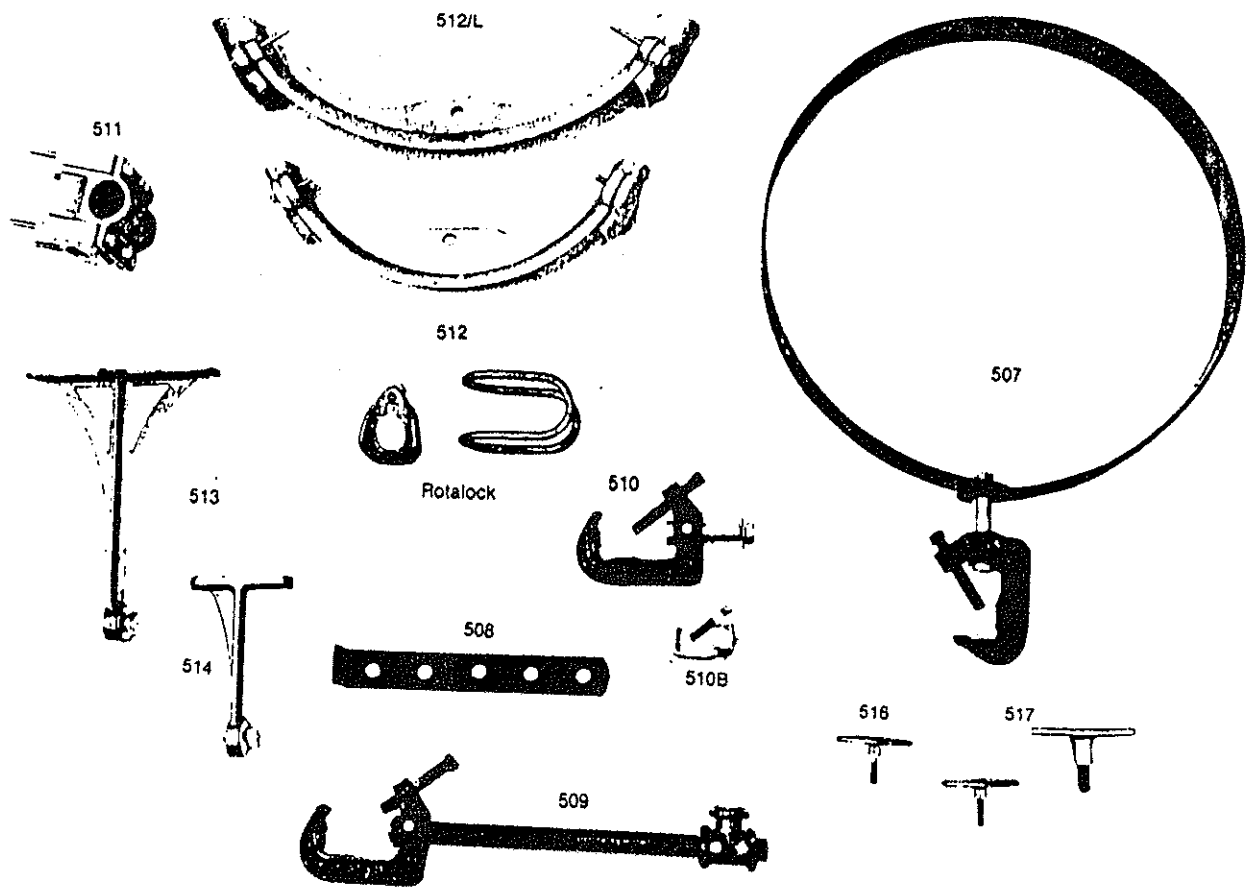


Fig.2.15 a) Marcos o armazones para filtros de color y difusores; b) Argollas para lentes; c) Snoots; d) cable de seguridad.



- | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 507 Argolla con prensa | 512/L Cuna para cable, 1/4" a 2 1/4" |
| 508 Argolla para sostener
bateria | 523 Extensión larga |
| 509 Prensa para armazón | 514 Extensión corta |
| 510 prensa | 517 accesorio. |

Fig. 2.16 Accesorios de acero para instalaciones de iluminación.

CAPITULO 3

TIPOS DE LAMPARAS USADAS EN ESCENARIOS

3.1 PRINCIPIOS FISICOS DE FUNCIONAMIENTO

Esencialmente, cualquier producción de luz proviene de la emisión de radiación electromagnética en el espectro visible por los electrones de la capa exterior de los átomos o las moléculas cuando pasan de un nivel de energía superior a un nivel de energía inferior. La frecuencia o longitud de onda de la radiación emitida depende de la diferencia entre estas dos energías.

3.1.1 TERMORADIACION

Se define como termoradiación a la energía radiante que depende, exclusivamente, de la temperatura del material. A la parte de esta radiación, emitida dentro del espectro visible se le denomina incandescencia. Así, la incandescencia es la producción de luz por la elevación de la temperatura de un cuerpo. Las interacciones entre los átomos del cuerpo se intensifican a medida que aumenta la temperatura, de modo que los posibles niveles de energía crecen y su número llega a ser, prácticamente, infinito, por lo cual, el espectro de la luz emitida es un espectro continuo, emitiendo todas las longitudes de ondas visibles.

A medida que aumenta la temperatura del cuerpo emisor, la cantidad de energía radiada es mayor y la longitud de onda a la que se emite la máxima energía se hace más corta, es decir, más próxima al espectro visible.

3.1.2 LUMINISCENCIA

Las radiaciones luminiscentes dependen, esencialmente, de la estructura atómica de los materiales. Así, por oposición a la incandescencia, la luminiscencia consiste en la emisión de una radiación electromagnética visible, cuya intensidad en determinadas longitudes de onda es mucho mayor que la radiación térmica del mismo cuerpo a la misma temperatura.

Esencialmente, la luminiscencia es la radiación luminosa emitida por un cuerpo, por efecto de un agente exterior que excita en los átomos de dicho cuerpo. En este caso, el número de niveles de energía posibles es muy reducido y la luz se emite en un número limitado de longitudes de onda, lo que origina un espectro discontinuo.

Dependiendo del agente excitador la luminiscencia se puede clasificar, teniendo en cuenta sus aplicaciones prácticas:

- electroluminiscencia. producida por la acción de un campo eléctrico en el seno de un gas o un material sólido;
- fotoluminiscencia : producida por la acción de otras radiaciones de distintas longitudes de onda.

3.1.3 DESCRIPCION GENERAL DE LAS LAMPARAS

Las dos grandes fuentes de luz existentes en el momento actual son las incandescentes (luz producida por termoradiación) y las de descarga (luz producida por luminiscencia) las lámparas que funcionan por incandescencia se conectan directamente a la red eléctrica, sin necesidad de equipos auxiliares de conexión o encendido.

Las lámparas de descarga tienen una característica de resistencia negativa, es decir, que disminuye a medida que aumenta la corriente que circula por ella. Debido a esto, es necesario un elemento limitador de dicha corriente de arco, para su conexión a la red. Asimismo, algunas lámparas de descarga necesitan para su encendido tensiones superiores a la de la red, por lo que necesitan equipos arrancadores que suministren esa pico de tensión para el encendido.

Los tipos de lámparas utilizados actualmente para la iluminación en escenarios puede clasificarse:

- lámparas incandescentes
 - par,
 - reflectoras,
 - halógenas;
- lámparas de descarga:
 - fluorecentes convencionales,
 - fluorecentes Especiales;
- vapor de Mercurio de alta presión:
 - halogenuros metálicos;
- especiales:
 - neón,
 - xenón.

3.2 LAMPARAS INCANDESCENTES TIPO PAR

Las lámparas generan luz como consecuencia del paso de corriente a través de un filamento conductor, de modo que su temperatura se eleva, dando origen a la emisión por termorradiación. Gran parte de la energía eléctrica absorbida por ella se pierde en calor, lo que da lugar a una eficiencia luminosa muy reducida.

Su espectro de emisión es continuo, siendo la emisión de energía mayor para las longitudes de ondas más largas, lo que determina un aspecto cargado hacia los colores cálidos.

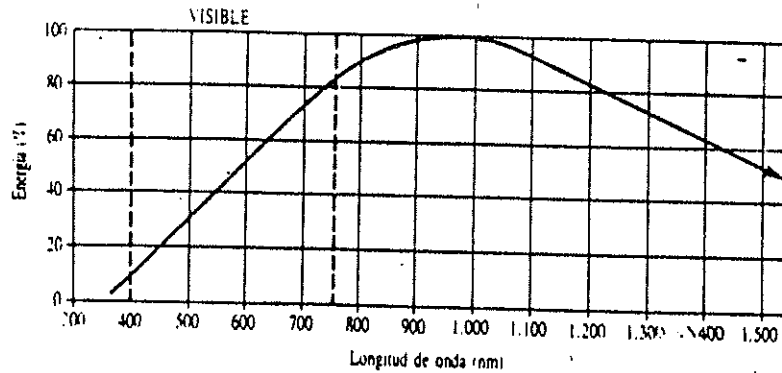


Fig.3.1 Espectro de emisión de las lámparas Par.

Filamento, fabricados de tungsteno, tienen un punto de fusión de 3653 grados kelvin, sin embargo, su temperatura de funcionamiento es bastante más reducida, generalmente, inferior a 3000 K, para asegurar la duración adecuada. El factor que condiciona la duración del filamento es la evaporación de que se produce degradando sus condiciones iniciales; además, el tungsteno volatilizado se deposita sobre la pared interna de la ampolla ennegreciéndola, lo que reduce el flujo luminoso emitido. Las ejecuciones de filamento son de un hilo, en espiral y de doble espiral, con el objeto de incrementar la superficie de radiación.

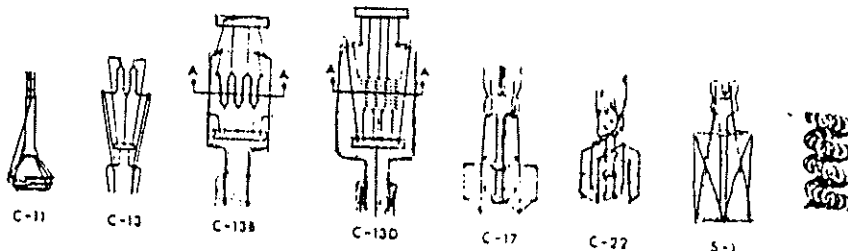


Fig.3.2 Formas de filamento de lámpara Par.

Ampolla, en general es de vidrio prensado, su misión es aislar el filamento del medio ambiente y, al mismo tiempo, permitir la evacuación del calor generado por aquél. Las lámparas PAR (parabolic Aluminized Reflector) se encuentra constituida por dos piezas de vidrio prensado, una de ellas con recubrimiento reflector (aluminio) y, la otra, un lente que permite dirigir el flujo luminoso en haz ancho (extensiva) o estrecho (intensivo). En cuanto a la transparencia las ampollas pueden ser clara, mateada, opalizada.

Estas dos últimas producen una disminución del flujo luminoso, pero, consiguen reducir de manera significativa la luminancia de la lampara clara y por lo tanto su deslumbramiento.

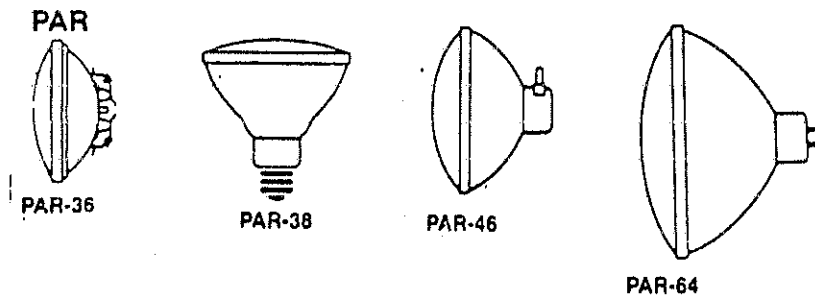


Fig.3.3 Formas de Bulbo de lámparas Par y R.

Gas de llenado, para las potencias superiores, con objeto de atenuar la volatización del tungsteno, se emplea como gaces de llenado Argon, Kriptón y Xenon, todos ellos mezclados con nitrógeno.

Casquillo, entre los diversos destacan rosca Edison y Bayoneta o Swan, ambos se construyen en diversos tamaños normalizados .

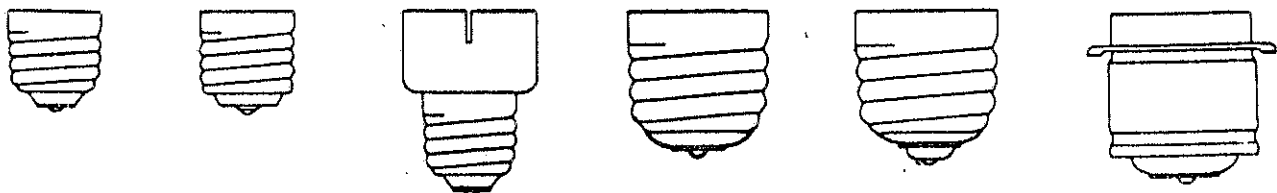


Fig.3.4 Casquillos para lámparas Par y R

Encendido, funcionan a cualquier tensión de la red, aunque, lógicamente sólo ofrecen sus prestaciones nominales cuando se conectan a tensión nominal. No precisan equipos auxiliares, ni para el encendido ni durante en funcionamiento. Tanto el encendido como el reencendido es instantáneo. Presentan una sobreintensidad de encendido del orden de 10 - 15 veces la intensidad nominal, en razón de la diferencia de resistividad del tungsteno en frío y en caliente. Sin embargo, esta sobreintensidad es, prácticamente, instantánea y no suele considerarse a efectos de sobredimensionamiento del circuito de alimentación.

Variaciones de tensión, afecta de manera diversa a las distintas características de funcionamiento de la lámparas. Un incremento en la tensión de alimentación ocasiona:

- mayor flujo luminoso (lm)
- mayor potencia absorbida(W)
- mayor eficacia luminica, puesto que el incremento del flujo es superior al de la potencia;
- menor duración.

Las dimensiones de la tensión por debajo del valor nominal producen el efecto contrario.

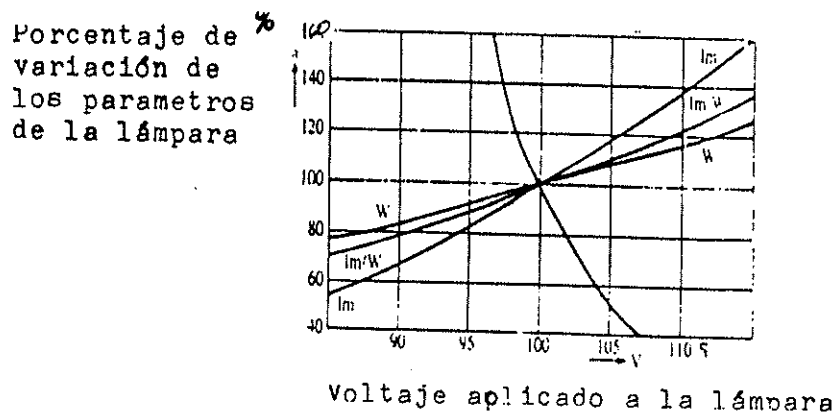


Fig.3.5 Variación de las características de lámpara Par con la tensión de la red.

Temperatura de color del orden de 2700 k(cálido) índice de rendimiento de color 100. **Duración**, en las lámparas de incandescencia tipo Par el concepto de duración que se maneja es el de vida media, que corresponde al tiempo esperable de ruptura del filamento.

3.3 LAMPARAS INCANDESCENTES TUNGSTENO-HALOGENAS

Esencialmente, son lámparas incandescentes que contienen un aditivo de halógeno o compuesto halogenado (generalmente yodo). La acción de compuesto consiste combinarse con el tungsteno vaporizado del filamento, en las proximidades de la ampolla, a temperaturas superiores de 250 C, formando un yoduro de tungsteno, que se disocia al aproximarse al filamento.

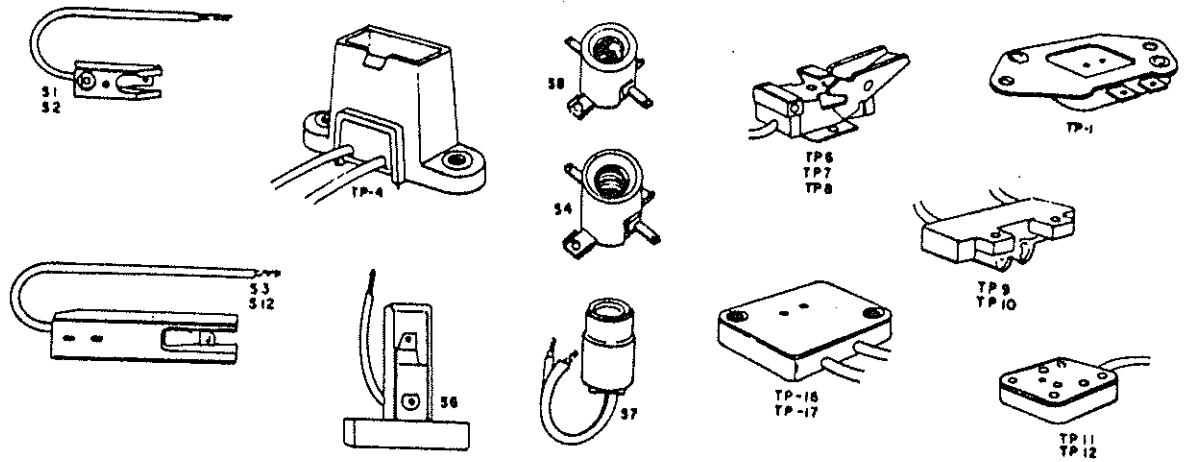
Esta doble reacción química tiene un triple efecto restaurador:

- retorno del tungsteno vaporizado al filamento;
- limpieza del interior de la ampolla al evitar el depósito de partículas de tungsteno;
- incremento de la duración de la lámpara

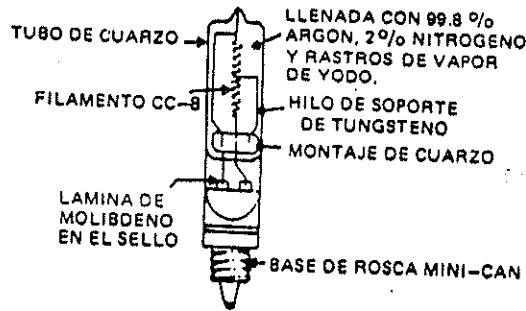
El filamento trabaja mayor temperatura que en las lámparas convencionales, lo que se traduce en una mayor emisión de luminosidad, con una mejora sustancial de la eficacia y una mayor temperatura de color. Su espectro de emisión es también continuo, si bien algo menos cálido que el de las lámparas convencionales.

Filamento, tungsteno como en las convencionales, montado en sentido longitudinal en el eje de la lámpara. Su temperatura de funcionamiento es más alta. Ampolla de cuarzo, capaz de soportar las altas temperaturas que requiere el ciclo de halógeno. Esta ampolla puede ser accesible o estar situada en el interior de otra ampolla de vidrio normal que aporta ventajas en cuanto a lo posición del funcionamiento y manipulación de la lámpara. La forma de ampolla es tubular cilíndrica, y en general, se emplea la ampolla clara aunque existen versiones matadas y apolizadas. Gas de llenado, las reducidas dimensiones de este tipo de lámparas permitir la utilización de gases inertes, básicamente el Kriptón y Xenón y algunas veces el Argón. En las de doble emboltura se emplea nitrógeno con gas de relleno entre las dos ampollas.

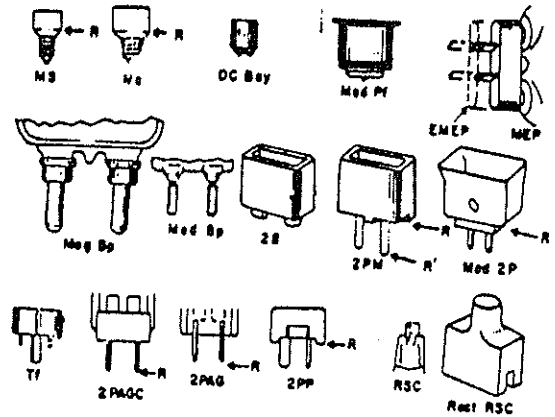
Casquillos, los más frecuentes son cerámicos, en las de cuarzo y yodo, Edison, en las de doble envoltura y Espigas (G) o Bayonetas en las de baja tensión. En cuanto al encendido se pueden considerar similares a las convencionales. Variación de tensión, una alimentación continua a tensión reducida, por ejemplo mediante el empleo de un reguladores de flujo, puede reducir la vida de la lámpara al no verificarse correctamente el ciclo de halógeno, la vida media 2000 Horas, temperatura del color, aproximadamente, 3000-3200 K (cálida), Índice de rendimiento de color 100.



Portalámparas usadas con mayor frecuencia con las lámparas de Tungsteno Halógeno.



Lámpara de Tungsteno Halógeno Super Q de contacto sencillo.



Bases que se usan comúnmente con las lámparas de Tungsteno Halógeno.

Fig.3.6 Lámparas de tungsteno, Halógeno.

Lámparas con reflector incorporado, este puede ser normal o dicróico (refleja la luz y la radiación infrarroja hacia la parte posterior de la lámpara) las características, para las lámparas reflectoras, varían según el ángulo de apertura del haz y generalmente, los valores del flujo luminoso se refieren al flujo emitido dentro del ángulo de media proyección (ángulo de apertura), siendo el dato más significativo, en estos casos, la intensidad (en candelas en el eje del haz. Valores típicos del ángulo de apertura son : 6°, 10°, 12°, 14°, 24°, 28°, 36° y 38°.

Lámparas con reflector cerrado (selladas). Estás derivadas de las anteriores y tienen, en su parte frontal, una lente de vidrio prensada que cierra herméticamente el conjunto. Su forma adicional a una miniatura de lámpara PAR. Ofrece una protección adicional contra las posibles proyecciones de cuarzo o tungsteno fundido, en caso de la rotura de la lámpara. En cuanto sus características son muy similares a las de reflector abierto.

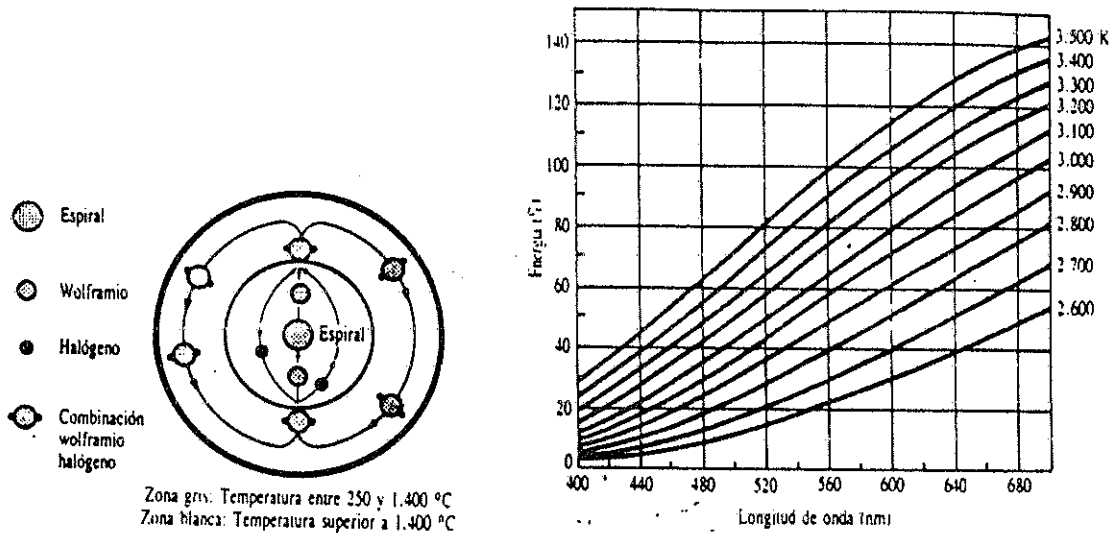


Fig.3.7 Ciclo del halógeno y variación del espectro con la temperatura del filamento.

3.4 LAMPARAS DE HALOGENUROS METALICOS

Son lámparas derivadas de las de vapor de mercurio del alta presión, en las que el tubo de descarga contiene diversos aditivos metálicos, generalmente en forma de yoduros, de modo que las líneas de emisión de estos metales cubran las zonas apropiadas del espectro visible, con el objetivo de potenciar la eficiencia luminosa, el rendimiento de color o ambas características simultáneamente.

Los elementos utilizados son tales como disprosio, galio, indio, escandio, sodio, talio, torio y otros, combinados con un halógeno (yodo) dado que la mayoría de estos metales en estado libre atacan el cuarzo del tubo de descarga. Así, El halógeno experimenta un ciclo similar al descrito en las lámparas halógenas, de modo que en las descargas se produce vaporización del halogenuro; el vapor penetra en la región del arco cuya temperatura (6000 K) es suficiente para separar el metal de yodo.

Los átomos metálicos excitados dan lugar a sus rayas de emisión característica y se difunden por el tubo de descarga, en cuya pared se combinan con los átomos libres de yodo reiniciando el proceso.

Las lámparas de halógenos metálicos no generan prácticamente radiación ultravioleta, por lo cual sus ampollas exteriores no están recubiertas de sustancias fluorescentes; en algunos casos se añade, en su lugar, una capa difusora con objeto de reducir la luminancia de la lámpara. Como excepción, las lámparas de ampolla exterior de cuarzo (clara), emiten una parte de ultravioleta, lo que obliga a adoptar precauciones de montaje (proyectores cerados con filtros UV).

Se pueden distinguir dos tipos básicos de lámparas de halógenos.

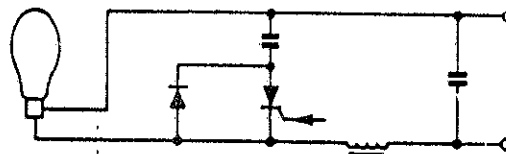
- Con ampolla exterior de vidrio en diversas formas.
- Con ampolla exterior de cuarzo, de dimensiones reducidas y adaptadas para pequeños sistemas de proyección.

Tubo de descarga, de cuarzo, muy similar al de las lámparas de vapor de mercurio, con la diferencia característica de que no existe el electrodo auxiliar de encendido. Electrodo, también de tungsteno, pero con algunas diferencias a la sustancia emisora de electrones. Gas de llenado, Argón en la mayoría de casos, o bien una mezcla de Argón Neón, para reducir la tensión de encendido. Ampolla exterior, de vidrio con características similares a las de las lámparas de vapor de mercurio. El objeto de esta ampolla externa y de su gas de relleno, es crear una distribución de temperatura favorable en el tubo de descarga que impida la separación de los componentes halógenos por la acción de la gravedad, de tal modo que la lámpara pueda funcionar con un grado suficiente de libertad de posición de instalación. La ampolla puede ser para el trabajo de proyección es del tipo tubular transparente. Casquillo, los dos tipos básicos son, Edison (E), para la ampolla exterior, Cerámicos (R) para la de tubo de cuarzo visto.

Encendido, el inicio de las descargas en este tipo de lámpara, debido a la presencia de los halógenos, requiere la situación de tensiones de encendido muy elevado de 1.5 kV a 5 kV que son suministrados generalmente por un arrancador. El arrancador está formado por un circuito electrónico, cuya parte fundamental es un tiristor que suministra un impulso o pico de tensión muy elevado, una vez por cada ciclo. Una vez producida la descarga, el arrancador queda desactivado, dejando de emitir el impulso de la tensión.

En general, reencendido requiere un tiempo de espera de varios minutos, hasta que la lámpara retorna a la condición de presión adecuada. No obstante, algunos tipos de lámparas permiten el reencendido inmediato en caliente, mediante arrancadores especiales que producen picos de tensión de 35 a 60 kV.

Forma de i
 Onda de
 corriente
 de encendido



Circuito de conexión de lámpara
 de halogenuro metálico.

Fig.8 Circuito de conexión.

Mediante el balastro inductivo, de manera similar a las lámparas de vapor de mercurio. Análogamente, para compensar el bajo valor de potencia del balastro, el equipo auxiliar incluye un capacitor.

En razón de su alta temperatura de funcionamiento, las lámparas de halogenuros concentran el arco de manera notable en el eje del tubo del gas, de modo que es un arco menos estable que el vapor de mercurio. por este motivo, las variaciones de tensión en la red causan perturbaciones en el funcionamiento de esta lámparas, lo que obliga a seleccionar el balastro de acuerdo al tipo de lámpara a utilizar.

Temperatura de color y rendimiento, son parámetros que varían enormemente en función de la tendencia del fabricación adoptada, lo que puede observarse también en los distintos espectros de emisión que presentan. Igualmente, este hecho supone grandes variaciones de eficiencia luminosa.

Duración, depende de la potencia de la lámpara. En general, las pequeñas potencias tienen vida media de cercana a las 10,000 horas. Las de gran potencia oscilan entre 2000 y 6000 horas. La vida útil depende de la tendencia de fabricación, aunque en la mayoría de los casos las depreciaciones del flujo luminoso son bastantes más acusadas que en las de vapor de mercurio.

3.5 OTROS TIPOS DE LAMPARAS

3.5.1 LAMPARAS DE XENON

Las lámparas de xenon de alta presión son también lámparas de descarga de gas. El recipiente donde se traduce la descarga es de cristal de cuarzo, lleno de gaz noble xenón a la presión de algunas atmósferas. Debido a la elevada presión del vapor y la fuerte radiación de onda corta originada, la lámpara se monta sobre una envolvente protectora. Las lámparas de xenon, de arco corto, se alimentan generalmente con tensión continua; para el encendido es necesario un aparato especial, de alta frecuencia.

Las lámparas pueden volverse a conectar inmediatamente después de su desconexión. Según el tipo de lámpara su duración media es de unas 1200 a 2000 horas. Las lámparas de xenón suministran una luz similar a la del día, por lo que su reproducción cromática es buena. Su rendimiento luminoso varía entre 20 y 25 lm/W.

Son lámparas de descarga de alta presión, que se diferencian de otras, como por ejemplo las de vapor de mercurio alta presión, por:

- un gradiente de tensión más débil, a la misma presión, lo que trae como consecuencia una corriente más elevada;
- un espectro más continuo y completo, cercano a la del cuerpo negro a 5000-6000 K (aparición de luz de día), con emisiones importantes en ultravioleta e infrarrojo;
- están rellenas únicamente de xenón, que permiten una eficiencia luminosa más elevada y un mejor IRC;
- su encendido es instantáneo, emitiendo desde el primer momento su flujo luminoso, lo cual exige una tensión de arranque muy elevada (10-40 KV) que se consigue mediante equipos auxiliares especiales.

La descarga se verifica en el interior de un tubo de cuarzo, entre dos electrodos de tungsteno, siendo la distancia entre ellos el origen de los dos tipos básicos de lámparas de Xenón.

Se emplean lámparas de xenón, de alta presión especialmente para la proyección de películas y diapositivas.

Los electrodos están muy próximos, lo que proporciona un arco de muy poca longitud, bajo voltaje y elevada intensidad.

El tubo de descarga presenta una forma esférica en la región del arco, Con discontinuos tamaños en función de la potencia de la lámpara y de su tipo de alimentación continua o alterna.

Sus características son las siguientes:

- gama de potencias. 75-6500 W
- eficiencia luminosa 15-40 lm/W.

3.5.2 LAMPARAS DE LUZ NEGRA

Las lámparas de luz negra emiten radiación ultravioleta de onda larga para la excitación del fenómeno de luminiscencia. Las lámparas, en general, operan con el mismo tipo de balastro que el de las fluorescentes convencionales, algunas utilizan arrancador y otras no lo requieren, pues la lámpara es de arranque rápido. La radiación ultravioleta producida por esta fuente es inofensiva al ojo humano, pues, su máxima emisión es de 350 nm , del espectro electromagnético.

CAPITULO 4

SISTEMAS DE CONTROL PARA LA ILUMINACION DE ESCENARIOS

4.1 MEDIOS DE CONTROL DE ILUMINACION

En muchos casos es preciso tener la posibilidad de variar o ajustar según lo convenga el nivel de iluminación de una instalación de alumbrado; en este caso un escenario. Para ello se utilizan aparatos de control de luz, puesto que conectando o desconectando lámparas o grupos de ellas queda menoscabada la uniformidad de iluminación, con lo cual se pueden generar diferentes efectos visuales sobre la audiencia. Existen diferentes tipos de control de iluminación:

- control de tensión,
- control de intensidad,
- control seccional.

4.2 CONTROL POR TENSION

Además de los transformadores de ajuste, también se utiliza potenciómetro para el control de fuentes de luz de potencia reducida. Si la tensión de servicio de la lámpara incandescente es aproximadamente igual al 12 % de su tensión nominal, la intensidad de la corriente equivale al 30% de la nominal el flujo luminoso es nulo.

En las lámparas fluorescentes provista de electrodos precaldeados, el valor pico de la tensión de servicio de cada semionda ha de ser mayor de 200 voltios aproximadamente. Si no se alcanza este valor se apaga lámpara. Por este motivo, el control de tensión permite un margen insuficiente de control equivalente a 1;10 de flujo luminoso. Lo mismo ocurre en otras lámparas susceptibles de control.

En los tubos lleno de vapor de mercurio y argón (tubos fluorescentes) la luminosidad se puede variar variando la tensión primaria del transformador. Si dicha tensión se reduce en un 50% aproximadamente de lo normal, el flujo luminoso disminuye hasta alcanzar un porcentaje muy bajo del valor inicial. A una tensión inferior del 50% de la tensión nominal, los tubos empiezan a parpadear y se apagan.

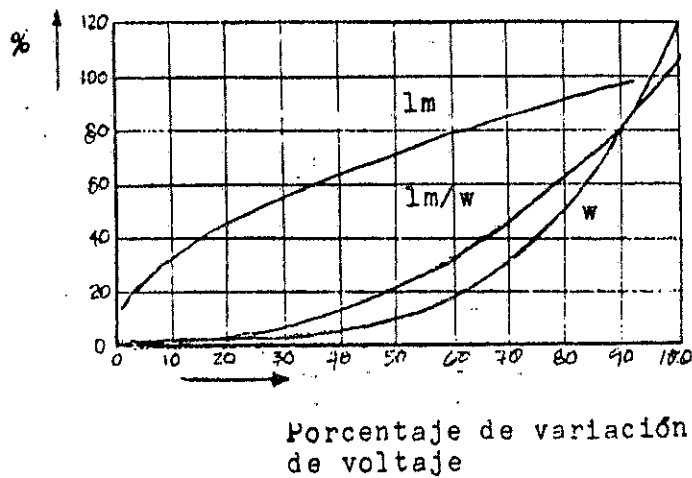


Fig.4.1 Variación de los valores eléctricos de lámparas de incandescencia en atmósfera de gas, en función de la tensión de servicio.

4.3 CONTROL POR INTENSIDAD

El control con resistencias variables en serie resulta económicamente poco rentable y depende de la carga. Hoy día se utilizan por ello predominantemente para control seccionales (aparatos de control por semiconductores).

El control por intensidad en lámparas incandescentes no se utiliza en forma significativa, salvo en casos especiales (por ejemplo en servicio de corriente continua). El control de las lámparas fluorescentes precalentadas se obtiene buenos resultados variando la intensidad de la corriente manteniendo suficientemente alta la tensión aplicada a la lámpara. En casos especiales se aplica este control variando escalonadamente la inductancia de la reactancia limitadora de corriente. Los tubos fluorescentes de vapor de mercurio o argón se pueden controlar perfectamente mediante una resistencia antepuesta al transformador de campo disperso.

4.4 CONTROL SECCIONAL CON AMPLIFICADOR MAGNETICO

El amplificador magnético ya no se emplea en las nuevas instalaciones de control de luz, habiendo sido sustituidos por los aparatos de control por tiristores, triac, scr, etc. Sin embargo, debido a la ejecución robusta de los amplificadores magnéticos, quedan todavía numerosas instalaciones en servicio.

El amplificador magnético de corriente alterna se conecta en serie con la carga que se desea gobernar. Consta esencialmente de dos bobinas de reactancia, cada una de las cuales tiene un arrollamiento de carga, otro de control y varios auxiliares. Cada bobina de reactancia tiene asignado un rectificador que solo deja pasar por cada ramal una semionda de corriente a la carga. Para el control se utiliza una tensión en corriente continua. A medida que aumenta la intensidad de la corriente de control, disminuye la resistencia a la corriente alterna del amplificador magnético y se incrementa la intensidad de la corriente que fluye a la carga. Para independizar lo más posible el amplificador magnético de las variaciones de carga (por ejemplo al conectar o desconectar lámparas) además de los arrollamientos auxiliares de tensión de premagnetización, se precisa otros arrollamientos auxiliares para ajustar el punto de trabajo. La diferencia auxiliar entre las curvas de control de un amplificador magnético, correspondiente a los valores máximos y mínimos de carga es reducida. A pleno rendimiento, el factor de potencia del amplificador magnético es aproximadamente 0.9; si se opera con una salida menor, el factor de potencia se hace algo más pequeño. El control de lámparas incandescentes no ofrece dificultad alguna, cuando se trate de las lámparas de baja tensión con un transformador intercalado.

Los amplificadores magnéticos se utilizan raras veces para controlar lámparas y tubos fluorescentes. Para ellos son más apropiados los aparatos de SCR.

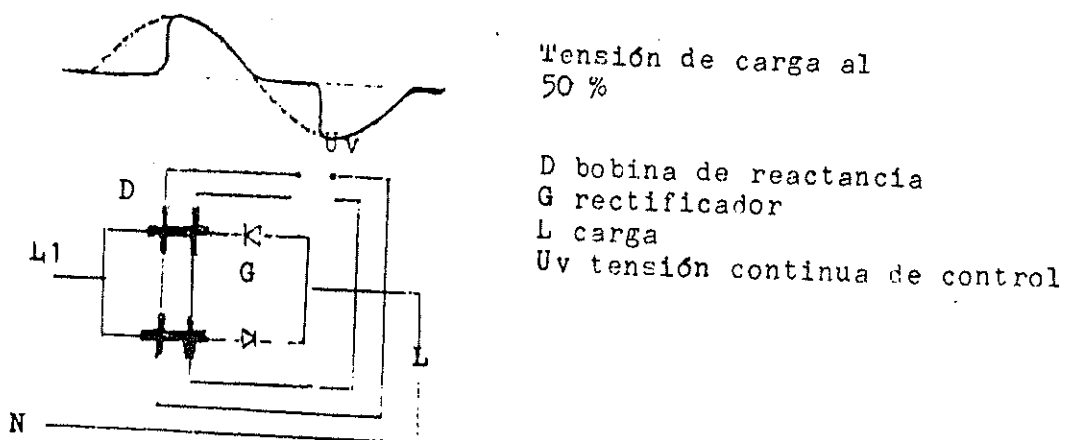


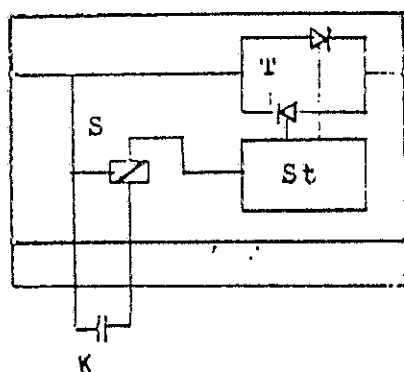
Fig.4.2 Esquema básico de un control seccional con amplificador magnético.

4.5 CONTROL SECCIONAL CON APARATOS DE SCR

El control seccional se realiza mediante dispositivos SCR. El primer caso, los dos SCR conectados como se muestra en la figura 4.3, en el circuito de carga, bloquean en cada semionda de la tensión alterna, una parte de la semionda correspondiente al momento de cebado de los SCR. La luminosidad de las lámparas depende de la parte restante de la semionda. Los pulsos de cebado de los SCR son generados por un elemento de mando transistorizado. Según sea la magnitud de tensión continua de control, en dicho elemento se desplaza los impulsos de cebado respecto a la tensión de la red, de forma que es posible interrumpir la semionda en cualquier punto. De este modo se puede controlar, sin solución de continuidad, las lámparas conectadas (de máxima claridad a oscuridad completa). Un amplificador de regulación incorporado estabiliza la tensión de salida del aparato cuando la tensión de la red experimenta fluctuaciones de breve duración. El mando seccional se puede efectuar también por triac.

Los pequeños aparatos de control luminoso con triac, también denominados dimmer, que también pueden conectarse en el lugar que ocupan los interruptores en las cajas empotradas, son la base fundamental de las consolas de control para la iluminación de escenarios. Estos aparatos se suministran para lámparas incandescentes y lámparas fluorescentes, la mayoría de las veces con potencias de hasta 400 VA.

A pleno rendimiento, el factor de potencia de los aparatos es de aproximadamente 0.98; utilizándose con menores valores de salida dicho factor se reduce algo. De forma diversa, al controlar grandes lámparas de incandescencia con aparatos SCR o triac, se produce, ocasionalmente un ruido que puede ser amortiguado desponiendo de bobinas de reactancia o filtros en el circuito de carga.



- St elemento de control
- T tiristores
- S interruptor auxiliar
- K Condensador

Fig.4.3 Esquema básico de un control seccional con aparatos de tiristores o triac.

Para cada tipo de control se precisa aparatos determinados:

TABLA 4.1

Tipo de control	Control por tensión	Control por intensidad	Control seccional	
Aparato de control utilizado	transformador de ajuste	Resistencia óhmica	Amplificador Magnético	Aparato de tiristores o triac
Características	Buen rendimiento ;ajuste con motor o manual	Mal rendimiento dependiendo de las variaciones de la carga; piezas de desgaste	Buen rendimiento independiente de la carga; sin piezas de desgaste	Buen rendimiento independiente de la carga; reducido tamaño; poco peso; sin piezas de desgaste
Rangos de Potencia	Hasta 5 KVA: anteriormente transformadores Bornodi de hasta 6 KVA por circuito	Sólo para lámparas individuales	Hasta 10 KVA, tamaños normales: 2;5;10 KVA	Hasta más de 10 KVA; tamaños normales 2:5:7.5 KVA
Características especiales	No apropiado para todas las lámparas susceptibles de control	Únicamente se utilizan en casos especiales, por ejemplo servicio en corriente continua	Principalmente para lámparas de incandescencia. Se sustituyen cada vez más por aparatos de tiristores.	Apropiados para todas las lámparas susceptibles de control.

4.6 CONTROL DE ILUMINACION PARA ESCENARIOS

4.6.1 GENERALIDADES

En el diseño de sistemas de iluminación escénica, un buen diseño debe ser analizado tomando en cuenta de una manera importante los sistemas de control para lograr un desempeño adecuado, incluyendo en el plan de control una adecuada capacitación del personal encargado de operar y dar mantenimiento a los equipos. Cuando el presupuesto lo permita los requerimientos son los parámetros a tomar en cuenta en la elección del equipo, se trata de usar las capacidades más pequeñas disponibles. El sistema básico de control de iluminación, consiste en algunos cuantos autotransformadores operados manualmente, con espigas para ser conectados a los receptáculos. Los sistemas más complejos pueden ser:

- a. un dimmer por cada carga;
- b. dimmer permanentes conectados para todas las cargas y otros dimmer conectados a través de sistemas de potencia programados a las luminarias;
- c. todos los dimmer conectados a un sistema programado de potencia y de aquí a las luminarias.

Las consolas de control, por lo general, son multipropósito operadas manualmente. Los sistemas de control electrónico comprenden sofisticados programas, datos en cintas magnéticas, o algo más actual como los diskets, que son introducidos a lo largo del plan de iluminación. A manera de brindar flexibilidad, facilidad y una completa mezcla de la iluminación para producir los más complejos efectos escénicos. Los dimmer pueden ser construidos utilizando autotransformadores o con un motor combinado de taps, triac, reactores saturables, amplificadores magnéticos y rectificadores controlados de silicio.

Los sistemas de control de iluminación deben ser accesibles y de acuerdo al tamaño del escenario que se desee controlar. Los sistemas de control deben tener la capacidad para controlar la iluminación completa a un mismo tiempo. Suponiendo que el total de las cargas sea 36 KW, la capacidad del conjunto de dimmer debe de ser en conjunto 36 KW, por ejemplo, seis dimmer de 6 kW cada uno y deberán disponerse, de tal manera que se logre una coordinación y sincronización entre los circuitos de iluminación.

Cualquiera que sea la situación es deseable que los dimmer fácilmente puedan ser habilitados según los requerimientos de los equipos de iluminación. Varios tipos de cargas son conectadas al sistema son habilitadas con circuitos de iluminación.

Cuando se trata del número mínimo de dimmer estos deben ser uniformemente cargados. En sistemas pequeños son apropiados para usarlos con dos o cuatro circuitos por dimmer. Cuando se trata de sistemas de más de 24 dimmer, el número de circuitos de carga por dimmer debe de ser incrementado.

El sistema de control de luces escénicas abarca la totalidad de los equipos de control asociados a los circuitos de iluminación de los escenarios. Todas las unidades de control y memoria de este sistema están dispuestos en la sala de control, sobre el escenario y en la sala de computadores, mientras que los equipos de fuerza (por ejemplo los amplificadores magnéticos y o de tiristores) están situados en las salas de aparatos de ajuste.

Mediante el sistema de control de iluminación escénica se coordinan los distintos circuitos de la tonalidad de los aparatos de iluminación, efectuando las transiciones desde un estado de iluminación al siguiente. Debido a ello, en especial, el ajuste de la luminosidad debe poderse efectuar gradual e individualmente para cada circuito; es importante que las características de control de luminosidad coincidan para grandes cargas en los circuitos (por ejemplo con una lámpara de reflector de 5KW) y para pequeñas cargas por ejemplo con una lámpara de 25 W) debido a que estos diferentes valores pueden presentarse en los mismos circuitos, los equipos de control deben de ser independientes de la cargas (la característica de control de luminosidad es independiente de la carga que se conecte).

4.6.2 SISTEMA DE CONTROL ESCENICA POR COMPUTADORES

En grandes teatros se emplea, hoy día, de manera creciente, sistemas de control electrónico casi siempre gobernados por computadores. Los sistemas se gobiernan desde pupitres de control provistos de monitores. Desde este punto se gobiernan distintos circuitos a través de cuadros de distribución sobre el que se disponen todas las conexiones para proyectores de acuerdo con la disposición real del teatro. En el pupitre de control se ubican todas las funciones maestras de forma clara en el campo de actuación del operario. Desde aquí pueden almacenarse esquemas completos de iluminación de los que se pueden hacer uso durante la representación unicamente corriendo este esquema.

La utilización de computadores en las instalaciones permite almacenar esquemas de iluminación muy complicados que pueden reproducirse incluso en secuencia rápida, cuando se requieran con motivos artísticos.

En las instalaciones con soporte computarizado es importante que el operario pueda operar manualmente en cualquier momento de forma rápida y prioritaria, sea durante una prueba por el deseo del escenógrafo o por las variaciones imprevistas durante la representación.

A efectos de prueba y cuando se utilizan modernos sistemas de control, se dispone también de pupitres de control remoto, por ejemplo, para ser utilizados desde las salas de espectadores o, incluso, desde mandos remotos por infrarrojo, con los que pueden trabajar desde el mismo escenario. Impresoras completan el sistema de control de luminosidad.

Un sistema con unidad de memoria en computador está representado, esquemáticamente, en la figura. Las instalaciones constan de una parte de control, unidad de memoria y la parte de carga. El circuito de control envía sus señales a través de uno o varios dispositivos principales de ajuste (distribuidos usualmente por delante por detrás del telón), ajustadores de grupo y un circuito selector electrónico, así como un ajustador vinculado al teclado del circuito.

Los distintos circuitos son controlados digitalmente por la electrónica del computador, de forma que las señales para los equipos de SCR, son tensiones de control entre 0 y 10 voltios casi siempre, se transmiten a través de unidades de salida. La parte central del control está constituido por el registro de intensidad a través del cual se conduce las señales de memoria. Los ajustadores son preferentemente codificadores de operación digital. Todos los valores requeridos para el servicio se muestran de forma centralizada en uno o dos monitores en color o en blanco y negro.

En sistemas de control de iluminación gobernados por computadores se generan los programas de secuencia que se almacenan en la memoria del gobernador. Para el almacenamiento indefinido de un número arbitrario de esquemas de iluminación (por ejemplo, para todo el repertorio de una ópera), se utilizan unidades de diskettes. Adicionalmente, la impresora proporciona al operador los esquemas de iluminación en valores porcentuales de luminosidad por cada circuito.

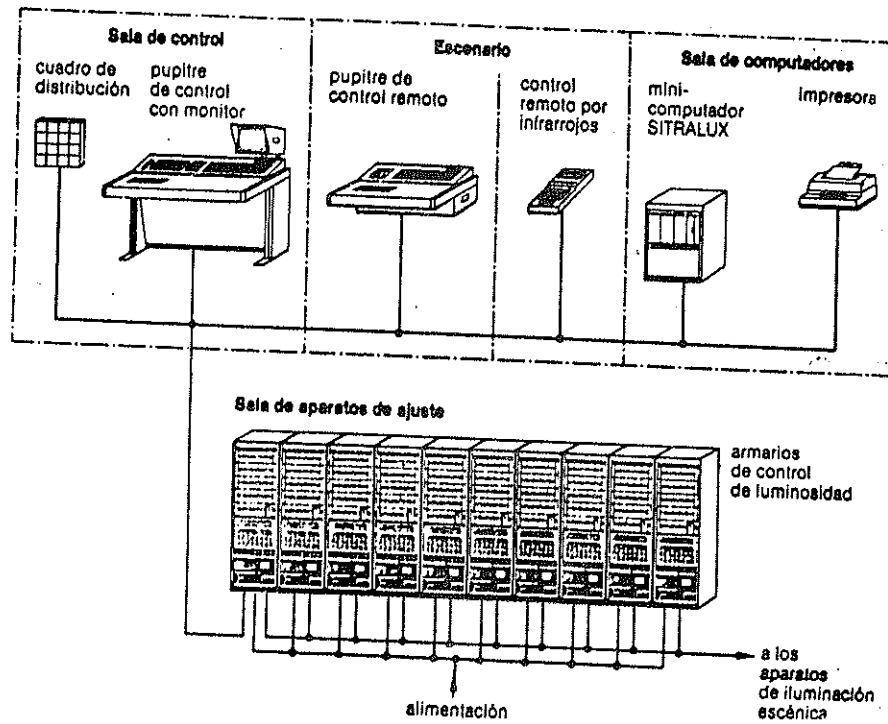


Fig.4.4 Sistema de control de luces para escenario con memoria por computador, distribución general.

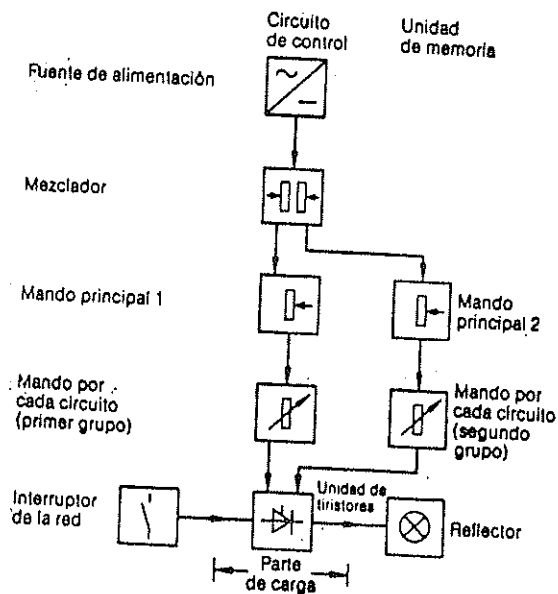


Fig.4.5 Sistema de control de luces para escenario con memoria por computador, diagrama de bloques.

4.6.3 SISTEMA DE CONTROL DE ESCENARIO PARA TEATROS MEDIANOS Y PEQUEÑOS

Los sistemas descritos hasta ahora son frecuentemente costosos para teatros y edificios culturales de pequeño o mediano tamaño; en estos casos se utilizan sistemas más sencillos, basados en pupitres de control de conexión superpuesta. Los mandos se pueden operar manualmente; mediante el ajuste previo de un segundo juego de mandos puede cargarse la memoria. En casos normales se recomienda el uso de este tipo de instalaciones para un máximo de 60 circuitos de ajuste. Para instalaciones de 12, 24 y 36 circuitos de ajuste se suministran tales sistemas en forma de unidades transportables. Estos sistemas más pequeños de control de luz se fabrican actualmente, también, con memoria por computador, utilizando microprocesadores en ejecución compacta.

Al instalar estos sistemas debe considerarse lo siguiente:

- el operador ha de seguir toda la acción del escenario, por lo que su puesto de control debe instalarse en un lugar que permita una buena visión del escenario, generalmente detrás del patio de las butacas de la sala de espectadores;
- la sala del operador de control puede instalarse en cualquier lugar arbitrario del teatro, a ser posible, en las proximidades del centro de carga;
- tanto las salas de control como la sala de aparatos de control se consideran recintos de operación eléctrica; entre ambos recintos se tienden los cables de control, la mayor parte de las veces, de conductores múltiples.

La complicada técnica de escenarios cambiantes, con movimientos de subida y bajada y giratorios, requiere condiciones especiales de las instalaciones eléctricas. Para ello hay que dedicar especial atención a las medidas de protección contra contactos indirectos, además de protección contra incendios.

4.6.3.1 LOCALIZACION DEL TABLERO DE CONTROL DETRO DEL TEATRO

En la actualidad, el control perfecto de iluminación teatral puede decirse que consiste en un manejo cómodo y fácil de las propiedades de la luz, tales como la cantidad, color y distribución, realizada desde una posición determinada por un operador único que, al mismo tiempo, pueda ver claramente el resultado de la operación. Para aproximarse al control ideal, el operador deberá disponer de un lugar adecuado frente a la boca de la escena, con todos los elementos de control al alcance de su mano.

4.6.3.2 CLASIFICACION GENERAL, CONTROL PERMANENTE Y CONTROL FLEXIBLE

En cuanto a iluminación escénica se trata, hay dos métodos de controlar la iluminación: el permanente y el flexible. Es permanente aquel en que la instalación de alambre, desde cualquier toma en el escenario, hasta el interruptor y el regulador de control es fija o permanente, sin dispositivo alguno para conectar un enchufe, toma o aparatos a ningún otro circuito del tablero. La práctica moderna de iluminación del escenario exige que sus equipos una mayor variedad y flexibilidad que la que el método de control permanente puede proporcionar. En consecuencia se ha recurrido, por diversas razones, al uso de método de control que resulta más adecuado para la iluminación teatral, el llamado control flexible, en el cual, entre el tablero de control y las tomas y los equipos, están los dispositivos necesarios para conectar cualquier otro dispositivo a un interruptor y otro dimmer.

4.6.3.3 CONTROL DIRECTO Y CONTROL REMOTO

Los tableros de control se clasifican en tableros de control directo o tableros de control remoto. En el control directo, los conmutadores y reguladores que el operador maneja conducen la totalidad de la corriente que pasa por las lámparas. Cuando un solo circuito sirve a un gran número de lámparas y todo el tablero se maneja por solo un interruptor maestro o dimmer maestro, el espacio que estos ocupan resulta demasiado grande. La regulación en estas condiciones no es tan sutil y sencilla como con los elementos más reducidos. El control remoto permite colocar estos grandes conmutadores y reguladores, en cualquier lugar alejado en el que no hay apremios del espacio. Estas grandes piezas se manejan por pequeños conmutadores y reguladores que se localizan en una pequeña consola de control.

4.6.3.4 CONTROL PREESTABLECIDO, PREFIJADO O MULTIESCENICO

Durante los últimos años se ha venido estableciendo un método para preparar de antemano los interruptores y las graduaciones de los reguladores de intensidad para el servicio de varias escenas. Este método ha llegado a un grado de refinamiento relativamente alto. En los actuales sistemas de control electrónico son los encargados de llevar a cabo esta tarea. En obras de gran número de escenas cortas, con solo pocos minutos entre una y otra, es muy útil tener preparado el tablero de antemano para cada una de ellas, hasta que se produzca un intermedio de suficiente duración en que el operador pueda preparar otra serie de escenas.

Se provee al tablero de reguladores que cambian suavemente las graduaciones correspondientes a cada grupo de equipos de cada serie de escenas para establecer nuevas fijaciones para las siguientes y subsiguiente serie. En opinión de algunos es suficiente la preparación previa de dos series de fijación, porque cuando la primera se ha oscurecido o borrado dando paso a la segunda, un ayudante puede preparar la primera para dar paso a la tercera y así sucesivamente. Esta teoría falla cuando se trata de un tablero de control de cincuenta o cien controles, que tengan que ser vueltos a preparar durante una escena de treinta segundos.

4.7 EQUIPO DE CONTROL DE ESCENARIOS

En general, como anteriormente se ha mencionado, el esquema básico de control de iluminación consta de una consolas de control de mando, un panel de dimmer y las respectivas conexiones hacia los equipos. A continuación se describen los equipos utilizados en control de iluminación.

4.7.1 CONSOLAS DE CONTROL DE ILUMINACION

Las consolas de control son los equipos que gobiernan la salida de potencia de los dimmer hacia, los equipos. Básicamente, están constituidas de circuitos electrónicos que emiten señales de bajo voltaje hacia los circuitos de gobierno de los dimmer, para efectuar una variación determinada. En ellas se utilizan potenciómetros de variación lineal, operados por medio de palancas, cada potenciómetro individual puede servir para controlar un dimmer o un grupo de dimmer, por lo general, se logra selectividad y flexibilidad mediante la variación de un dimmer por potenciómetro, aunque por este método se debe usar consolas de gran cantidad de controles, alterando tanto las dimensiones como el costo de la consola. Una característica de las consolas son los canales, el número de canales indica cuantas salidas controladas tiene la misma. Para un canal determinado puede tener más de un reostato que lo controle, esto se lleva a cabo instalando en la consola controles en paralelo, en el que el cambio a uno u otro se hace por medio de un interruptor maestro o cambiador de escena, esto hace que se puedan programar dos escenas consecutivas y, así, en la primera escena se utiliza un nivel de potencia en la salida del dimmer programada desde un canal gobernado por un primer control, mientras en la segunda se utiliza otro nivel programado desde el canal por un segundo control (reostato) todos los reostatos utilizados en los controles de la consola son de carbón y encerrados en unidades contra polvo o suciedad ligera del medio ambiente.

Los conectores de los cables de las consolas hacia los dimmer, varían en tamaño desde un 1/8" - 2" según el tamaño de la consola y número de canales. Una fila de reostatos para el control de escena, puede, además, dividirse en subescenas, el número de ella depende de la versatilidad de la consola. Poseen luz piloto de indicación de encendido. Operando a voltajes no mayores de 12 V cd.

Se cuenta, además, con estaciones de control auxiliares, las cuales consisten en un número pequeño de reostatos y limitadas funciones de control, se utilizan para multipropósitos de control tanto desde el auditorium, proscenium y escenario.

4.7.2 PANEL DE DIMMER

El panel de dimmer consiste en el centro principal de distribución de potencia, contiene todos los dimmer, contactores, dispositivos de control y se controla remotamente por la consola de control.

Todos los dimmer se instalan en forma de módulos en receptáculos de control y potencia, los contactores dependen del tamaño del dimmer. Los dimmer se proveen de circuitos de protección contra sobrecorriente y sobrecarga, luz piloto y rotulos removibles.

Los paneles constan de también de transformadores para bajo voltaje, reguladores de DC, ventilación, puertas. Su alimentación es usualmente 120/208 voltios, trifásico cuatro alambres.

Los dimmer utilizan, por lo general dispositivos de estado sólido, específicamente, rectificadores de silicio controlados (SCR) que proporcionan una salida, simétrica de corriente alterna. Los dimmer son contenidos en módulos para ser montados en el panel de dimmer. Cada dimmer posee protección propia, según su capacidad. Algunos valores típicos de potencia son de 1 kW, 1.5 kW, 2 kW, 2.4 kW, 3.6 kW, 5 kW y 7.2 kW o más. Proporcionan voltaje 120 voltios.

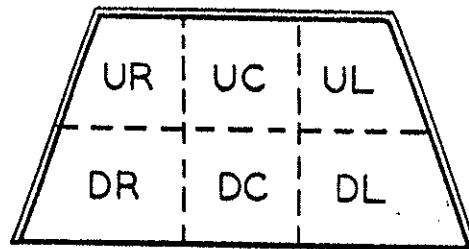
CAPITULO 5

DISEÑO DE SISTEMAS DE ILUMINACION ESCENICA

5.1. GENERALIDADES DE DISEÑO

El escenario es el punto de enfoque del teatro entero, por lo tanto, la iluminación de éste requiere considerable atención y planeamiento, para conseguir un sistema flexible a manera de poder adaptarse, facilmente, a variados estilos de producciones.

Se puede simplificar el problema de iluminación por medio de la división del escenario dentro de varias áreas de actuación, el número de áreas varía desde una hasta seis o más, dependiendo del tipo de arreglo del escenario.



U = Superior
D = Inferior
C = Centro
R = Derecha
L = Izquierdo

Fig.5.1 División típica de un escenario en áreas de actuación.

El diseño de iluminación requiere conocer, deseablemente la conformación de esta idea de división del escenario y, entonces, se hace la iluminación de cada área, separadamente.

Para compensar tanto, como sea posible, un bajo efecto de iluminación tal como el que se puede obtener por la iluminación de borde y las baterías, es necesario que esas áreas sean iluminadas desde lados opuestos y el ángulo o dirección de la iluminación comienza próximo como sea posible a 45° desde los ejes vertical y horizontal o la diagonal de un cubo.

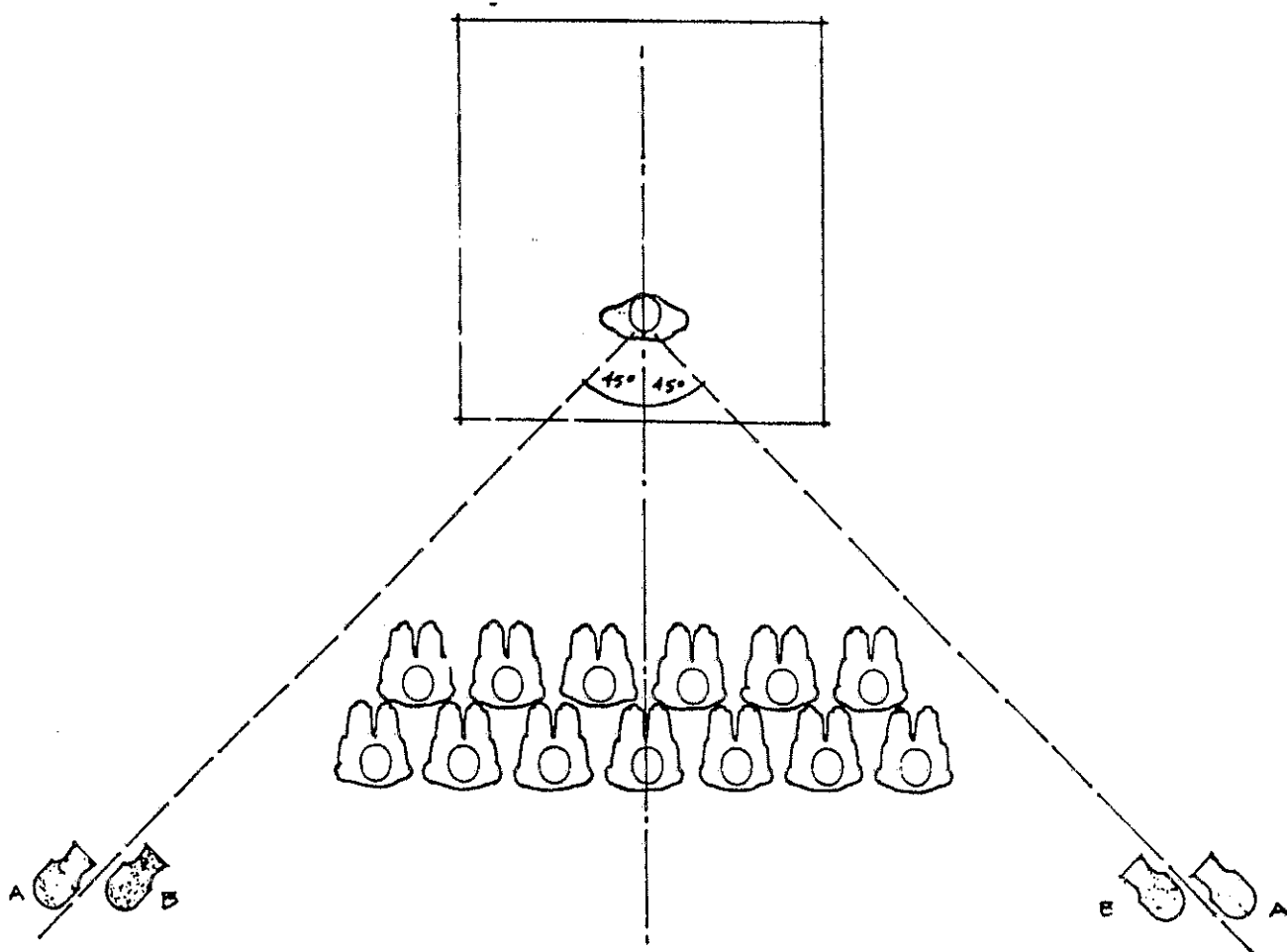


Fig.5.2 Un efecto natural en la iluminación se obtiene por la iluminación de cada área desde lados opuestos. Por la variación de la intensidad y color de la iluminación, sombras y claroscuro son producidos.

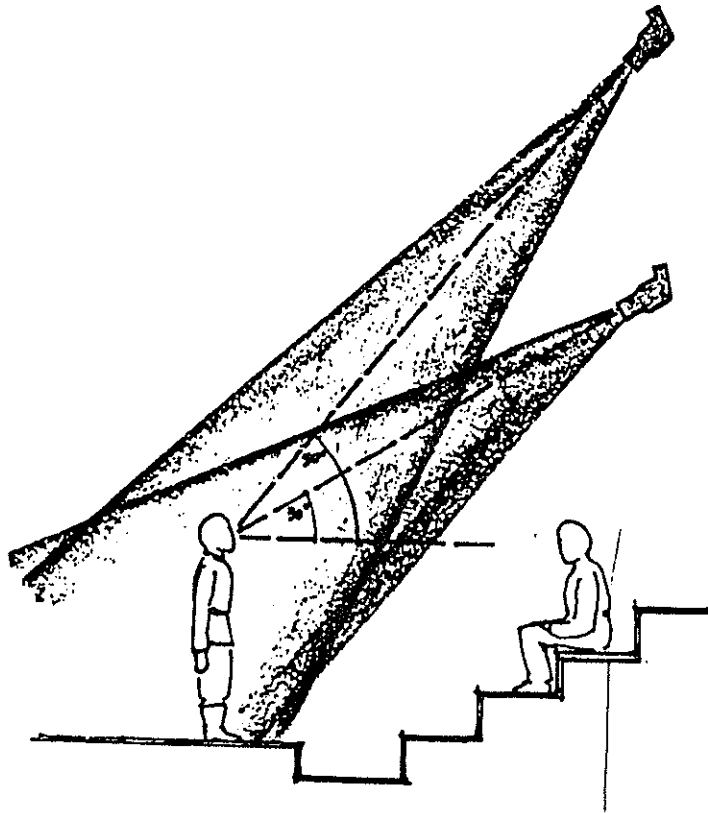


Fig.5.3 a) El ángulo del haz de iluminación con la horizontal no debe sobrepasar una variación de 30° a 60° ; b) Idea acerca de iluminación del cubo.

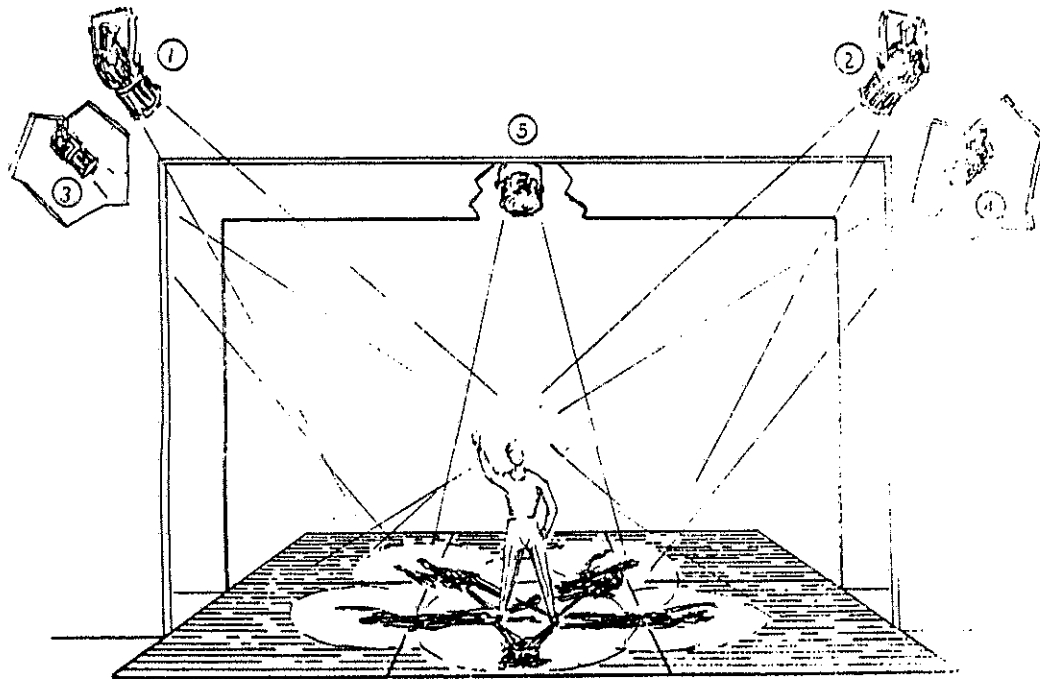
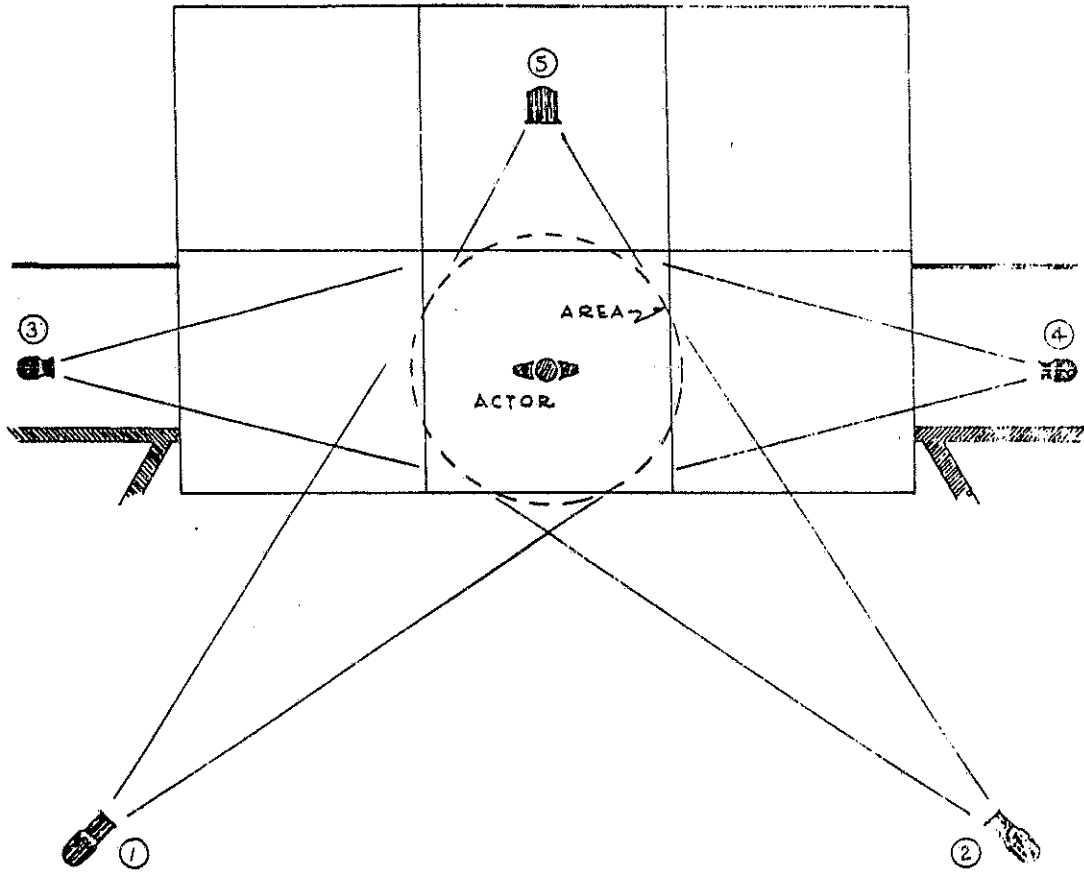


Fig.5.4 Iluminación completa del área de actuación.

Por lo tanto, para crear más sensaciones naturales se deben exponer los haces de luz con diferentes colores. En lo natural, allí se encuentra el color. Sobre el escenario cuál lado es frío y cual lado es caliente, esto es usualmente determinado por el montaje de las fuentes de iluminación para generar efectos tales como el Sol, la Luna, una lámpara de piso, etc.

Por ejemplo, si el Sol de brillante atraviesa una ventana sobre la parte derecha del escenario, todas las escenas de esta zona deben ser iluminadas con colores cálidos y en la parte izquierda, por supuesto, con colores fríos.

Si una chimenea o lámpara de mesa es la fuente de motivación, esta iluminación debe estar al lado de la iluminación caliente. Esta idea es relativa y bastante arbitraria, pero, consigue moderar favorablemente los efectos. Esto debe de recordar que colores fríos o cálidos son combinados con colores fríos o cálidos unicamente.

La iluminación de las áreas individuales de actuación debe ser unificada, para que allí no se encuentren sombras o criebres cuando el actor camine de un área hasta otra. Esta mezcla es acompañada por baja iluminación de borde y baterías.

Usualmente, el área del frente del escenario es donde se desea un cierto grado de uniformidad en la iluminación. Las baterías deben ser colocadas tanto en el borde como el piso tratando de lograr zonas continuas de iluminación. Las baterías son muy efectivas como medios de hacer juego cálido o frío de iluminación.

En adición ha de proporcionar una visibilidad dramática, la iluminación del escenario también asume la tarea de indicar a la audiencia como el tiempo del día, estación del año, lugar localización, condiciones del tiempo.

El tiempo del día debe de ser comunicado por medio de los ángulos del sol artificial cuando este atravieze las ventanas o si el tiempo es de noche, por medio de una luna iluminada o una luna llena, luz de luna es creada por medio de instalación de lámparas portátiles. El juego de sol puede ser creado por medio del uso apropiado de una iluminación de colores sobre el cielo de fondo, la estación del año debe de ser indicada, por el grado de calor de los rayos solares y de las condiciones del tiempo, sol nublado, sol radiente, cielo gris. La localidad es más indefinida y sin embargo por el uso de otros efectos escénicos, por el sol de país Italia puede ser diferenciado de Londres con su neblina.

La iluminación juega un papel muy importante en la creación atmósfera o la calidad de ánimo, esta es difícil de obtener por medio de otra vía o camino.

Colorear la iluminación del escenario requiere un estudio cuidadoso del libreto, de las escenas y efectos psicológicos antes de ser usado correctamente. En general esto puede ser encontrado con más frecuencia en comedia cuando predomina el juego de iluminación cálida con pocas o sin sombras y mientras que en tragedias es más efectivo los colores fríos y sombras profundas.

Los aspectos a tomar en cuenta en el diseño de la iluminación escénica, básicamente, son:

- determinación de la localización de los equipos y el diseño de iluminación.
- el diseño eléctrico de la instalación propiamente dicho, que incluye selección de lámparas, equipos, tableros de control y accerios.

5.2 CRITERIOS PARA LOCALIZACION DE LOS EQUIPOS

Las dos categorías básicas de teatros, son los de producciones en vivo, que incluye las representaciones teatrales, conciertos, ópera, danza, etc., y los que proyectan películas. Aunque son muchos los diferentes tipos de escenarios, los más comunes son los de escenarios cerrados y procenium.

Lo más común es que el teatro o la sala de espectáculos esté compuesto de un área de público y el área de escenario. La cual como anteriormente se menciona puede servir para múltiples propósitos. Por lo que un teatro con múltiples usos requiere un plan de iluminación flexible y adecuado.

La iluminación general para representaciones de distinto genero comprende lograr una visibilidad tal que permita conseguir composiciones "artísticas de iluminación", producciones de diferentes efectos, ánimo, revelación de formas tridimensionales.

Estas funciones de la iluminación del escenario resultan de la manipulación de cantidades, cualidades, color y dirección de la iluminación variando de una característica a otra. El plan de la iluminación esta afectado por el presupuesto que se tenga para el proyecto. Las áreas para ser iluminadas incluyen el área frente al escenario, parte trasera del mismo, inclusive áreas por encima y abajo del piso, extensiones del área del escenario, areas auxiliares en el auditorium, frente al escenario y el fondo del escenario.

Una iluminación básica para el área de actuación del escenario puede ser dividida dentro de dos grupos como sigue:

- a. - localizada frente al proscenium, que incluye el cielo raso del auditorium, lados de los muros del auditorium o proscenium o ambos, balcones frontales y seguidoras;
- b. - localizada detrás de la abertura del escenario, que incluye posiciones relativamente fijas, tubos para luces de lados, tubos por encima del cyclorama para iluminación base, espacio libres en lados y parte de atrás del área de actuación principal del escenario para el montaje del equipo y áreas abajo del escenario.

5.2.1 ILUMINACION FRENTE AL ESCENARIO

5.2.1.1 LUMINARIAS EN EL CIELO DEL AUDITORIUM

Los proyectores instalados en cielo del auditorium son, generalmente, usados con propósitos básicos de iluminación de la parte inferior del escenario, al frente de la zona de actuación. Cada proyector produce una claridad definida por el haz de iluminación, que debe proporcionar un mínimo de 35 a 40 pie-candelas de luz blanca cuando esté a su máxima capacidad o, sea, que el dimmer le este proporcionando voltaje nominal de la lámpara, esta iluminación es medida sobre el plano horizontal sobre el escenario, se puede conseguir variando tanto el tamaño como el ángulo mediante una adecuado control de los proyectores. Los proyectores elipsoidales incorporan opturadores, es un ejemplo de estos equipos y son los generalmente los más usados. Los proyectores de arco son localizados detrás de la abertura del escenario, en el cielo raso o son montados en aberturas en los lados de las paredes. Uno o más proyectores pueden tener el centro del haz con unos 30° a 60° con la horizontal cuando ven la elevación de lado y unos 45° cuando iluminan el plano del escenario.

5.2.1.2 LUMINARIAS COLOCADAS EN LAS PAREDES DEL ESCENARIO

Las luminarias localizadas en los lados las paredes del escenario, aunque no se requieren absolutamente, son recomendadas. Ellas son usadas, principalmente, como un complemento a los proyectores del cielo y son del tipos similar. colocadas en aberturas de las paredes. Estas proporcionan ángulos variados bajos, dando una buena oportunidad para combinar la iluminación de los lados, con iluminación superior en un amplio rango de ángulos.

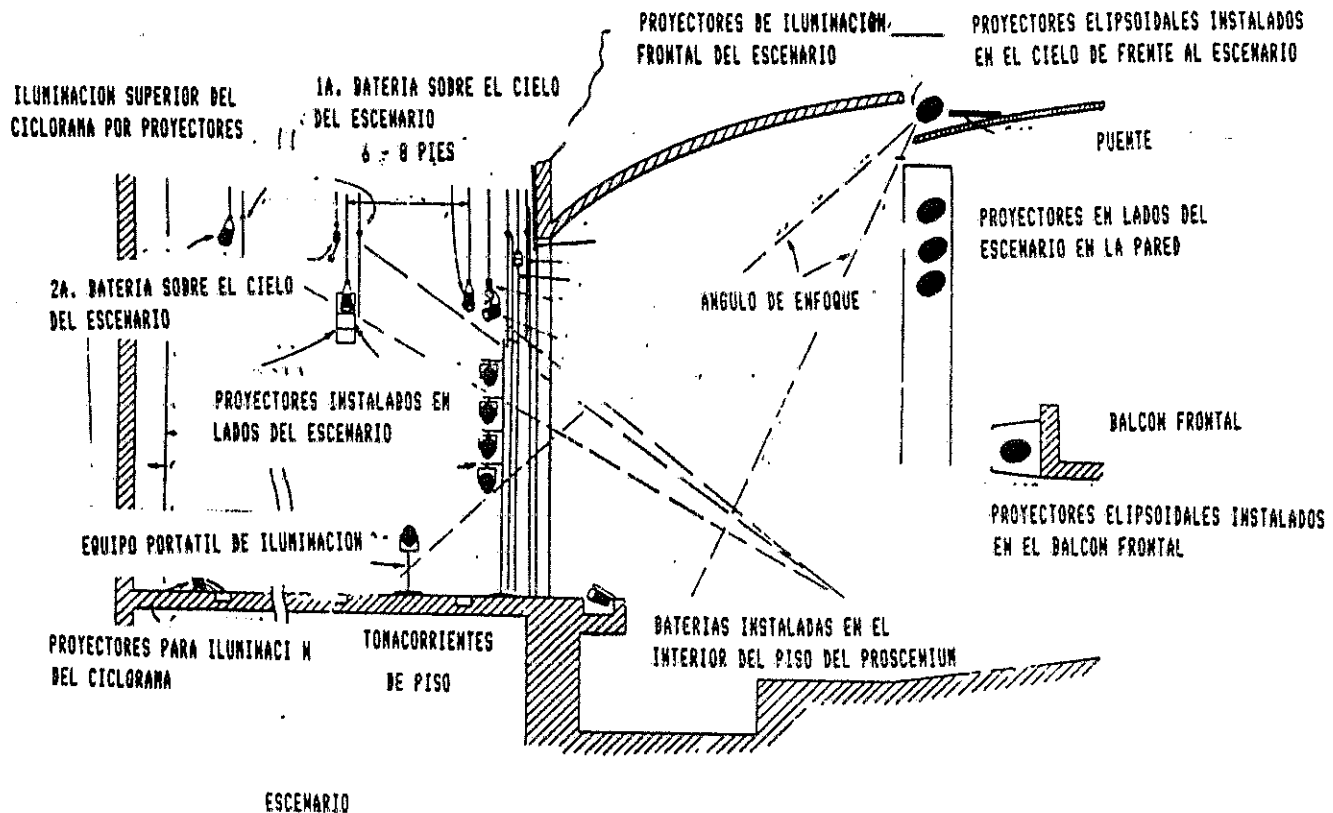


Fig.5.5 Plan general de iluminación de un escenario, en el cual se muestra la localización del equipo más común utilizado.

5.2.1.3 LUMINARIAS FRENTE A LOS BALCONES DEL FRENTE AL ESCENARIO

Los ángulos de iluminación desde los proyectores, a los lados de las paredes y el cielo, proporcionan efectiva iluminación frontal para muchos propósitos, pero, en ocasiones es necesario iluminación desde los balcones, pues, proporcionan ángulos bajos con dirección al frente del escenario.

5.2.1.3 LUMINARIAS SEGUIDORAS

Las luminarias seguidoras son utilizadas para iluminación de gran intensidad en seleccionadas aplicaciones. Una seguidora puede ser capaz de proporcionar niveles de iluminación de hasta 200 pie-candelas o más y 8 pies de diámetro, pudiendo conseguir variaciones en la forma del haz, con el tamaño iluminando a una persona en especial o aumentado hasta iluminar una buena porción del escenario. Además, es posible variar el color del haz. Son operados desde varios puntos, desde los lados frente al escenario, arriba como en el piso, etc.

2.2.1.4 LUMINARIAS DE BORDE DEL ESCENARIO

Un espacio para el equipo de iluminación de piso puede ser provisto en el borde de la plataforma del escenario. La iluminación de piso es deseable en el diseño de modernos teatros. Es usada en iluminación complementaria y como fuente de iluminación primaria.

5.2.2 LUMINARIAS COLOCADAS DETRAS DEL ESCENARIO

5.2.2.1 LOCALIZACION POR ENCIMA DEL ESCENARIO

El gran número de luminarias localizadas sobre la parte superior del escenario son montadas principalmente en tubos o puentes situados inmediatamente después del proscenium. En la iluminación que se instala en los tubos o puente pueden ser incluidas los proyectores, baterías, y proyectores escénicos. Es necesario que los proyectores que se instalen en este punto proporcionen un haz de iluminación suave, con variación en su diámetro como en el enfoque, pudiendo ser una buena elección el proyector tipo Fresnel. Un número similar de proyectores elipsoidales son montados paralelamente a los Fresnel. Estos pueden ser instalados sobre los mismos tubos o sobre tubos paralelos a la abertura del proscenium con una separación que no pase más de 6 a 8 pies entre dos filas.

5.2.2.2 CONECTORES DESMONTABLES PARA ILUMINACION DEL ESCENARIO

El propósito básico de los conectores desmontables es proveer de un medio simple y rápido de conectar eléctricamente un número de luminarias montadas sobre los puentes o tubos por medio de una serie de enchufes.

La longitud del cordón del conector desmontables, que se monte sobre un tubo o puente puede ser aproximadamente el ancho de la abertura de escenario. Los enchufes deben de estar espaciados por lo menos 12" entre uno y otro enchufe o grupos de enchufes. Debiendo cada conector tener su circuito separado con neutral individual para cada uno.

Una opción más flexible que los tubos de iluminación, puede ser utilizando conectores desmontables fijos para iluminación específica con un número de multiconductores permanentemente sujetos a una parrilla sobre el escenario con un tamaño adecuado y un número adecuado de enchufles.

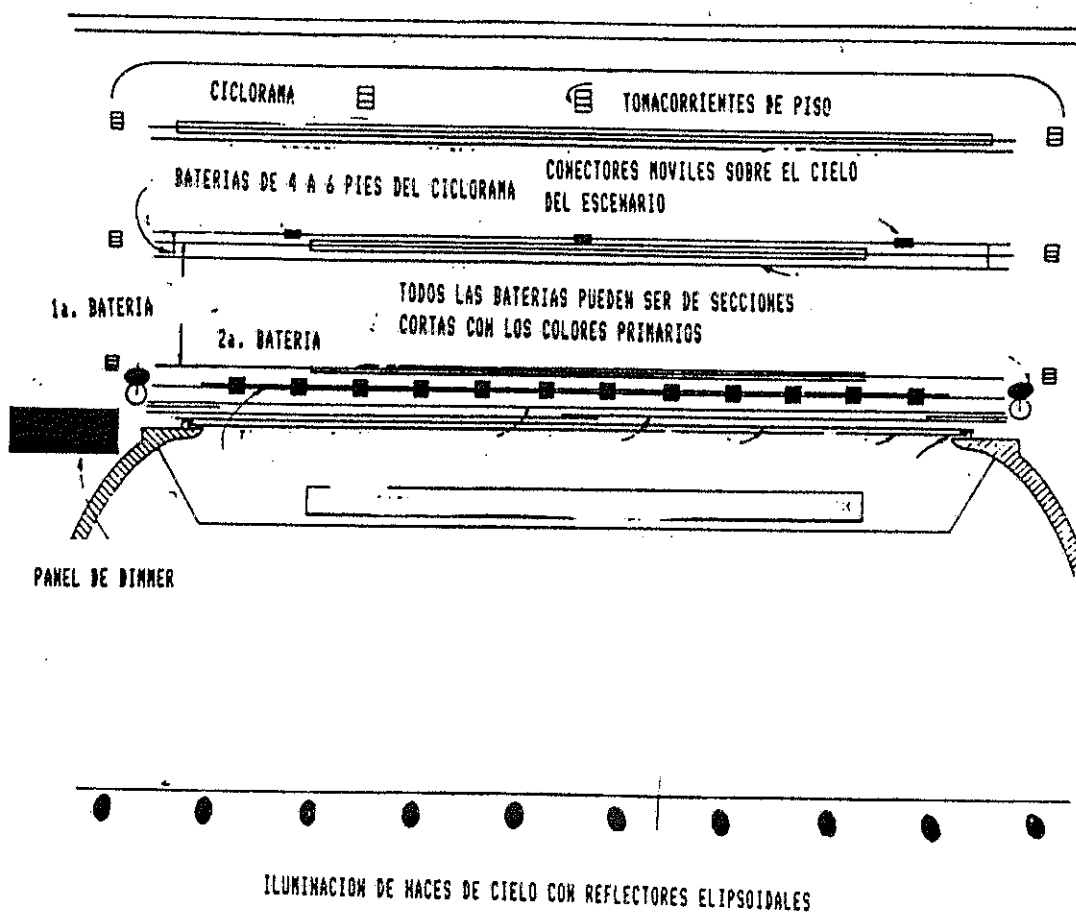


Fig.5.6 Plan general de iluminación de un escenario, en el cual se muestra la localización del equipo más común utilizado, vista de planta.

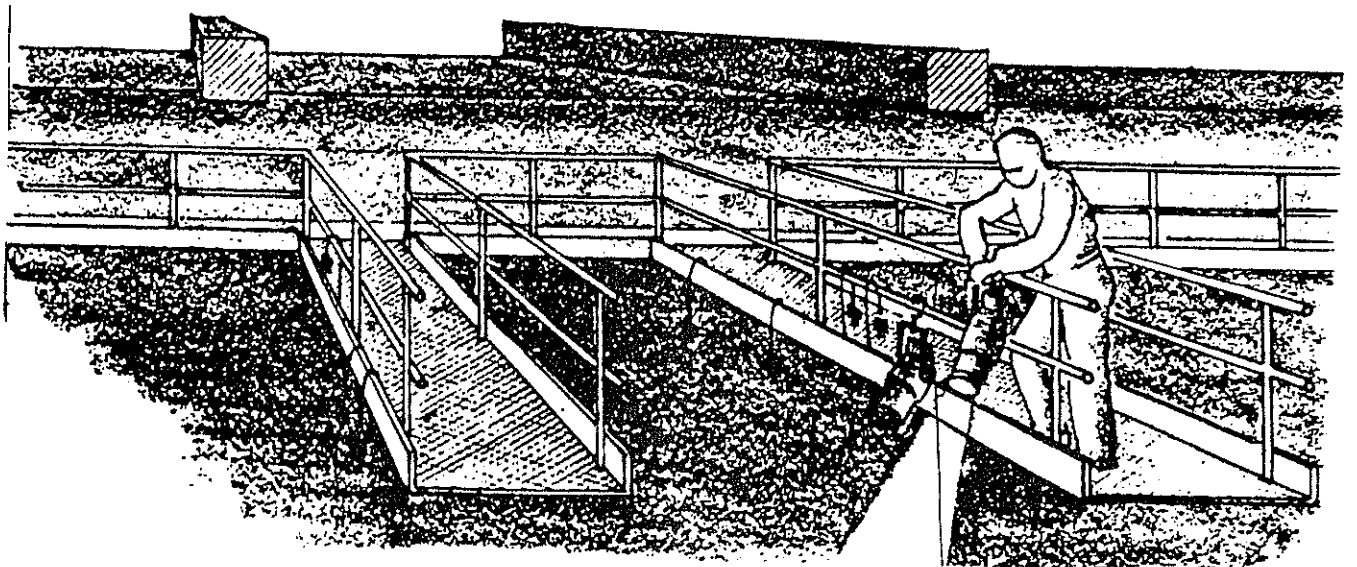
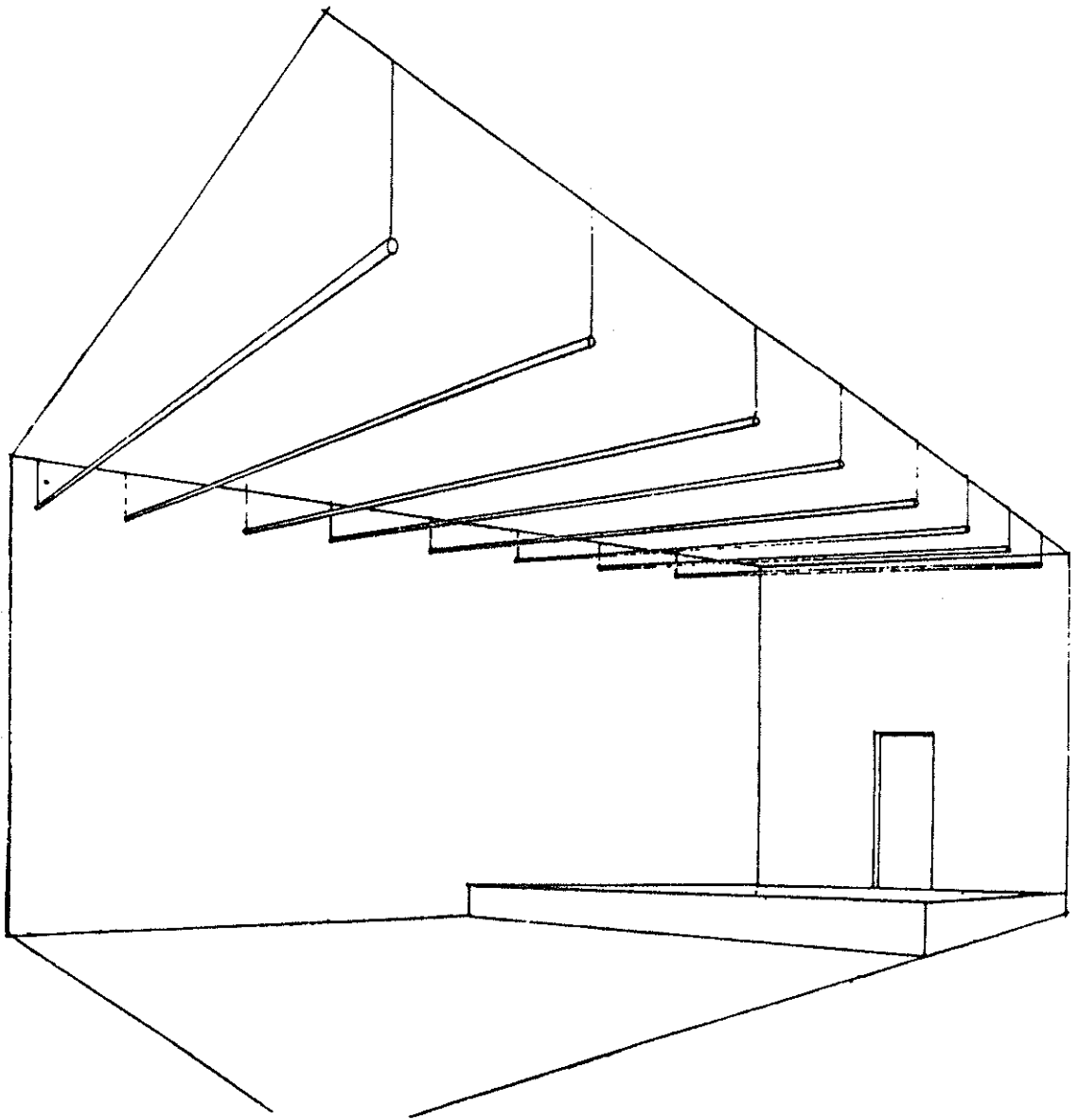
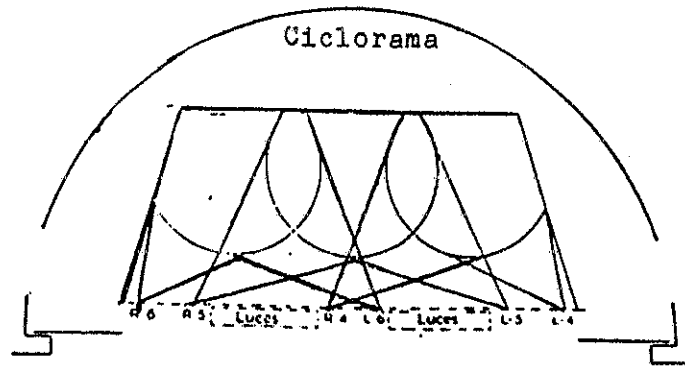
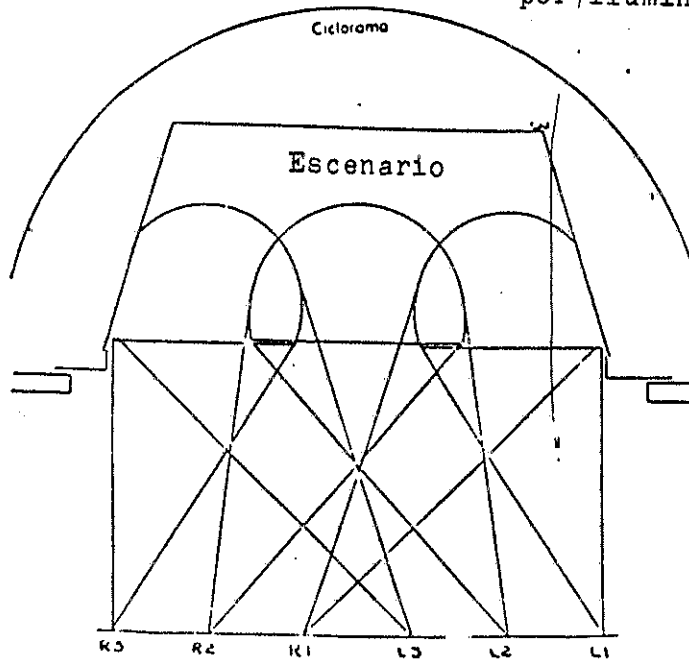


Fig.5.7 Estructuras comunes utilizadas para la instalación de el equipo de iluminación sobre el escenario.



Haces de luz proyectados sobre el escenario por iluminación



Haces de luz proyectados desde el cielo del teatro hacia el escenario

Fig.5.8 Plan general de iluminación de escenario más detalles.

5.2.2.3 ILUMINACION PARA BORDE SOBRE EL ESCENARIO

Una batería provee, por lo general, una iluminación suave a través de un área del escenario, proporcionando iluminación por encima del telón colgante del escenario. Esto contribuye a una calidad total de la iluminación para los efectos especiales. Separando el control de diferentes secciones de la batería, es posible habilitar partes en el ancho del escenario con diferentes tonalidades de brillantes y color. Las baterías pueden ser alambrados con tres o cuatro circuitos de color y deben ser capaces de proporcionar de la totalidad del ancho de la abertura del escenario. El nivel de iluminación proporcionado por una batería en la superficie central no debe ser menos de 25 pie-candelas de luz blanca cuando las mediciones sean hechas a 6 pies del piso del escenario.

Cuando la construcción de la cubierta de metal se emplea para la construcción de baterías, la cubierta que contiene a los conductores del circuito, enchufe y receptáculo debe hacerse de una lamina de metal no más delgada que el No. 20 MSG y debe estar tratada para prevenir la oxidación. Las terminales de los receptáculos de las lámparas deben ubicarse, por lo menos, a 1/2 pulg. de separación de la cubierta metálica del proyector. Los conductores del circuito deben soldarse a las terminales de los receptáculos de lámparas.

5.2.2.4 ILUMINACION EN LA PARTE SUPERIOR AL CICLORAMA

Las baterías del ciclorama deben ser de bastante longitud para proporcionar una iluminación completa del ancho visible del fondo del escenario, la iluminación del cyclorama requiere por lo menos el nivel de 50 pie-candela y cuando el cyclorama es una importante característica, este debe ser iluminado con 3 ó 4 colores en conjugación con filtros de color tales como verde, rojo, azul. Los requerimientos de niveles de iluminación pueden necesitar dos filas de baterías, usando, por ejemplo, 300 Watt con lámparas tipo R-40 sobre 6" de centro o 500 Wtt con lámparas R-40 con 8" al centro de cada enchufe.

5.2.2.5 ILUMINACION TRASERA DESDE LA PARTE SUPERIOR DEL ESCENARIO

Esto es deseable cuando se tiene una fila de iluminación de haz angosto e intenso, por ejemplo proyectores parabólicos o proyectores elipsoidales, sostenidos sobre tubos, por la parte superior del escenario, pero dirigidos directamente sobre el escenario para proporcionar iluminación trasera de los artistas, en el área de actuación principal, estas pueden ser una luminaria de 500 a 750 watt. En este caso deberá tenerse mucho cuidado pues un haz de luz mal enfocado podría deslumbrar a las personas sentadas frente al escenario.

5.2.2.6 MONTAJE PARA ILUMINACION DE LADOS DEL ESCENARIO

Aunque otros metodos de montaje pueden ser utilizados cuando las condiciones lo permitan, éstos son generalmente travesaños de algunas estructuras o por medio de tubos en las paredes y el piso.

5.2.2.7 EFECTOS ESPECIALES

Pantallas fluorecentes , tejidos u otros materiales responden a ondas de longitudes ultravioleta son a menudo, usados para efectos especiales de teatro. Fuentes para exitación de materiales fluorecentes, luminarias de luz negra, incluyendo las lámparas de mercurio , son utilizados en algunos efectos.

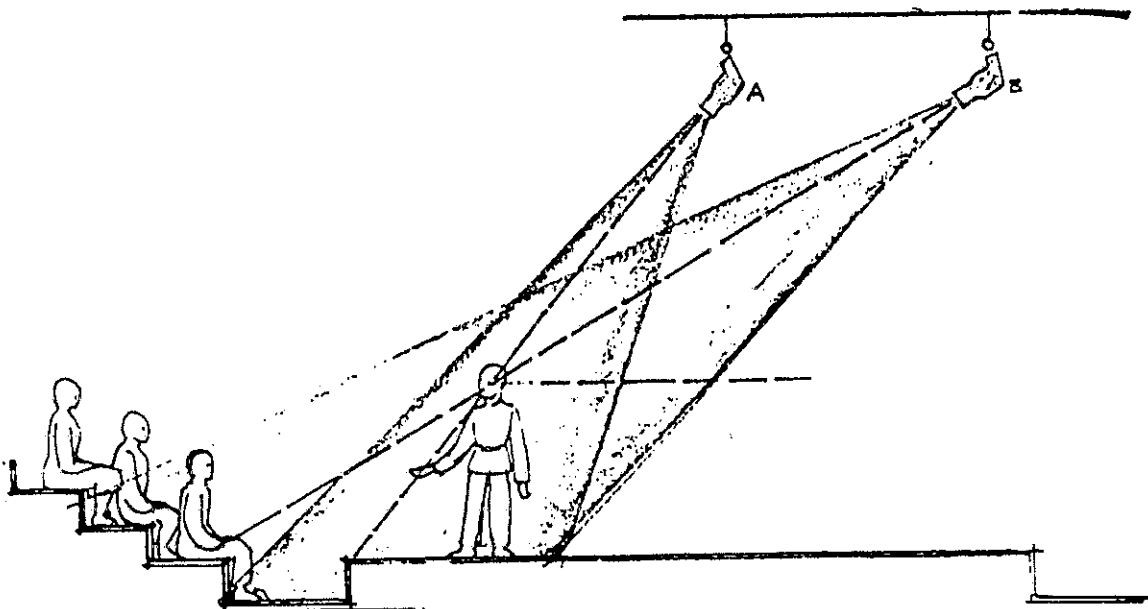


Fig.5.9 Iluminación por la parte de atrás de la zona de actuación y a los lados.

5.3 PLAN STANDARD DE ILUMINACION

La localización de los equipos sobre el escenario depende primordialmente del tipo y estilo de producción. El medio común para la iluminación de los diferentes producciones requiere el mismo equipo fundamental, pero tal vez en una posición diferente. A pesar de esto una cierta variación en cualquier, plan de iluminación es siempre necesaria. Por lo que un plan estandar el cual sea lo más flexible posible puede ser sugerido.

El orden para diseñar como regla general es primero el área de actuación, como anteriormente se indico debe ser iluminada desde un ángulo equivalente a la diagonal de un cubo. Esta se recomienda que sea iluminada desde puntos frente al escenario o parte superior del escenario.

- A - VIGA
- B - PUENTE
- C - PROSCENIUM
- D - TELON
- E - TUBO DE LOS LADOS
- F - TUBO DE BOCA
- G - PANEL DE CONTROL
- H - TOMACORRIENTES DE PISO
- K - CYCLORAMA
- L - BATERIAS
- M - BATERIAS
- N - ILUMINACION DE HORIZONTE
- P - ILUMINACION DE CICLORAMA
- 1 - 6 AREA DE ACTUACION

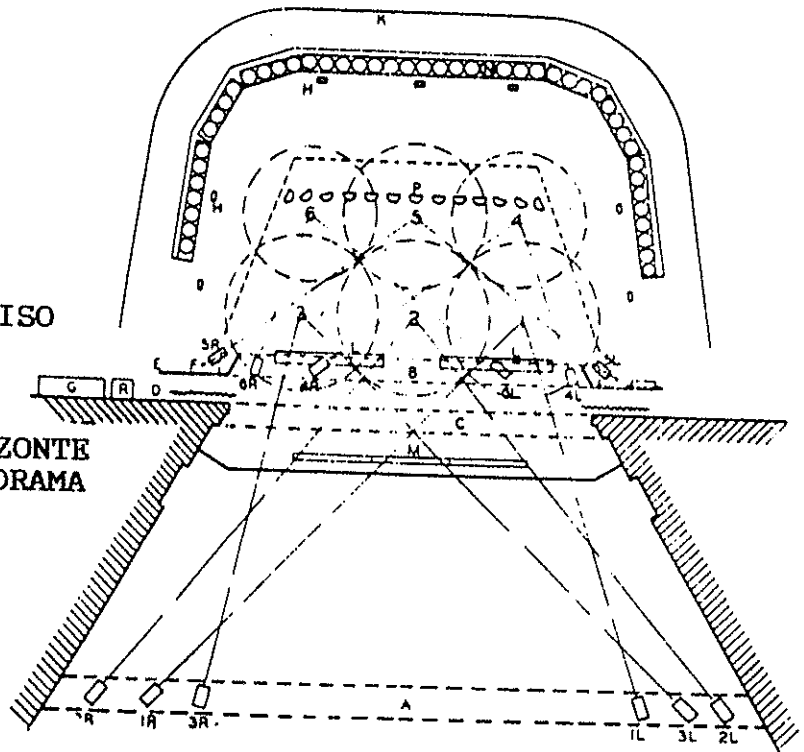


Fig.5.10 Vista de planta de la ubicación general del equipo sugerido en un plan estandar de iluminación.

Por lo general, el área de actuación se divide en seis partes, siendo iluminada por proyectores ocultos a la audiencia, pueden ser suficientes seis en el cielo del auditorium aunque ocho algunas veces son necesarios. El área atrás del escenario es iluminada por proyectores colocados sobre puentes o tubos, sobre los cuales los equipos son afianzados, proporcionando fácil acceso para enfocar, cambio de color, etc. Durante una escena para el juego usual, el equipo de iluminación debe ser montado de tal forma para no ser visible a la audiencia. Si es posible, el puente debe ser del tamaño de la abertura del escenario debiendo ser ajustable en su altura.

Las baterías pueden ser montadas sobre el puente, son las luces altas de la zona de actuación. Estos no deben cubrir toda la longitud de la abertura del escenario. es deseable que se dividan en secciones para que estas puedan ser movidas, alrededor del escenario según sean las condiciones del juego. Estas secciones si es posible deben ser controladas por separado para dar una mayor flexibilidad.

La iluminación de piso, por supuesto, es colocada en el extremo frontal del piso del escenario. Estos no deben ser colocados muy lejos desde la abertura del proscenium. Como ellos producen un indeseable resplandor sobre el auditorium, paredes y cielo. Esto significa que la parte delantera del escenario no debe de ser muy profunda, tampoco deben de ser colocados en los lados de la abertura del escenario. La iluminación de piso puede ser controlado desde varios circuitos como en el borde de las baterías, para brindar flexibilidad todo el tiempo.

El fondo o cielo falso, es colocado en el cyclorama completamente en la parte posterior del escenario y es casi siempre iluminado desde abajo o arriba. La iluminación desde abajo colocando como circuitos de pie.

La iluminación horizontal, donde quiera que sea posible, se debe colocar debajo del nivel del suelo por medio de cavidades en el piso del escenario para ser ocultas a la audiencia. Si esto no es posible ella puede ser colocada sobre el piso, talvez cuatro o seis pies de el fondo, esto es determinado por la distribución del equipo usado, y escondido por medio de piezas o cubiertas pintadas representando un horizonte.

La posición superior del cyclorama puede ser iluminada por proyectores colocados bien lejos frente a este. Usualmente dos o tres colores son suficientes, por ejemplo, azul oscuro, azul claro y ambar para obtener el efecto usual del cielo.

Aún los niveles bajos de iluminación son esenciales allí la razón de utilizar los reflectores. Esta iluminación es suspendidas desde el cielo por medio de tubos o puentes.

Los efectos especiales tales como luz de sol, luz de luna, fuego, iluminación de las puertas de fondo, ventanas de apoyo, deben ser instalados en diferentes puntos del piso del escenario. Como estos puntos varían de acuerdo al plano de plata de juego, varias espigas o tomas deben de ser colocadas en todo el area del piso. Existe un tipo de tomas portatiles o fijas según las necesidades del equipos de denominan "floor Pocket", las cuales pueden ser colocadas en el escenario en cualquier lugar que se necesite.

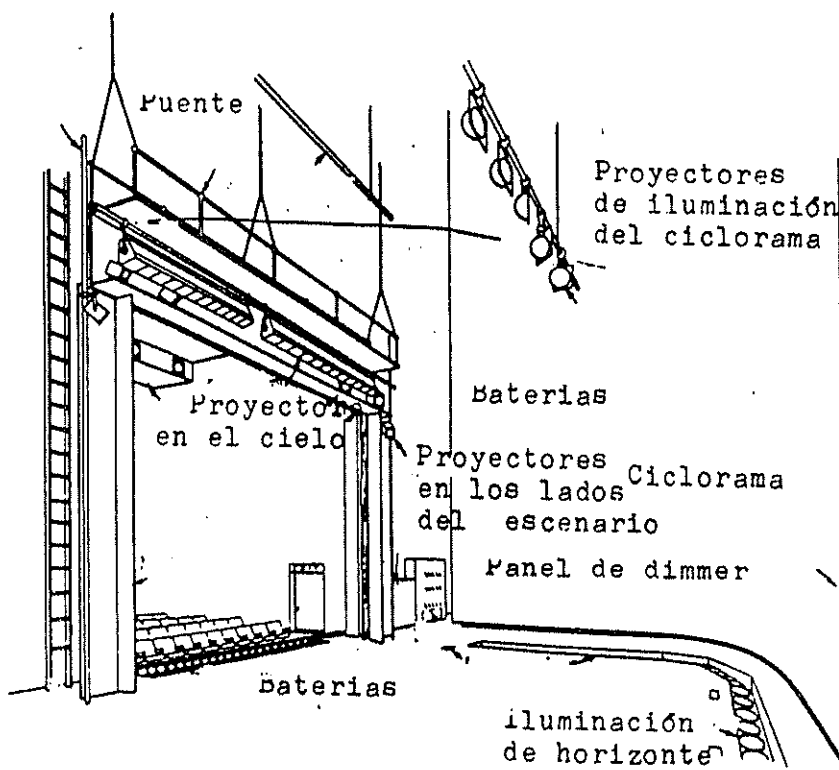


Fig.5.11 Proyección en perspectiva del escenario visto desde el lado izquierdo.

5.4 DISEÑO DE SISTEMAS DE ILUMINACION.

Las instalaciones eléctricas en los escenarios de los teatros pueden presentar grandes dificultades en su envergadura y composición. Esto depende sobre todo del gran abanico de condiciones exigidas, que en el caso de teatros pequeños como de colegio y comunales son diferentes de las correspondientes de un teatro en una ciudad. Además, ha de tenerse en cuenta que en los nuevos teatros no solo se utilizan para representaciones escénicas, sino, también, para conciertos, e incluso, bajo determinadas circunstancias para show y exhibiciones deportivas. A continuación se exponen indicaciones generales sobre el proyecto y el montaje de las instalaciones eléctricas.

5.4.1 CALCULOS DE ILUMINACION

El principal método que se utiliza en el diseño de sistemas de iluminación de escenarios iluminados por medio de proyectores, que utilizan reflectores y lámparas es por medio de el uso directo de curvas fotométricas.

5.4.2 USO DE CURVAS FOTOMETRICAS

En general, estas curvas son proporcionadas por los distintos fabricantes, ellas proporcionan datos tales como,

- el ángulo de expansión,
- diametro del haz a determinada distancia,
- iluminación en diferentes puntos en pie-candela,
- tipo de lámpara que produce este haz,
- equipo que lo utiliza,
- datos complementarios.

Por medio de estas curvas es posible elegir, tanto el equipo como la lámpara que proporcione los niveles recomendados. Selección de equipo se hace de la siguiente manera:

1. determinación de los niveles de iluminación,
2. determinación del número de lámparas,
3. determinación de tipo de equipo,
4. determinación del tamaño de lámparas.

5.4.2.1 DETERMINACION DE LOS NIVELES DE ILUMINACION

Todo diseño de iluminación se inicia con determinación de los niveles adecuados de iluminación. En el caso particular de los escenarios, no es posible hablar de un nivel de iluminación uniforme debido a que cambia con las condiciones de las producciones que se trate, además, de ello, la mayoría de lámparas están sujetas a una variación en su nivel de luminosidad por medio de los sistemas de control, para brindar una flexibilidad completa en la iluminación de este y, así, crear múltiples efectos de iluminación, por lo que se parte de fijar niveles de iluminación máximos, en otras palabras, los niveles que se tienen cuando la lámpara tiene su nivel de voltaje y corriente nominal, sabiendo que en cualquier momento podrán ser reducida mediante la manipulación adecuada de los sistemas de control.

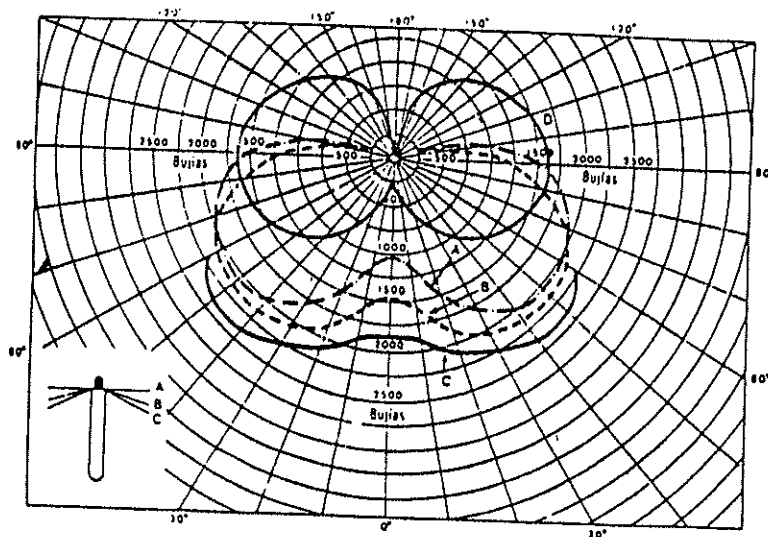


Fig.5.12 Curva fotométrica típica de lámpara normal.

Según IES recomienda ciertos niveles de iluminación con luz blanca cuando al diseñar se utilicen los siguientes criterios:

TABLA 5.1
NIVELES DE ILUMINACION RECOMENDADOS EN ZONAS EN EL ESCENARIO

POSICION	PROPOSITO DE ILUMINACION	TIPO DE INSTRUMENTO	RANGO DE LUX MAX RECOMENDADOS
HAZ	FRENTE AL AREA DE ACTUACION	ELIPSOIDAL	300-400
EL EL PUENTE	AL FONDO DEL AREA DE ACTUACION	ELIPSOIDAL FRESNEL	300-400
LUZ DE BORDE	MEZCLA CON ILUMINACION GENERAL	SECCIONES DE BATERIAS TRES COLORES	200-250 MEDIDOS A 6' PIES DEL PISO DEL ESCENARIO
LUZ DE PISO	MEZCLA CON ILUMINACION GENERAL	SECCIONES DE BATERIAS TRES COLORES	200-250
LUZ DE CYCLORAMA	PARTE SUPERIOR DEL CYCLORAMA	ELIPSOIDALES FRESNELES CAVIDAD PAR	300-500
	PARTE INFERIOR	SECCIONES DE BATERIAS CUATRO CLORES	200-250

Cualquier otra fuente de iluminación que sea extra o para algún otro propósito que no, se mencione en la tabla, se recomienda que tenga, como mínimo, un nivel de 300 lux sobre el área a iluminar.

5.4.2.2 DETERMINACION EL NUMERO DE LAMPARAS

En la determinación del número de lámparas necesarias para un determinado propósito el aspecto más importante es que la lámpara debe tener un haz que cubra la zona, adecuadamente.

La elección se basa, principalmente, en considerar que la lámpara tiene un filamento concentrado de tal forma que el haz proyectado pueda asociarse con un ángulo de extensión, el cual parte del centro del filamento y que según la distancia de éste al filamento tendrá un diámetro determinado, con determinado nivel de iluminación, formando un cono perfecto, para el cual su eje central coincide exactamente con el filamento de la fuente, esto es lo que constituye una curva fotométrica utilizada en los cálculos de iluminación de escenarios y es por lo general la que es proporcionada por los proveedores.

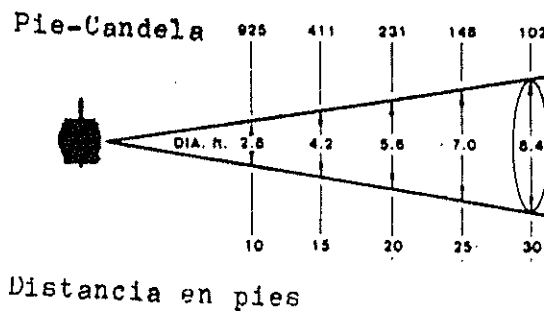
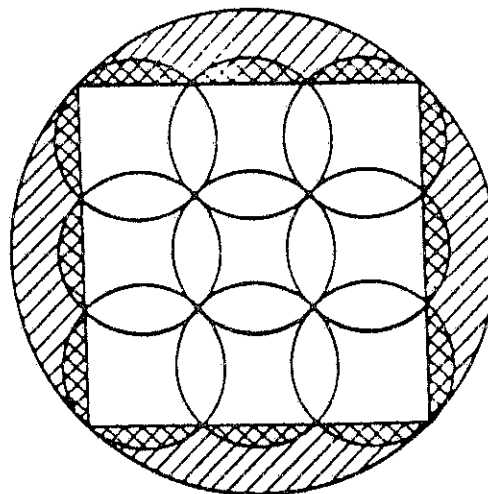


Fig.5.13 Curva fotométrica de iluminación para una lámpara de 750 W BTM.

Se asume que la mayoría de las lámparas que se utilizan en los distintos equipos para iluminar el escenario son del tipo de filamento concentrado, por lo que proyectarán haz en forma de conos a excepción de las luminarias tipo par que proyectan haces en forma de elipse, aunque para propósitos de cálculo el tratamiento es similar al que se expone a continuación.

El proceso se inicia teniendo claramente cuál es la zona que se desea iluminar y la posición de los equipos desde dónde la vamos a iluminar. Es necesario que en la distribución de iluminación sobre una superficie horizontal o vertical los círculos proyectados por los haces de las fuentes de iluminación se traslapen. Este traslape depende de la distribución de iluminación de las curvas fotométricas del haz de la fuente. La figura 5.15 muestra un traslape entre círculos que, usualmente es suficiente para conseguir una iluminación uniforme de un área determinada.



36%
 9%

Porcentaje de luz proyectada fuera del escenario

Fig.5.14 Traslape de haces de lámparas.

De la figura se nota que cuando se utiliza una sola fuente para iluminar un área determinada, se proyecta un círculo grande, en el cual alrededor del 36% de luz proyectada se desborda fuera del área a iluminar, esta parte de luz se pierde y en la mayoría de los casos produce molestos reflejos hacia el público de los ambientes cercanos al área iluminada. Cuando se incrementa la cantidad de fuentes de iluminación de uno a nueve fuentes se tiene solo 9% de luz proyectada fuera del área, con lo cual se consigue reducir las pérdidas de iluminación y además se reduce el efecto de reflejo hacia el público. En general una cantidad adecuada de fuentes para iluminar un área determinada, dará como consecuencia una iluminación agradable y eficiente.

Por ejemplo, el área de actuación del escenario para propósitos de iluminación se divide en sub áreas, una buena iluminación demanda que cada una de estas áreas sea iluminada por separado. El número de áreas puede variar, según el tamaño del escenario, llegando a variar entre los escenarios de pequeño y mediano tamaño desde una hasta seis áreas o más, según sea el caso.

En el caso de iluminación con baterías no se tiene este problema, pues, la disposición de estas prevé que los haces de los reflectores individuales se traslapen uno con otro, con lo que se consigue una iluminación en forma continua, en forma de cuña de luz, únicamente se deberá tener cuidado en la distancia que se deja entre dos tramos de baterías contiguas, debido a que si la distancia es grande, puede formarse discontinuidades de iluminación tanto en la iluminación de borde como en la iluminación como la de pie, teniendo como consecuencia un efecto no uniforme y desagradable.

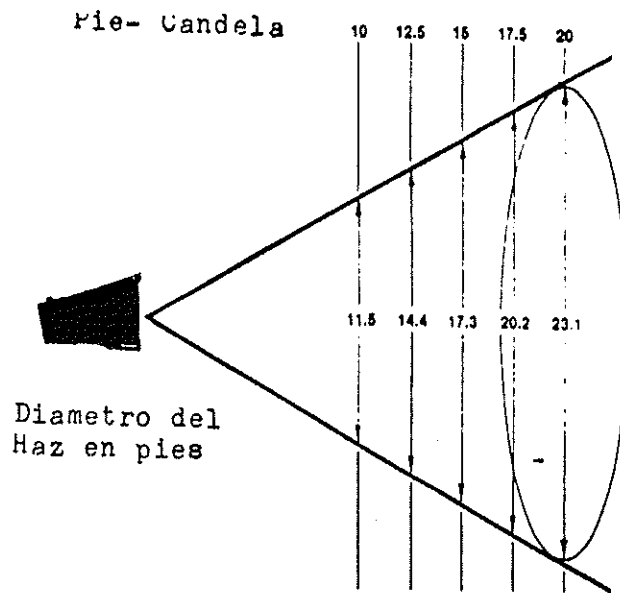


Fig.5.15 Haces de iluminación proyectados por baterías.

En la tabla siguiente se dan los diámetros de los círculos producidos por varios haces de estención a una distancia determinada. En cualquier caso, se deben trazar diagramas a escala del área a iluminar y partir de allí para el trazo de las circunferencia de los círculos proyectados por las fuentes.

TABLA 5.2
DIAMETRO EN PIES DE CIRCULOS PRODUCIDOS POR VARIOS ANGULOS DE EXTENSION

	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°
10			5.4	7.3	9.3	12	14	17	20	24	29	35
15		5.3	8.1	11	14	17	21	25	30	36	43	52
20		7.1	11	15	19	23	28	34	40	48	57	69
25		8.3	13	18	23	29	35	42	50	59	71	86
30	5.3	11	16	22	28	35	42	50	60	71	86	103
40	7.0	14	21	29	37	46	56	67	80	95	114	138
50	8.8	18	27	36	47	58	70	84	100	119	143	172
60	11	21	32	44	56	69	84	101	120	142	171	207
75	13	27	40	55	70	87	105	126	150	178	214	259
100	18	35	54	73	93	116	140	168	200	238	290	345
125	22	44	67	91	117	145	175	210	250	298	357	
150	26	53	81	110	140	173	210	252	300	357		
175	31	62	94	128	164	202	238	294	350			
200	35	71	107	146	187	232	280	336				
250	43	88	134	182	234	289	350					
300	52	106	161	219	280	347						

5.4.2.3 DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LA LAMPARA A UTILIZAR

Después que el número de lámparas es determinado, el siguiente paso es la selección del tamaño de la lámpara que proporcione los niveles necesarios de iluminación.

En la selección de la lámpara intervienen las curvas fotométricas como las que se muestran anteriormente.

En este paso contamos con los siguientes datos:

- el nivel de iluminación deseado, en lux,
- la distancia de la fuente de iluminación a la superficie a iluminar,
- además de ello se conoce el diámetro del círculo proyectado por el haz,
- el ángulo que produce esa proyección.

Por lo que de las características fotométricas de, las lámparas proporcionadas por el proveedor o tomadas del apéndice B, de este equipo seleccionamos la que más, cumpla con las condiciones expuestas. Siempre que sea posible este es el mejor y más seguro método para seleccionar el tamaño de la lámpara.

En general es posible trazar curvas fotométricas de lámparas que sean específicamente para esta aplicación, de la siguiente manera, se necesita conocer por lo menos :

- intensidad luminosa en Candelas de la fuente,
- el ángulo de extensión a la que se utiliza.

La iluminación que produce la fuente a una distancia del centro del haz:

$$E = \frac{I}{d^2} \quad \text{Diámetro} = 2d \tan[\theta/2]$$

Donde:

- E = Nivel de iluminación en luxes o pie-candelas
- I = Potencia en candelas
- d² = Distancia al cuadrado del centro del haz

Así, por ejemplo, si se tiene una lámpara con los siguientes datos

- I = 88000
- = 37°
- d = 30,40,50,60,70 PIES

TABLA 5.8
DATOS PARA TRAZO DE CURVA FOTOMETRICA

I	d ²	E PIE-CANDELA	Diametro pies
88000	900	97	20
88000	1600	55	27
88000	2500	35	23
88000	3600	24	40

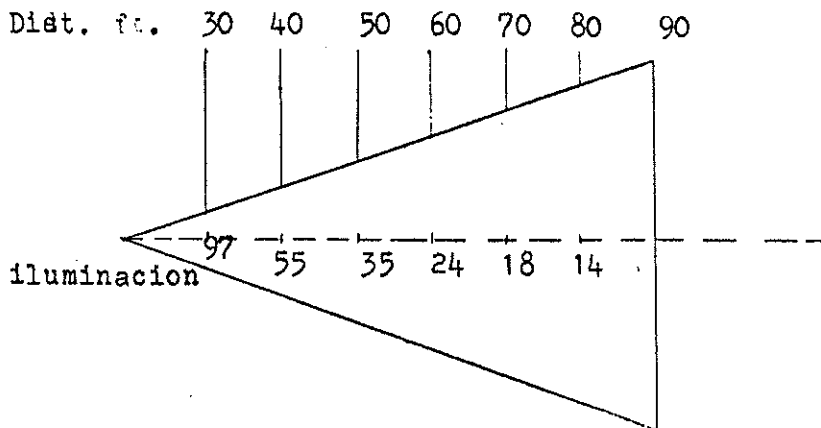


Fig. 5.16 Trazo de curva fotométrica.

5.5 DISEÑO DE INSTALACION DEL ESCENARIO

Debido a que las instalaciones de iluminación de escenarios son un poco diferentes a las instalaciones comunes vale la pena hacer una breve mención de las principales características que debe de cumplir. Se parte de tener el plano de iluminación completo del escenario en el cual se indican las localizaciones de todos los equipos, la potencia y en número de las lámparas que se utilizar.

En en plano se cuenta con la localización de el lugar donde se ubican tanto el panel de dimer como la consola de control.

5.5.1 SELECCION DE CONDUCTORES

En general, en las instalaciones eléctricas los elementos que proporcionan la trayectoria de circulación de de corriente eléctrica son los conductores. Por lo general son instalados desde el panel de dimmer a las cajas tomacorrientes en el escenario y también a conectores portátiles.

5.5.1.1 METODOS DE ALAMBRADO

En general, cuando el cableado es fijo, sea que se conduzca a través de tuberías metálicas o no metálicas se debe recubrir con, al menos 2 pulg. (50.8mm) de concreto. Utilizando en este caso Cable tipo MI.

EXCEPCION : el alambrado para el tablero de control de iluminación de escenario portátil, set de luces de escenario, efectos de escenario y otros alambrados no arreglados en una conducto fijo, deben estar provistos de cordones flexibles y cables apropiados. La fijación de estos cables o cordones con grapas no aislantes o con clavos no es permitido.

5.5.1.2 NUMERO DE CONDUCTORES EN UN TUBERIA

El número permitido en cualquier tubería de alambres o cables, sea ésta rígida o no, metálicos, para iluminación bordes o circuitos de cajas tomacorrientes portátiles o para conductores de control remoto no deben exceder el % llenado mostrado en la tabla 5.1.

TABLA 5.9
PORCENTAJE DE SECCION DE LLENADO DE TUBOS PARA CONDUCTORES

Número de conductores	1	2	3	4	más de 4
Todo tipo de conductores	53%	31%	40%	40%	40%

Cuando se cuente con canaletas u otro tipo de sistema, las sumas de las areas seccionales de todos los conductores contenidos en cualquier sistema no debe de exceder el 20% interior del area seccional de la canaleta u otro sistema.

5.5.1.3 AISLAMIENTO DE CONDUCTORES

Ya sea iluminación de pie, de borde, de proscenio o luces portátiles o accesorios, deberán alambrarse con conductores que tengan el aislamiento apropiado para las temperaturas a las cuales los conductores sean operados y no menores a 125°C (257°F) En genral se recomienda utilizar losa siguiente aislamientos para los cables :

TABLA 5.10
AISLAMIENTO DE CONDUCTOR

APLIACION DEL CONDUCTOR	TIPO RECOMEDADO DE AISLAMIENTO
Conductores en tuberia que alimente equipo fijo, como luz de bordes, iluminación de baterias, iluminacion frontal del escenario y en las paredes.	FEPB MI o MC PFA
Conductores para equipo portatil o que se canbie de lugar según se necesite como Tableros portartile, Fresnel, Elipsoidales, Par, seguidoras etc.	S SO ST STO G W

Los cables deben de estar apropiadamente sostenidos.

5.5.1.4 CALCULO DE LA AMPACIDAD DE CONDUCTORES

El NEC recomienda que los conductores no sean cargados sobre el 80 % de su ampacidad nominal, en el caso de instalaciones para teatros se trabaja con un sistema dinamico, en las que la carga puede variar en rangos considerables, por lo que para propósitos de diseño se hace necesario dejar un margen de seguridad mayor, que por lo genral lo es del 70 %.

La ampacidad de los conductores según el tipo de aislamiento viene dado por la siguiente tabla.

TABLA 5.11
AMPACIDAD EN AMPERIOS DE CABLES Y CORDONES FLEXIBLE

Tamaño en AWG	Aislamiento Tipo S, SO,ST,STO,G,W	Aislamiento Tipo FEPB,MI,MO,PFA
18	7	10
17	9	12
16	10	13
14	15	18
12	20	25
10	25	30
8	35	40
6	45	55
4	60	70
2	80	95

Para la aplicación de este tipo de instalación predomina el criterio del cálculo del conductor por regulación.

Es necesario que la caída de tensión en los conductores no exceda un cierto límite, pues de lo contrario se verían afectada las características de las lámparas, dando como resultado efectos pobre en el control de las mismas. Por lo que se debe tener en cuenta los siguientes criterios:

- en iluminación de pie, de borde, lámparas del proscenio y en general, equipo que permanezca fijo, deben distribuirse en los circuitos de tal forma que ninguna rama del circuito de suministro de dicho equipo, pueda acarrear una carga que exceda los 20 amp.
- no utilizar conductores menores al calibre No.12 , para la alimentación de fuentes de iluminación
- la caída de tensión permisible entre el panel de dimmer o panel de control principal hasta una toma, conector o enchufe que alimente algún equipo debiera ser del orden de 2%, cuando los conectores operen con su carga nominal.
- Cuando se calcule el conductor de una lámpara de mercurio se debiera de tomar como corriente base para el cálculo la corriente de arranque.

Se utilizan las siguientes fórmulas :

$$V=I \cdot R$$

$$\frac{e=I \cdot l}{A \cdot K}$$

$$K_{al} = \frac{36 \text{ mm}^2}{\Omega - m}$$

$$P= V \cdot I \cdot \cos$$

$$P= \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos$$

$$K_{Cu} = \frac{57 \text{ mm}^2}{\Omega - m}$$

$$L = \sqrt{3} \cdot d \text{ trifásico}$$

$$R= L$$

$$\frac{\quad}{\Omega - m}$$

$$L = 2 \cdot d \text{ monofásico}$$

$$\frac{\quad}{A \cdot K}$$

Debido a que la mayor parte del cable hasta los equipos es sobrepuesto y por lo general del panel directamente al equipo, es posible utilizar la siguiente tabla, en la cual se tomará en cuenta la caída de voltaje según la longitud y así, poder determinar, el calibre del conductor necesario.

5.5.2 ESTRATEGIAS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE CONTROL

Los sistemas de control de iluminación deben ser accesibles y de acuerdo al tamaño del escenario que se desee controlar. Los sistemas de control deben de tener la capacidad para controlar la iluminación completa a un mismo tiempo.

Cualquiera que sea la situación es deseable que los dimmer fácilmente puedan ser habilitados según los requerimientos de los equipos de iluminación. Varios tipos de cargas son conectadas al sistema de control, que son conectados a dimmer individuales provistos de :

- a. cordón y espiga
- b. extensiones removibles
- c. selector móvil
- d. botón selector de sistema

Los sistemas de control consisten básicamente en :

- panel de control(fuerza): usualmente consisten interruptor, dimmer y fusible por cada circuito, de forma de proporcionar flexibilidad al sistema. Aquí se encuentran el equipo de fuerza.
- tablero de control(mando): de donde se realizan las operaciones

Suponiendo que el total de las cargas sea 36 KW, la capacidad del conjunto de dimmer debe ser en conjunto 36 KW, por ejemplo, seis dimmer de 6 kW cada uno y deberán de disponerse de tal manera que se logre una coordinación y sincronización entre los circuitos de iluminación.

Cuando se trata del número mínimo de dimmer estos deben de ser uniformemente cargados. En sistemas pequeños son apropiados para usarlos con dos o cuatro circuitos por dimmer. Cuando se trata de sistemas de más de 24 dimmer, el número de circuitos de carga por dimmer debe de ser incrementado.

El NEC recomienda ciertas disposiciones que debe cumplir las consolas y paneles de control de iluminación de escenarios, por lo que a continuación se hace a las principales de ellas.

5.5.2.1 TABLEROS DE CONTROL DE ILUMINACION FIJOS

Cuando se seleccione la consola de control principal y el panel de dimmer se recomienda tener en cuenta que cumpla con los siguientes lineamientos :

Las consola de control de iluminación de escenario que tengan partes energizadas expuestas en su parte trasera, deben protegerse por alguna cubierta, malla metálica o por otros métodos aprobados. La acceso a dichos lugares deben de ser por medio de la propia cubierta.

Se proporcionará los medios al panel de dimmer del escenario, para que cada circuito de carga cuente con una protección individual de sobrecorriente, cubriendo las protecciones conectores, cables o cordones y receptáculos conectados al equipo. Cuando el panel de dimmer contenga circuitos para controlar la iluminación fuera del escenario, la ubicación de los dispositivos de protección para estas ramas de estos circuito, se permite localizarlas en el mismo tablero.

Los dimmers deberán cumplir con el inciso a hasta el d:

- a. cuando los dimmers sean instalados con conductor a tierra, cada dimmer debe tener una protección de sobrecorriente no mayor del 125% de su capacidad;
- b. los dimmer tipo resistencia o reactor, se permite que estos dimmers no sean conectados a conductores a tierra de la instalación;
- c. los dimmers del tipo autotransformador, el circuito que suministra energía a estos dimmers no debe de exceder de 150 voltios entre conductores. El conductor a tierra debe de ser común a los circuitos entrada y salida de este;
- d. Los dimmers del tipo estado sólido, el circuito que alimenta a estos dimmers no debe exceder los 150 voltios entre conductores a menos que el dimmer sea específicamente apropiado para operaciones de alto voltaje. Cuando un conductor a tierra es conectado a un dimmer, éste debe ser de común en los circuitos entrada y salida. El chasis del dimmers debe de conectarse con el equipo, al conductor a tierra.

Los paneles de control de iluminación escénica deben ser uno o bien una combinación de los siguientes tipos:

- a. MANUAL. Dimmers y switches son operados por palancas mecánicamente conectadas a los dispositivos de control.
- b. DE CONTROL REMOTO. Los dispositivos son electrónicamente operados por consola de control de tipo piloto o por un panel. Las consolas de control remoto pueden ser parte panel de control de iluminación principal o estar en otro lugar.

5.5.2.2 TABLEROS DE CONTROL DE ILUMINACION PORTATILES

Un panel diseñado para permitir una conexión directa sobre el escenario, se considera un tablero de iluminación portátil. Este debe cumplir las siguientes normas.

Circuitos de carga. Los circuitos de carga deben terminar en toma polarizadas bajo tierra y rango de voltaje se debe de ajustar al receptáculo de la carga fija.

Trasferencias de circuitos. Circuitos que se transfieren entre tableros de iluminación fijos y portátiles deben tener ambos la misma línea y neutral simultáneamente.

Protección de sobrecorriente. Los dispositivos principales del suministro de energía de los consolas portátiles deben protegerse por dispositivos contra sobrecorriente. El circuito suplementario individual, dentro del panel de conexión directa en el escenario deben protegerse por dispositivos de sobre corriente de una apropiada ampacidad instalados dentro del mismo panel .

Suministro. Los tableros de iluminación portátiles deben suministrarse con enchufes de suficiente rango de voltaje y amperaje. Dichos enchufes deben incluir solo switches externamente operados o interruptores con fusible interno o circuit breakers colocados sobre el escenario o en el tablero de control permeante ubicaciones en un lugar accesibles al piso del escenario. Provisto para la conexión del equipo del conductor bajo tierra.

Los circuitos desde el tablero de control portátil que directamente suministrados alimentación para equipo de lámparas incandescentes no mayores de 300 watts, deben protegerse por dispositivos que tengan un rango no mayor de 20 amperios.

Los tableros de control portátiles deben poseer una cubierta de construcción substancialmente cerrada, la cual debe permitir ser dispuesta a estar abierta durante la operación. Cubiertas de madera deben ser complementadas con laminas de metal no menores de No. 24 MSG o bien galvanizadas o varnizadas o cubiertas apropiadamente para prevenir corrosión o ser de un material no corrosible.

No deben haber partes vivas dentro de la cubierta de tablero portátil.

Las terminales de los dimmers deben proveerse con recintos y los dimmers deben disponerse tal que no se den contactos accidentales.

Todos los conductores dentro de la cubierta del tablero portátil deben trensarse. Los conductores deben tolerar una temperatura de operación, al menos, igual a la temperatura de operación de los dispositivos dimmers usados en el tablero portátil en ningún caso menos que los siguientes

5.6 CONEXIONES A TIERRA

El objeto de las conexiones a tierra es reducir al mínimo el peligro que presenta el sistema de iluminación, por su propia energía o por causas externas, unas eventuales y otras permisibles, en el NEC se recomienda que los sistemas de iluminación de escenarios sean conectados a tierra.

Las conexiones a tierra no deben conducir corriente en condiciones normales; es decir, la tierra no debe ser utilizada como parte del circuito o sistema, excepto mientras funciona los órganos de protección contra fallas a tierra o sea circula una descarga a tierra. Independientemente de la conexión que puede hacerse en cualquier tablero que abastece una instalación, algunas partes de la instalación y equipo deben ser unidas a tierra por motivos de protección.

Deberán ser conectados a tierra, partes metálicas de aparatos fijos o portátiles, puentes metálicos sobre el escenario, todos los tubos o mallas de tubos que se utilicen para sostener el equipo de iluminación, tubería conduit o cualquier otro tipo de canal metálica sobrepuesta donde se conduzcan los cables de alimentación, cualquier caja o recinto destinado a servir como registro o toma para los cables u equipo.

Las conexión a tierra de circuitos y partes metálicas deben ser de carácter permanente, con la capacidad de conducción necesaria y una impedancia tan baja como sea necesario para garantizar el funcionamiento adecuado de los equipos de protección contra sobrecorrientes.

Se considera, originalmente, conectados a tierra, por lo mismo, no se exige conexión adicional, el equipo montado sobre la estructura del propio edificio y en contacto íntimo con ella como ductos empotrados en columnas o paredes, cajas de conexión o registro, estructuras que se utilicen para soporte del equipo de iluminación que al ser instaladas se monten sobre la estructura metálica del edificio, en este caso se recomienda que se suelde los tubos o puentes con la estructura, para garantizar un contacto eléctrico firme.

Fuera de los casos anteriormente mencionados los equipos pueden aterrizararse por alguno de los elementos siguientes:

- conductor a tierra de la línea de servicio;
- envolturas o ductos metálicos ya conectados a tierra;
- electrodos a tierra naturales o artificiales.

5.6.1 CONDUCTOR A TIERRA

Para utilizar el conductor a tierra, es necesario incluir el cableado un conductor adicional, esto se puede hacer en los cordones de conexión del equipo, seleccionando un cable con tres líneas, estos cables son muy comunes, este conductor no debe conducir corriente en condiciones normales de funcionamiento, sin interruptor alguno y unido al conductor a tierra antes de la conexión de éste al interruptor general o dispositivo de desconexión del tablero principal de dimmer. Dicho conductor puede estar colocado dentro de los tubos junto con los propios del circuito, o instalado aparte, con la protección adecuada contra daños.

5.6.2 ENVOLTURAS O DUCTOS METALICOS

Es indispensable que la tubería metálica, sea eléctricamente continuas en toda su longitud, lo cual se logra utilizando accesorios adecuados para unir los ductos con cajas metálicas, tableros, etc.,

5.6.3 ELECTRODOS A TIERRA

Naturales : se conecta el conductor de tierra a la estructura metálica del edificio o sea a las varillas de columnas, vigas, zapatas, etc., La conexión del conductor con la estructura, debe de hacerse por medio de una mordaza de hierro o bronce, que asegure permanentemente y un buen contacto, desechando abrazaderas de lamina porque se aflojan con el tiempo.

Artificiales : por placas de hierro colado o hierro inoxidable. Por lo general son de 6mm de grueso o más y una superficie de 0.2 m² o más cada una o de cobre, con igual superficie y grueso de 1.5 mm por lo menos enterrados a un nivel de unos 60 a 80 cm, bajo el nivel efectivo de tierra del lugar, además, es posible utilizar varillas de hierro con un recubrimiento de cobre 1/2" con una longitud no menor a 2.5 m, unidos verticalmente en toda su extensión, salvo que haya lecho de roca menos de 1.2 m de profundidad, en cuyo caso las varillas serán enterrados horizontalmente a la mayor profundidad posible; por último, es posible unir varios electrodos por medio de cables de cobre desnudo, de 13 mm² (AWG #6) por lo menos, hundidos bajo un nivel unos 60 a 80 cm bajo el nivel efectivo de tierra permanente del lugar, siendo conveniente que haya varios, unidos por los extremo de las varillas y separados en distintas direcciones en la parte inferior. Para asegurar larga duración de los elementos de cobre y de los conductores de conexión a ellos, se aconseja que esten estañados.

Si la resistencia de contacto a tierra es mayor de 25 ohm, será necesario colocar uno o más contactos adicionales, separados uno de otro no menos de 1.8 m. La unión de los conductores de tierra deberán ser las misma utilizada para estructuras de edificios.

La unión principal del cable de tierra hacia la instalación con la red de electrodos o electrodo es recomendable que se localice en un recinto especial para ser desconectada y hacer pruebas de medición periódica de la impedancia de tierra.

Los conductores de tierra deberán ser de cobre o metal anticorrosivo, continuo en toda su longitud, es decir, sin empalmens y de calibre #6 o más grueso cuando las tierras son artificiales, pudiendo tener unión en con los electrodos.

CAPITULO 6

EVALUACION DEL SISTEMA DE ILUMINACION PARA ANTEPROYECTO DEL TEATRO DE LA URL

El presente capítulo representa la parte modular de este trabajo, por cuanto, en los capítulos anteriores se presentan las bases teórico-prácticas, para la comprensión y correcta aplicación de los criterios a seguir en un diseño de iluminación escénica.

6.1 DESCRIPCION DEL ANTEPROYECTO

El teatro de la URL, formará parte del complejo cultura de la Univerisidad Rafael Landivar y será sin duda uno de sus más valiosos elementos porque esta obra tiene una tracendencia muy especial tanto para la institución como para el desarrollo cultural del país.

El teatro dispone de una sala de capacidad de 450 personas, tratando de lograr en su diseño cumplir con los requerimientos necesarios para ponerlo a la altura de los mejores teatros a nivel de la ciudad de Guatemala, su moderno diseño brindará excelente visibilidad desde todos lo ángulos y gran fidelidad en su acústica, lo cual permite presentar múltiples representaciones artísticas y culturales.

Dentro de sus instalaciones cuenta con depósitos de escenografía, vestuarios y utilería, cafetería, entre otros. El teatro de la URL podría ser utilizado en conferencias, ya que estará equipado con aire acondicionado, inyencción y extracción de aire y un completo equipo de audiovisual.

6.1.1 SALA

La sala posee un área de de 540 m², la capacidad es de 450 personas. El piso se recubrirá con alfombra acústica.

6.1.2 PROSCENIUM

Utilizado, generalmente, para conferencias, simposios y seminarios. Cuenta con dos ingresos laterales.
Longitud 11 m ; Ancho 4.50 m , su forma es semicircular.

6.1.3 ESCENARIO

Diseñado en su función como plataforma que penetra en el área del auditorio con planteamiento de escenario abierto que permite un contacto íntimo entre la audiencia y la actividad.

Objetivos específicos:

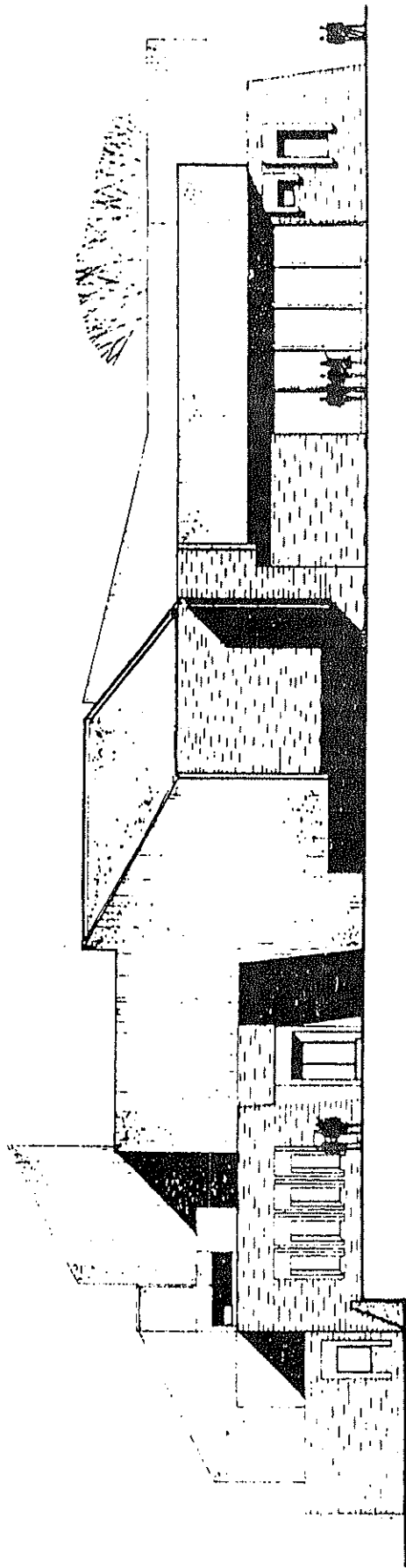
- arte dramático,
- conciertos de música,
- danza y ballet.

Sus dimensiones son las siguientes:

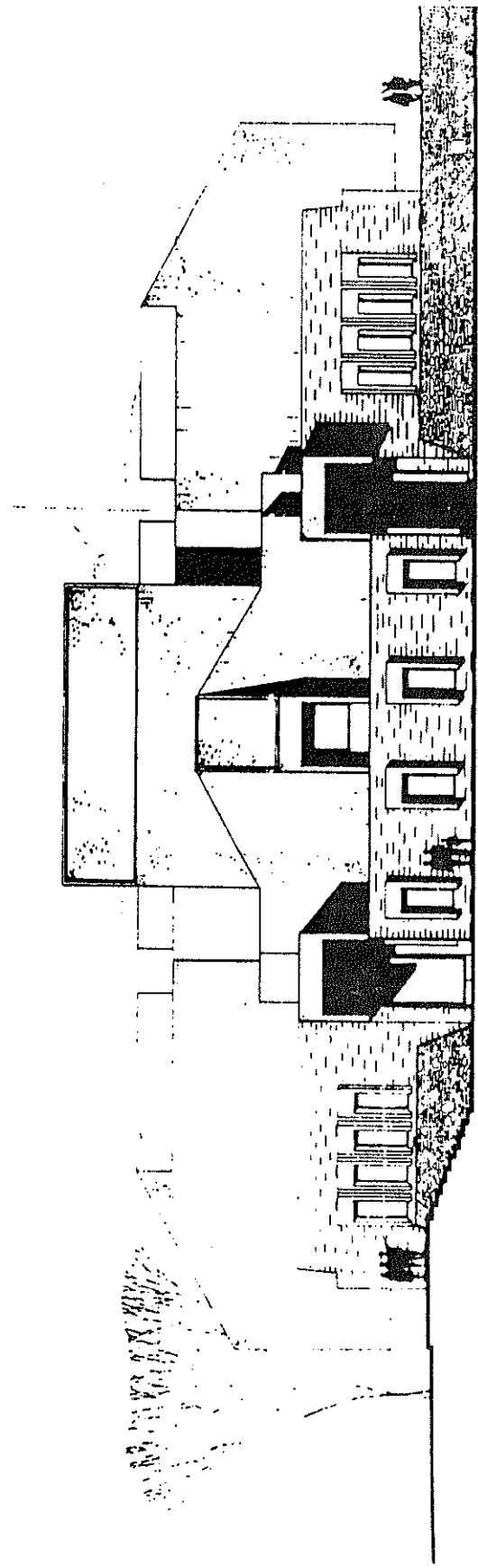
- boca escénica : 10 m de ancho
4 m de altura útil
- escenario : 10 m de largo
3.80 m de ancho
(Esta información es del telón principal, al fondo del escenario.)
- cyclorama : Especial que permite la proyección de imágenes desde atrás de 9.20 m x 6 m

6.2 INDICACIONES DE CARACTERES QUE APARECEN EN LA PLANIMETRIA:

1. Plaza de ingreso
2. Taquilla
3. Vestíbulos y áreas de exposiciones
4. Servicio de sanitario
5. Bodega de mantenimiento y limpieza
6. Area de apoyo, Bar-café
7. Bodega de exposiciones
8. Bodega de material audiovisual
9. Auditorium (1 platea y 3 balcones)
10. Escenario
11. Cubo escénico y puente
12. Cabina de luces y proyección
13. Cabina de traducción simultánea
14. Sagrario
15. Rampas de acceso al escenario
16. Bodega de utilería y escenografía
17. Bodega de servicio y mantenimiento
18. Cuarto de máquinas
19. Cuarto de control
20. Camerinos



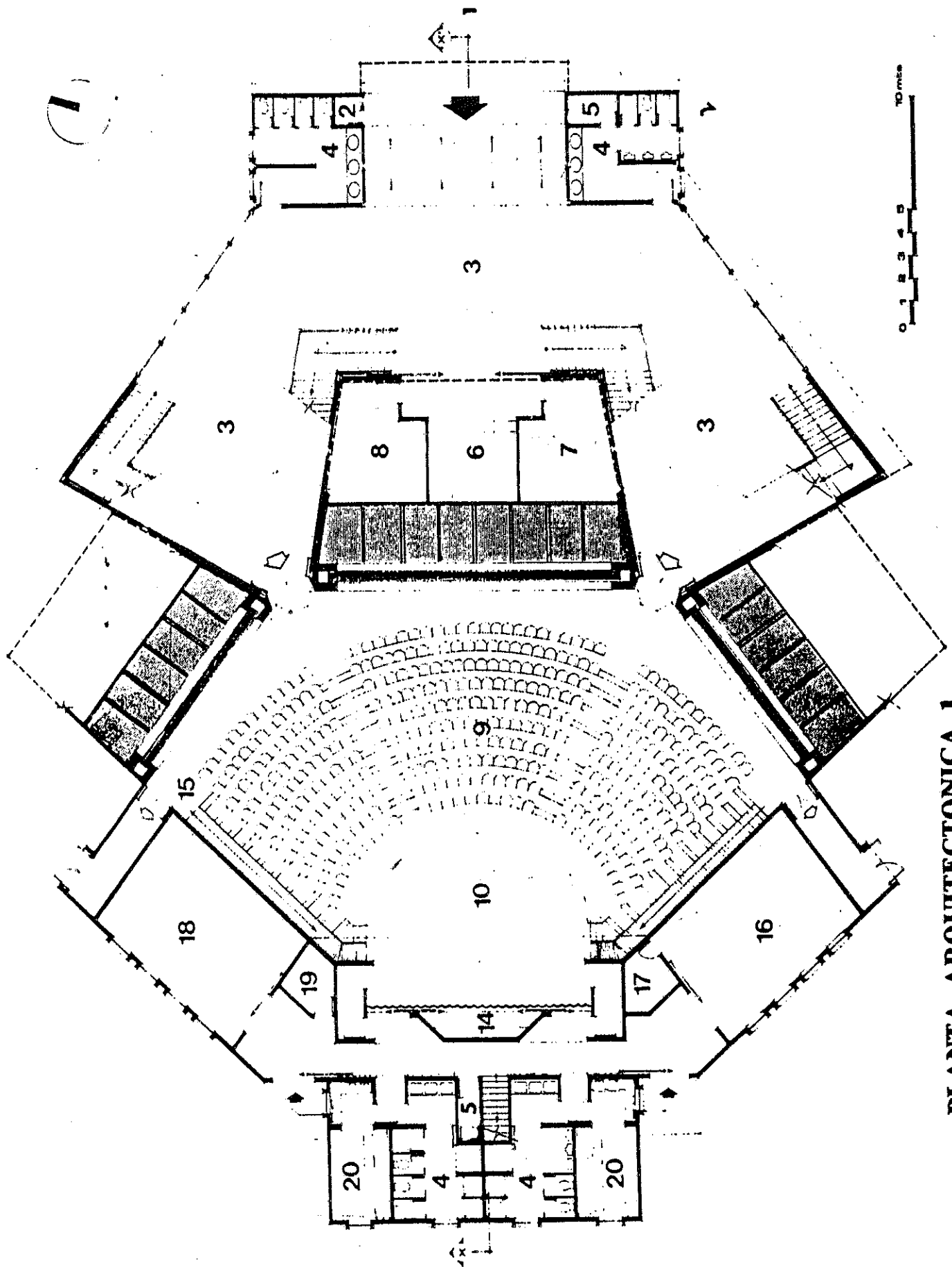
ELEVACION SUR



ELEVACION OESTE

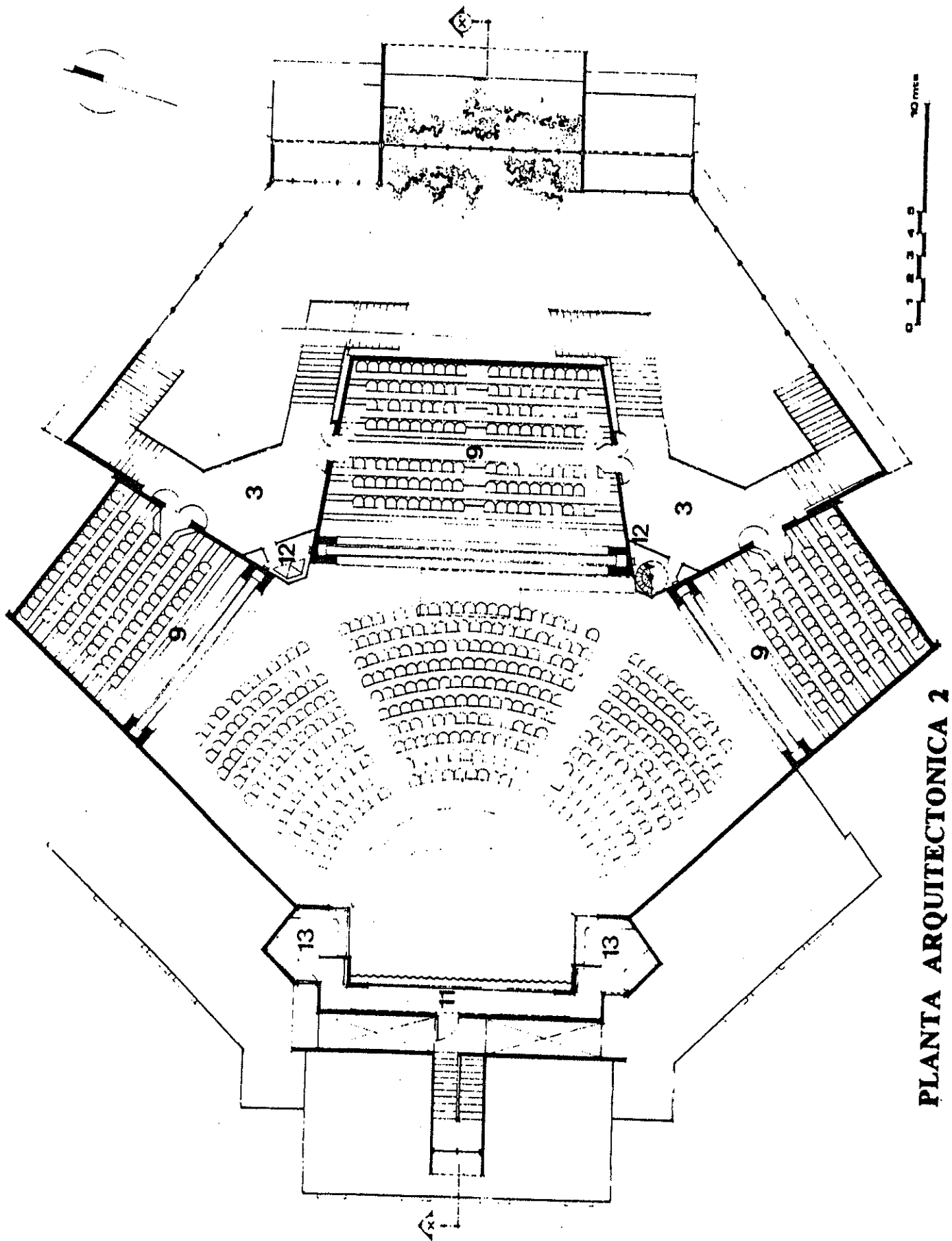
0 1 2 3 4 5 10mts

Fig.6.1 Planta arquitectónica



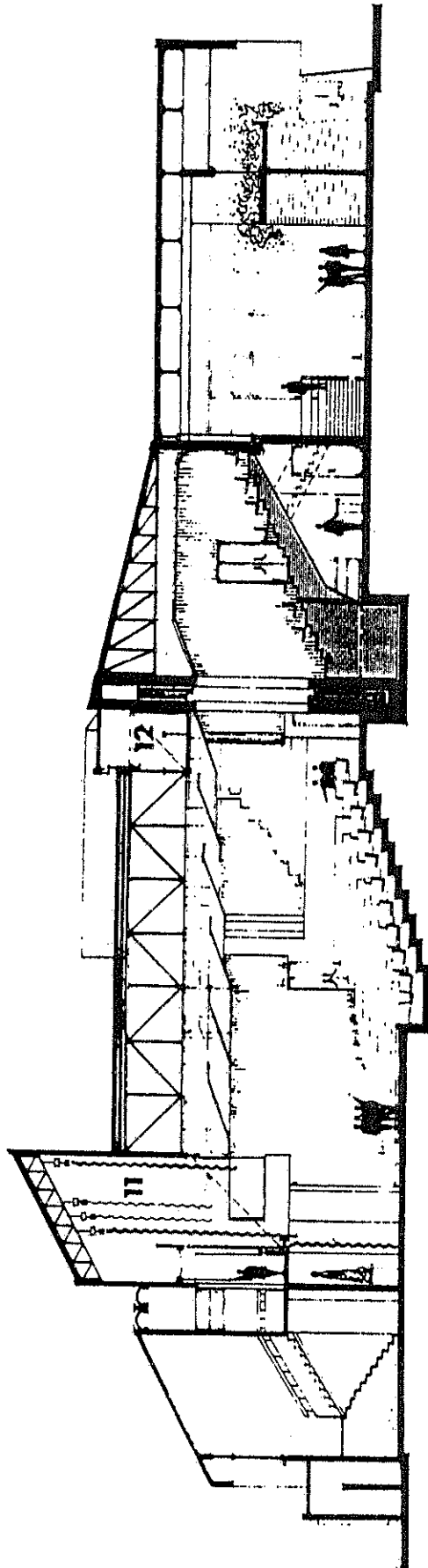
PLANTA ARQUITECTÓNICA 1

Fig.6.2 Planta arquitectónica 1



PLANTA ARQUITECTONICA 2

Fig.6.3 Planta arquitectónica 3



SECCION X-X'

Fig.6.4 Corte traenversal

6.3 DISEÑO DE ILUMINACION

El plan de iluminación del teatro, comprenderá, básicamente, tres áreas :

- iluminación del proscenium,
- iluminación frontal del escenario,
- Iluminación trasera del escenario.

6.3.1 ILUMINACION DEL PROSCENIUM

El proscenium comprende la parte de plataforma que sobresale del escenario hacia el auditorium, es usado en conferencias, seminarios y, por lo general, en donde él o las personas que lo utilizan se ubican en su parte central al dirigirse al público, por lo que es en el área del centro en la que la atención en el diseño de iluminación debe de ser mayor.

Los criterios que presiden el diseño de iluminación escénica, son menos cuantitativos, puesto que se trata de conseguir efectos visuales más que iluminación propiamente dicha. Así, hablar de un nivel de iluminación uniforme durante un espectáculo o representación, deslumbramiento, relación de luminosidad y color, carece de sentido por su variabilidad, de acuerdo del efecto con que se trate de crear. Además los proyectores que se utilizan en estas instalaciones pueden variar tanto el diámetro y la forma del haz, por lo que cuando se selecciona un equipo determinado se hace a sabiendas que cubrirá un amplio rango de situaciones que se presenten.

Una consideración importante a tomar en cuenta en el diseño de iluminación frontal, tanto del escenario como del proscenium, es la forma arquitectónica del cielo del auditorium, el cielo puede estar de forma horizontal, concéntrica hacia el escenario, o tener caprichosas formas. En este caso los equipos se instalarán en anillos concéntricos al escenario en el cielo por lo que en tratamiento geométrico es diferente.

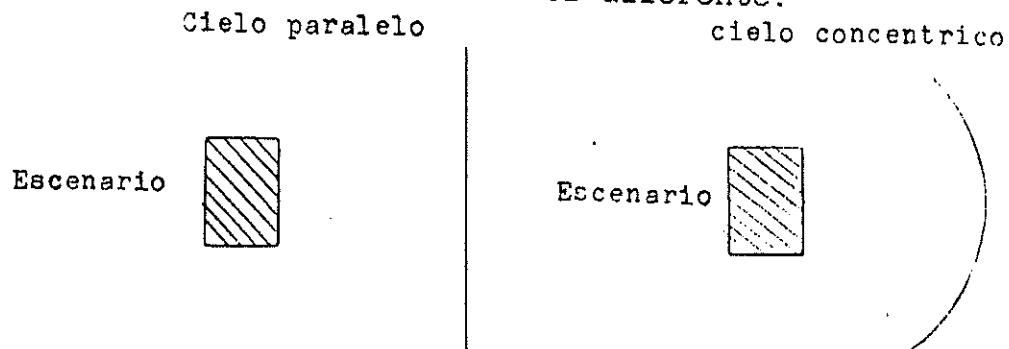


Fig.6.5 Forma del cielo frente al escenario.

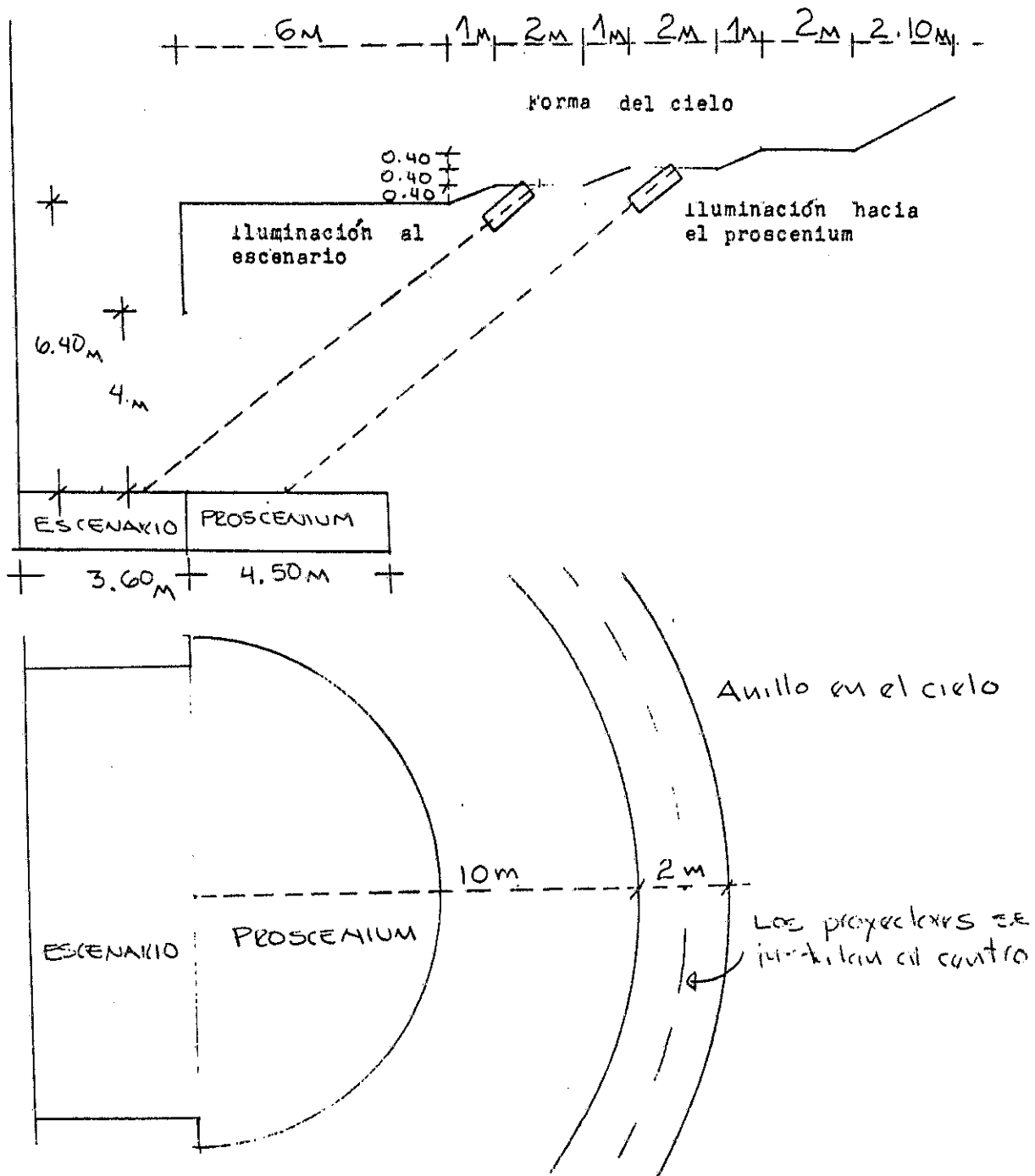
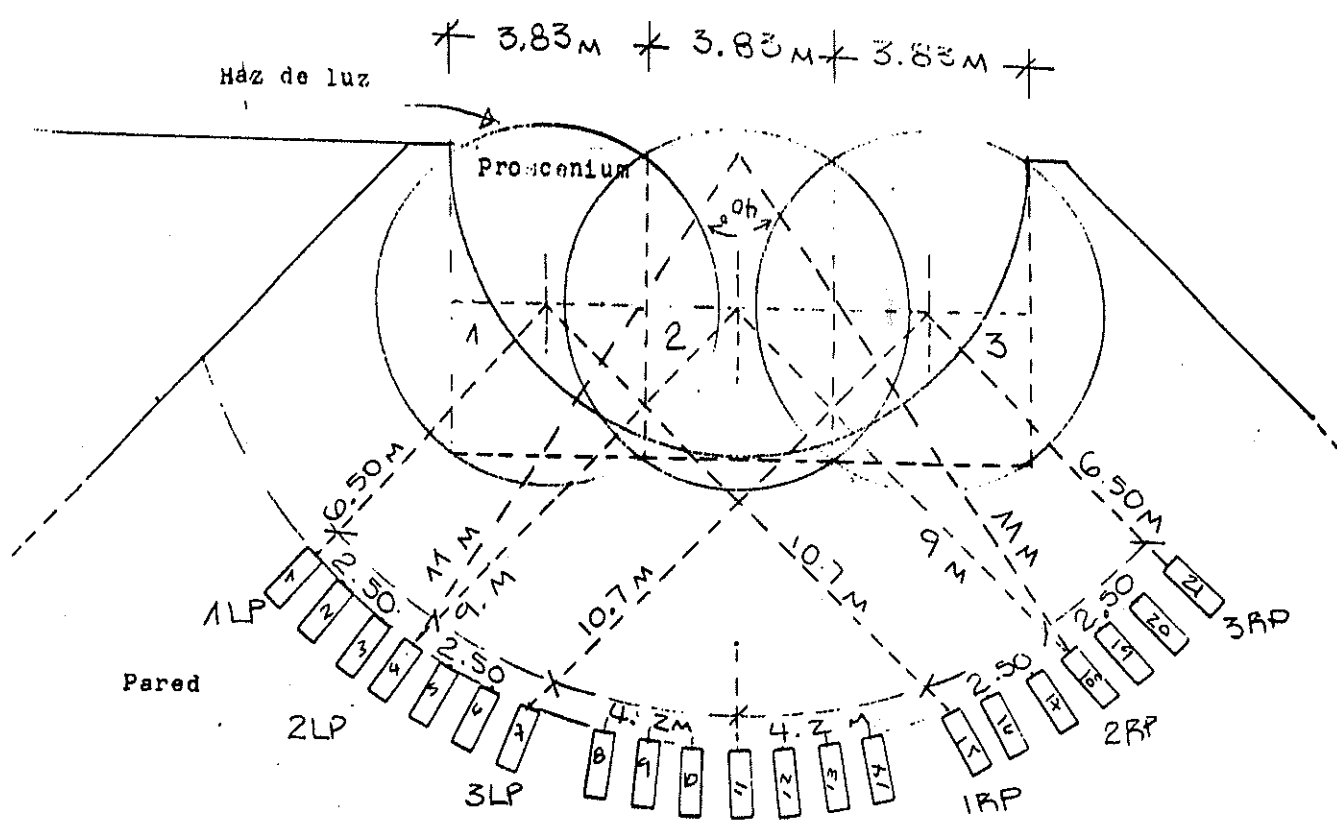
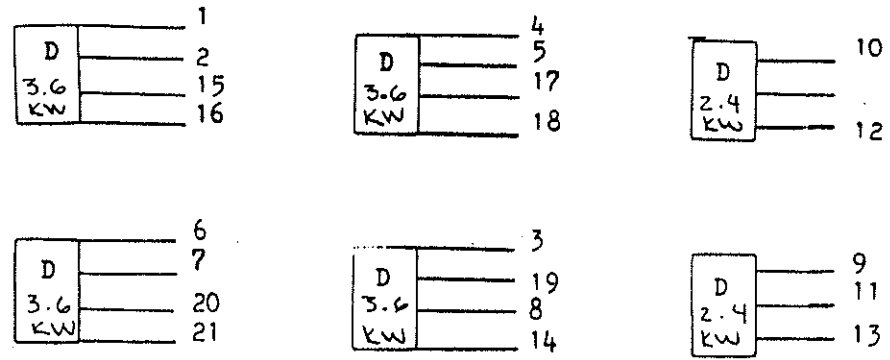


Fig.6.6 Detalles de localización y dimensiones del proscenium.

En este caso el grado de dificultad de la forma del cielo se supera dibujando el esquema a escala y, directamente trazando sobre el planta los haces de iluminación de los equipos con los ángulo recomendado según los criterios, una vez trazados estos haces se procede a medir del esquema las distancias de el proscenium a los equipos. Se divide el proscenium en tres áreas, en las cuales tiene prioridad la iluminación del área central.



Plan de control
 Projectores Elipsoidales 750 w.



D = dimmer

Fig.6.7 Plan frontal de iluminación del proscenium a escala

Las distancias de separación entre los proyectores que iluminan el área central se determina tomando una forma de sector circular, aplicando la relación de que:

$$S = r \times \Phi$$

donde:

- S = Medida del arco del sector en metros
- r = Radio del sector en metros
- Φ = ángulo interno del sector en radianes

Para el área central el sector tiene un $r = 11$ m, y $\Phi = 40^\circ$ por lo que;

$$S = 11 \times 1.22 = 13.42 \text{ m}$$

Lo que indica que los proyectores que iluminan el área central deben de estar instalados a una distancia de 6.71 m del centro del anillo del cielo, medidos sobre el contorno del anillo, para cumplir que los ejes centrales de los haces formen un ángulo de 45° , con el eje longitudinal del área central del proscenium.

En cuanto a las otras dos áreas son de menor importancia al trazar sobre el esquema los ejes de los haces de iluminación queda definido las distancias a las que deben localizarse de los proyectores que iluminan el área central, quedando a 2.50 m.

Por lo que las posiciones de los seis proyectores principales sobre el cielo semicircular son definidas así:

- 1LP : 9.2 m del centro del anillo del cielo hacia la izquierda
- 2LP : 6.7 m del centro del anillo del cielo hacia la izquierda
- 3LP : 4.2 m del centro del anillo del cielo hacia la izquierda
- 1RP : 4.2 m del centro del anillo del cielo hacia la derecha
- 2RP : 6.7 m del centro del anillo del cielo hacia la derecha
- 3RP : 9.2 m del centro del anillo del cielo hacia la derecha

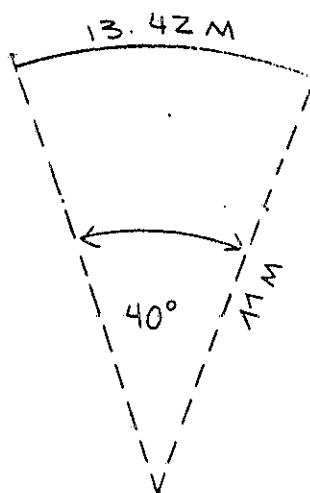


Fig.6.8 Detalle del sector circular.

A continuación se verifica que todos los ángulos con la horizontal cumplan el criterio de estar comprendidos entre los rangos de [30° - 60°].

$$\begin{aligned}1LP &= \tan^{-1}(7.20/6.50) = 47.92^\circ \\2LP &= \tan^{-1}(7.20/9.00) = 48.66^\circ \\3LP &= \tan^{-1}(7.20/10.7) = 33.94^\circ \\1RP &= \tan^{-1}(7.20/10.7) = 33.94^\circ \\2RP &= \tan^{-1}(7.20/9.00) = 48.66^\circ \\3RP &= \tan^{-1}(7.20/6.10) = 47.92^\circ\end{aligned}$$

Se cumple con el criterio, por lo que la posición de cada una que equipo para iluminar el proscenium queda completamente definido. Además se instalan otros proyectores adicionales a la iluminación básica, de forma de brindar una mayor flexibilidad al sistema.

El espacio libre entre los proyectores 3LP y 1RP es de 7.70 m al frente del escenario, se llena este con 7 proyectores espaciados 0.8 m entre proyectores adyacentes, adicionalmente en el espacio en medio de 1LP-2LP, 2LP-3LP, 1RP-2RP y 2RP-3RP, se instalan dos proyectores con a 0.80 m cada uno. Con lo cual se tienen 7 proyectores al lado izquierdo, 7 proyectores al lado derecho y 7 proyectores directamente al frente, esta disposición garantiza que cada zona este iluminada por al menos dos proyectores desde lados opuestos, con ángulo 45° y, los proyectores adicionales se utilizan como complemento, para combinar o iluminación genral.

Se procede a determinar el tamaño de lámpara que se deberán utilizar para que brinde una amplia variación en los niveles de iluminación, se utilizan proyectores elipsoidales.

Se tiene un área central de 4.50 m x 3.67 m, se calcula para un área de 4.50 m x 4.50 m; el diámetro del círculo externo que cubre esta area es:

$$\text{diámetro} = 4.50 \times \sqrt{2} = 6.36 \text{ m} = 20.86'$$

La distancias de los haces centrales al suelo :

$$D = (9^2 + 7.20^2)^{0.5} = 11.53 \text{ m} = 37.82'$$

$$= 2 * \tan^{-1}(\text{diámetro}/2*D)$$

$$= 2 * \tan^{-1}(6.36/2*11.53) = 30.84^\circ$$

Con este ángulo y la distancia D, se va a los datos fotometricos del fabricante y se busca las lámparas de 500, 750 y 1000 W en proyectores elipsoidales que es el más común para utilizar en este lugar, para determinar el nivel de iluminación a esa distancia y con ese ángulo.

En este caso refiriéndose al apendice B, tabla B.13 y B.22 se ve que los niveles de iluminación que se consiguen con el haz a esa distancia supera al recomendado, tanto en la lámpara de 750 W y 1000 W, por lo que de las dos opciones se usa la de 750 W debido a que ha esa distancia se tien 55 pie-candelas ó 588.5 lux . Siendo éste el vatiage para todos los proyectores elipsoidales de la fila.

Para continuar se iluminan el área central del procenium desde los lados de las paredes del auditorium con dos proyectores elipsoidales en cada lado instalados sobre un tubo, de forma que brinden iluminación por detras a esta area o sirva de iluminación complementaria al procenium y escenario, del esquema se optiene que la distancia horizontal del proyector a los ejes del area central del procenium es de 8 mt, la altura a la que se ubican los proyectores sobre las paredes del auditorium medida sobre el piso del procenium por las condiciones de la obra civil se decide que sea 5.50 m, lo cual da una distancia del haz del proyector de 9.71 m y un ángulo con la horizonatal del 34.51° que aun esta dentro del rango permitido. Para mantener una uniformidad en el sistema se instalan proyectores elipsoidales con lámparas de 750 W.

Por último, se planea la instalación de iluminación de pie en los contornos del procenium para ser utilizada tanto por el procenium y el escenario como iluminación complementaria, para ello de los catalogos del fabricante se busca tramos de baterías que tengan una longitud adecuada. En este caso, según la tabla B.7 y B.8 nos indican que se cuenta con tramos de batería de 6', 7.5' y 8'. Debido al tamaño del procenium y tomando en cuenta que la iluminación de pie debe cubrir $\frac{3}{4}$ del contorno de éste, se utilizan 3 tramos de 8 pies cada uno, para cada batería, se tiene que la separación entre los centros de dos lámparas vecinas es de 6", de lo anterior en el caso de la batería de 8' de largo tiene 16 receptáculos de lámparas.

Las lámparas se eligen por el ángulo de extensión, en nuestro caso se escoge un ángulo de 60 y una lámpara de 150 PAR FL debido que se optiene 200 lux a 2.50 m medidos desde el centro del haz.

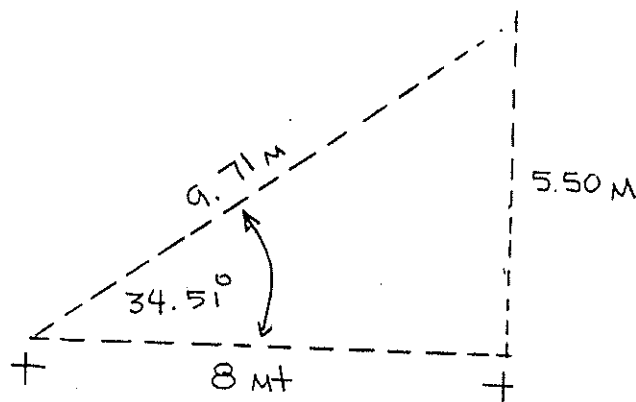
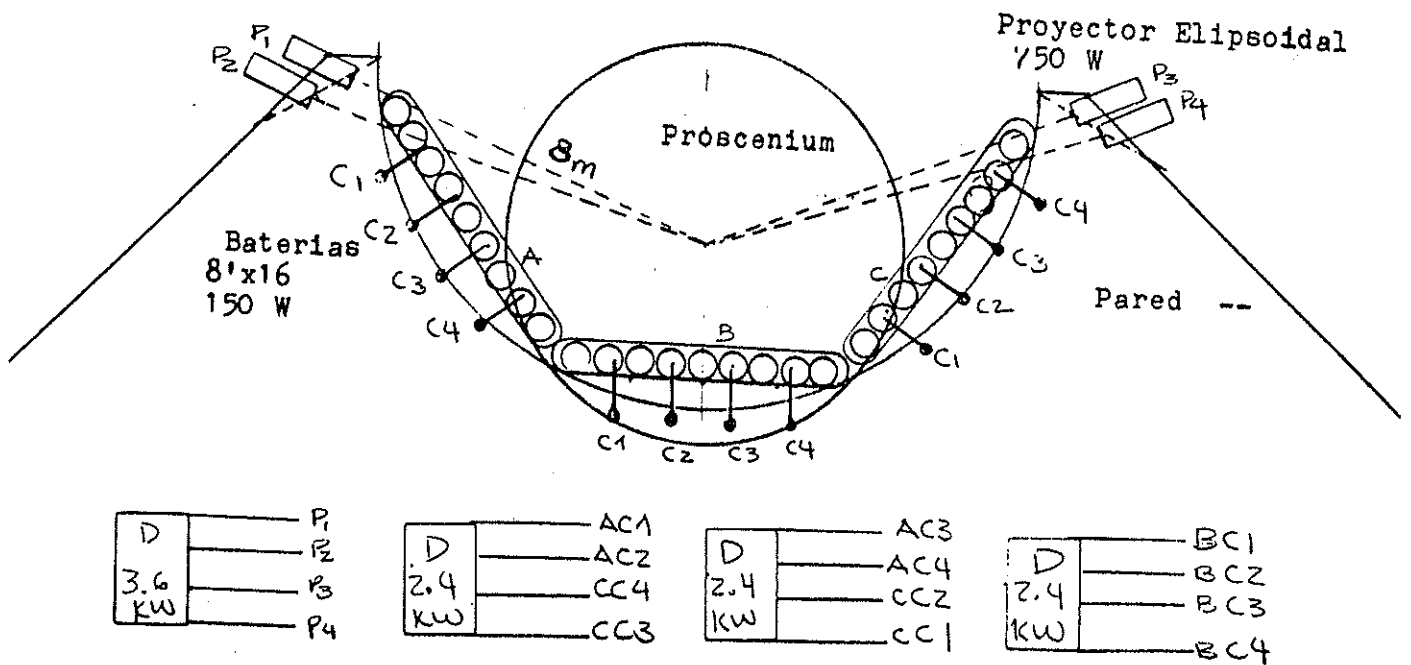


Fig.6.9 Iluminación de lados del proscenium e iluminación de pie.

6.3.2 ILUMINACION DE LA PARTE FRONTAL DEL ESCENARIO

El escenario es la parte principal del teatro, es aqui donde se represetan diferentes manifestaciones de arte, teatro, danza, etc. Es por ello que se deben atender todas y cada una de sus áreas, cuidadosamente.

En este caso, se divide el escenario en seis áreas iguales, iluminando tres de ellas por la parte de frente y las otras tres por la parte de atrás.

En la parte de frente los proyectores se instalan sobre el cielo en el primer anillo, se hace el mismo procedimiento que la iluminación del procenium.

Las distancias de separación entre los proyectores que iluminan el área central se determina con una forma de sector circular la localización de los proyectores.

Para el área central el sector tiene un $r = 8$ m, y $\Phi = 110^\circ$ por lo que;

$$S = 8 \times 1.92 = 15.36 \text{ m}$$

Lo que indica que los proyectores que iluminan el área central deben de estar instalados a una distancia de 7.68 m del centro del anillo del cielo, medidos sobre el contorno del mismo, para cumplir por con el criterio del ángulo de 45° sobre el área central.

En cuanto a las otras dos áreas, al trazar sobre el esquema los ejes de los haces de iluminación quedan definidas las distancias a las que deben localizarse de los proyectores centrales, quedando a 2.50 mt del proyector de iluminación central.

Por lo que posición de los seis proyectores sobre el cielo semicircular que definido así:

1LE : 10.18 m del centro del anillo del cielo hacia la izquierda
2LE : 7.68 m del centro del anillo del cielo hacia la izquierda
3LE : 5.18 m del centro del anillo del cielo hacia la izquierda
1RE : 5.18 m del centro del anillo del cielo hacia la derecha
2RE : 7.68 m del centro del anillo del cielo hacia la derecha
3RE : 10.18 m del centro del anillo del cielo hacia la derecha

A continuación, se verifica que todos los ángulos con la harizonatal cumplan el criterio de estar comprendidos entre los rangos de $[30^\circ - 60^\circ]$.

$$\begin{aligned} 1LE &= \tan^{-1}(6.80/6.00) = 48.58^\circ \\ 2LE &= \tan^{-1}(6.80/9.30) = 36.17^\circ \\ 3LE &= \tan^{-1}(6.80/11.7) = 30.17^\circ \\ 1RE &= \tan^{-1}(6.80/11.7) = 30.17^\circ \\ 2RE &= \tan^{-1}(6.80/9.30) = 36.17^\circ \\ 3RE &= \tan^{-1}(6.80/6.00) = 48.58^\circ \end{aligned}$$

Se cumple con el criterio, por lo que la posición de cada equipo para iluminar el área al frente del escenario queda completamente definido. Además, se instalan otros proyectores adicionales a la iluminación básica, a manera de brindar una mayor flexibilidad al sistema.

El espacio libre entre los proyectores al frente del escenario, se llena con cinco proyectores adicionales espaciados 0.80 m unificados al centro del anillo. Además, en el espacio en medio de 1LE-2LE, 2LE-3LE, 1RE-2RE y 2RE-3RE, se instalan dos proyectores con espaciamiento de 0.8 cm a cada uno. Con lo cual se tienen 7 proyectores al izquierdo, 7 proyectores al lado derecho y 5 proyectores directamente al frente, esta disposición garantiza que cada zona este iluminada por lo menos con dos proyectores para cada lado con ángulo con los ejes de 45°.

Se procede a determinar el tamaño de lámpara que se deberán utilizar para que brinde una amplia variación en los niveles de iluminación.

Las áreas son de 3.33 m x 1.90 m, se calcula para un área de 3.33 m x 3.33 m; el diámetro del círculo externo que cubre esta área es:

$$\text{diámetro} = 3.33 \times \sqrt{2} = 4.71 \text{ m} = 15.45'$$

La máxima distancia de un haz al piso del escenario son para 3LE y 1LE es :

$$D = (11.70^2 + 6.80^2)^{0.5} = 13.53 \text{ m} = 44.38'$$

$$= 2 * \tan^{-1}(\text{diámetro}/2*D)$$

$$= 2 * \tan^{-1}(4.71/2*13.53) = 19.75^\circ$$

Con este ángulo y la distancia D, se va a los datos fotométricos del fabricante y se ve los de lámpara de 500, 750 y 1000 W en proyectores elipsoidales que es el más común para utilizar en este lugar, para determinar el nivel de iluminación a esa distancia y con ese ángulo.

En este caso, refiriéndose al apéndice B, tabla B.13 y B.22 se ve que los niveles de iluminación que se consigue con el haz a esa distancia supera al recomendado, tanto en la lámpara de 750 W y 1000 W, por lo que de las dos alternativas se usa la de 750 W debido a que ha 50' se tiene una iluminación de 75 pie-candelas ó 802.50 lux . Siendo este el vatiaje para todos los proyectores elipsoidales de la fila.

Para continuar se ilumina el escenario desde los lados de las paredes del auditorium, esto se hace con el fin de conseguir iluminación frontal con ángulos con la horizontal bajos y brindar iluminación complementaria al sistema, esto se hace con seis proyectores por lado, instalados en filas verticales y grupos de tres, la primera fila a una distancia horizontal de 2.5 metros desde el escenario y la segunda a una distancia de 2.5 metros de la primera, en la cual los proyectores están espaciados sobre el tubo que los sostiene una distancia de 0.50 m, y la altura medida del proyector central es tal que se tenga un ángulo de 45° con la horizontal del piso del escenario por lo tanto la altura medida al nivel del piso del escenario es:

$$h1\text{fila} = 2.50 \times \tan 45^\circ = 2.50 \text{ m}$$

Para la primera fila de proyectores; para la segunda, fila de proyectores el ángulo de iluminación puede reducir a 30° con lo que se tiene que

$$h2\text{fila} = 5 \times \tan 30^\circ = 2.92 \text{ m} \approx 3.00$$

Las lámparas que se utilizan para los seis proyectores elipsoidales son de 750 W.

Además de ello, se instalan luminarias seguidoras desde la cabina de control de luces y proyección, la distancia del haz desde la cabina al escenario es, aproximadamente, de 21 metros ó 68.88 pies, la altura de la boca escénica es de 4 m ó 13.12, si se toma este valor como el diámetro del haz máximo que debe proyectar la luminaria seguidora, se busca en el apéndice B y tablas B.9, B10, B11 y B12, se determina que tanto el Cometa como la luminaria seguidora de 1000 W, produce sus haces con los niveles de iluminación requeridos y diámetros necesarios, de las dos opciones, se toma la de 1000 W, ya que es la que presenta 38 pie-candela a esa distancia que es un nivel adecuado para el diámetro del haz.

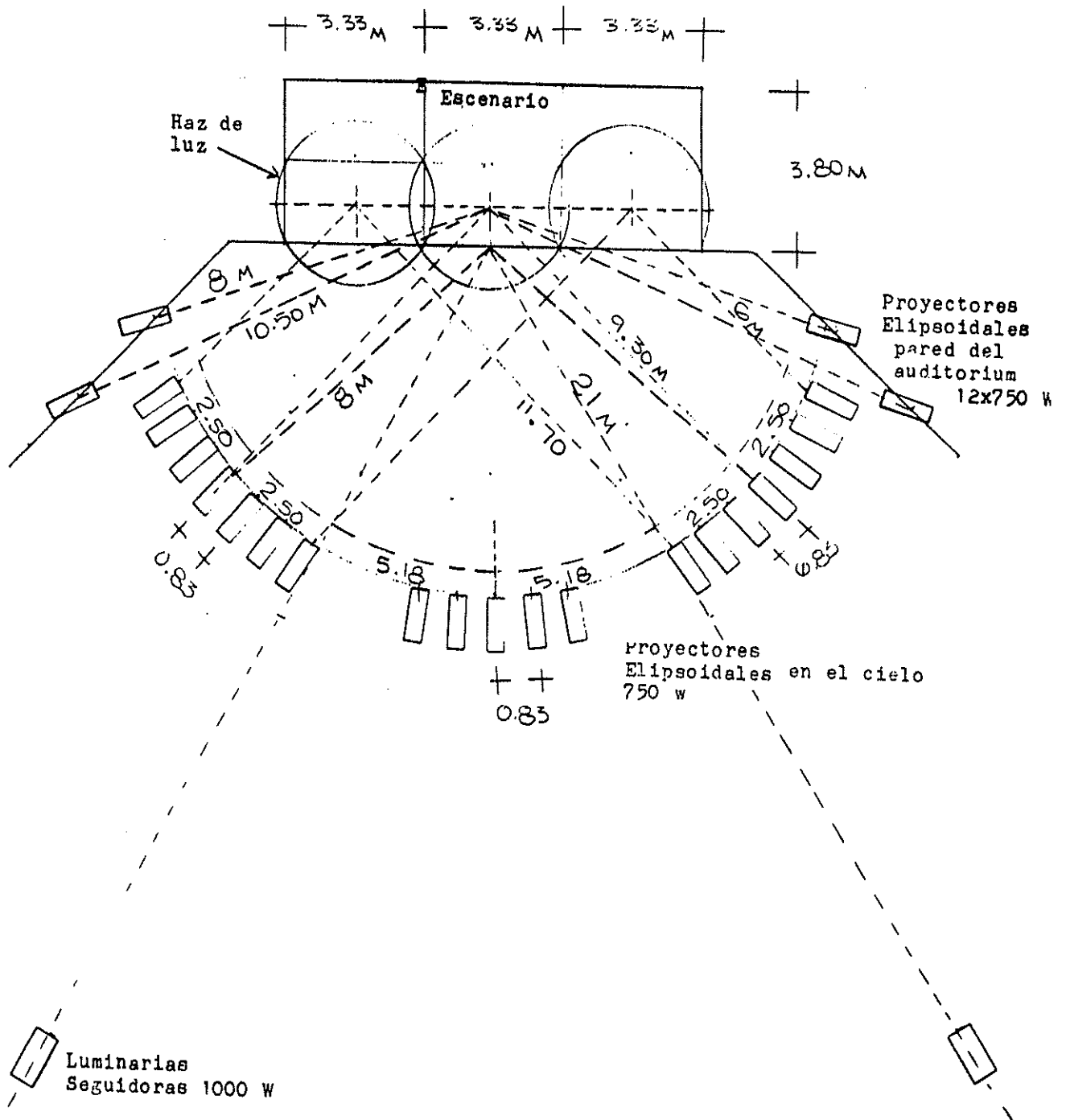


Fig.6.10 Plan de iluminación de escenario al frente.

Se cumple con el criterio, por lo que la posición de cada equipo para iluminar las áreas traseras del escenario quedan definidos. Además se instalan otros proyectores adicionales a la iluminación básica. Cada proyector adicional se instala a una distancia de 1 metro de los proyectores que iluminan las áreas, por lo que se tiene al final 10 proyectores fresnel instalados a lo largo del puente. En la misma fila deben de instalarse proyectores elipsoidales debido a que estos son indispensables para generar múltiples efectos escénicos para ello se intercalan 7 proyectores elipsoidales de forma que un proyector elipsoidal en medio de dos fresneles.

De las tablas B.1, B.2 y B.3 se determina que el proyector de Fresnel 6" con lámpara 750 W es suficiente para proporcionar la iluminación adecuada, los elipsoidales serán del mismo valor.

6.3.4 ILUMINACION DE BORDE

Esta iluminación se lleva a cabo por medio de las baterías instaladas sobre el puente donde se colocan los proyectores para iluminar las áreas traseras. Se tiene una boca del escenario de 10 m, del apéndice B se tienen tramos de 6', 7.50' y 8', por lo que se decide utilizar 4 secciones de 7.5' (2.30 m), instaladas a lo largo de la boca escénica, con una separación de 0.27 m entre baterías adyacentes. El criterio para seleccionar la lámpara se basa en que a 6' (1.83 m) del piso del escenario debe haber por lo menos 25 pie-candela, o sea que desde la posición de las baterías sería :

$$D = 4 - 1.83 = 2.17 \text{ m} = 7.12'$$

Con esta distancia y el nivel deseado se busca en el apéndice B, tablas B7 y B8, determinando que los reflectores para las baterías serán 150PAR FL, ya que brindan un nivel de iluminación de 78.90 pie-candelas.

6.3.5 ILUMINACION A LOS LADOS

En general, se desea tener una buena iluminación a los lados del escenario, los ángulos que brindan esta iluminación son bajos, utilizándose para iluminación localizada de algún lugar determinado, para nuestro caso y de forma de brindar gran flexibilidad al sistema se utilizan 5 proyectores por lado montados sobre tubos instalados en las paredes internas del escenario, separados 0.40 m entre sí, por lo que el conjunto utiliza una longitud de 1.60 metros en total situándose a una altura de 2 m sobre el piso, se utilizan proyectores elipsoidales con lámparas de 750 W.

6.3.6 ILUMINACION SOBRE EL PUENTE CENTRAL

El puente central, básicamente es un punto, clave en el desarrollo de cualquier representación artística, la iluminación en este puente debe ser fácil de intercambiar, utilizar luminarias par, de cavidad, fresneles o elipsoidales según sean los requerimientos evento. Por lo que se diseña con otro juego de baterías, al igual que anteriormente se analizó se utilizan 4 tramos de 7.5' de longitud con lámparas de 150 W tipo PAR FL, a lo largo del puente se instalan conectores o espigas para que se conecten en ellos los diferentes equipos o mezcla de ellos. El espaciamiento entre conectores debe ser de 12", en nuestro caso el puente tiene 9.80 m de largo entonces se instalan 32 conectores a lo largo de este, con una separación de 0.32 m entre cada conector cada uno con una ampericidad no menor de 20 Amperios. Para este puente de forma de brindar flexibilidad deberá de disponer para la iluminación de esta área de por lo menos :

- 12 proyectores Fresneles de 6" 750 W
- 8 proyectores Elipsoidales de 750 W
- 8 Luminarias de cavidad 14" ,1000 W
- 12 Luminarias Par 46, 200 W

6.3.7 ILUMINACION SOBRE EL PUENTE AL FONDO DEL ESCENARIO

Para este puente se cuenta con un tercer tramo de baterías al igual que los otros de cuatro secciones de 7.5' con lámparas de 150 W. Se instalan proyectores 5 Fresnels 6" y 5 elipsoidales con lámparas 750 intercalados y una separación de 0.60 m entre proyectores adyacentes.

6.3.8 ILUMINACION DE HORIZONTE SOBRE EL PISO AL FONDO DEL ESCENARIO

Esta iluminación es usada para generar iluminación al fondo del escenario, en este caso se debe hacer compartimientos en el piso para alojar las secciones de baterías. Se utilizan 2 secciones de 8' de largo distribuidas como se muestran en la figura y 4 secciones de 6'.

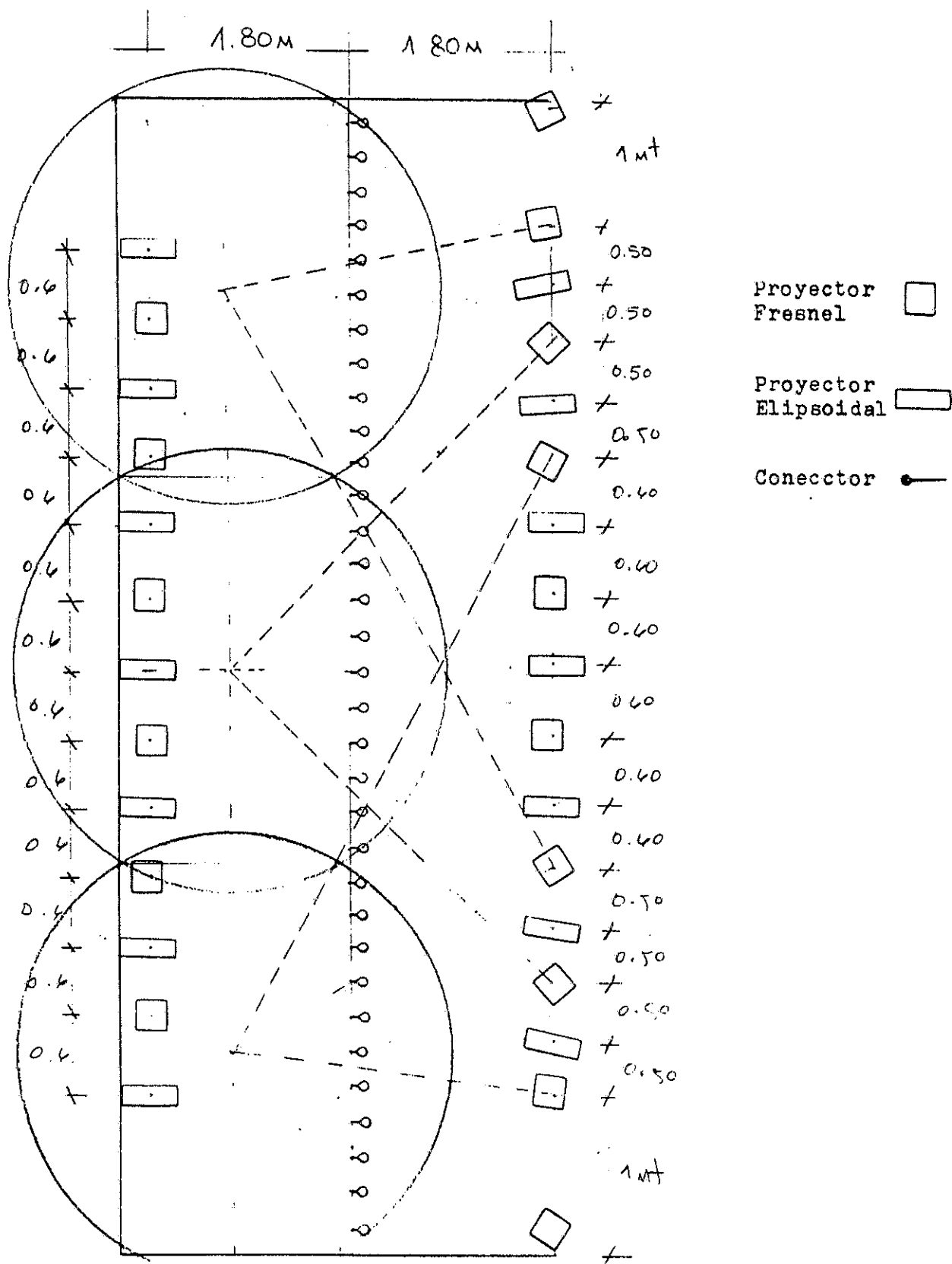


Fig.6.12 Plan de iluminación del escenario plata.

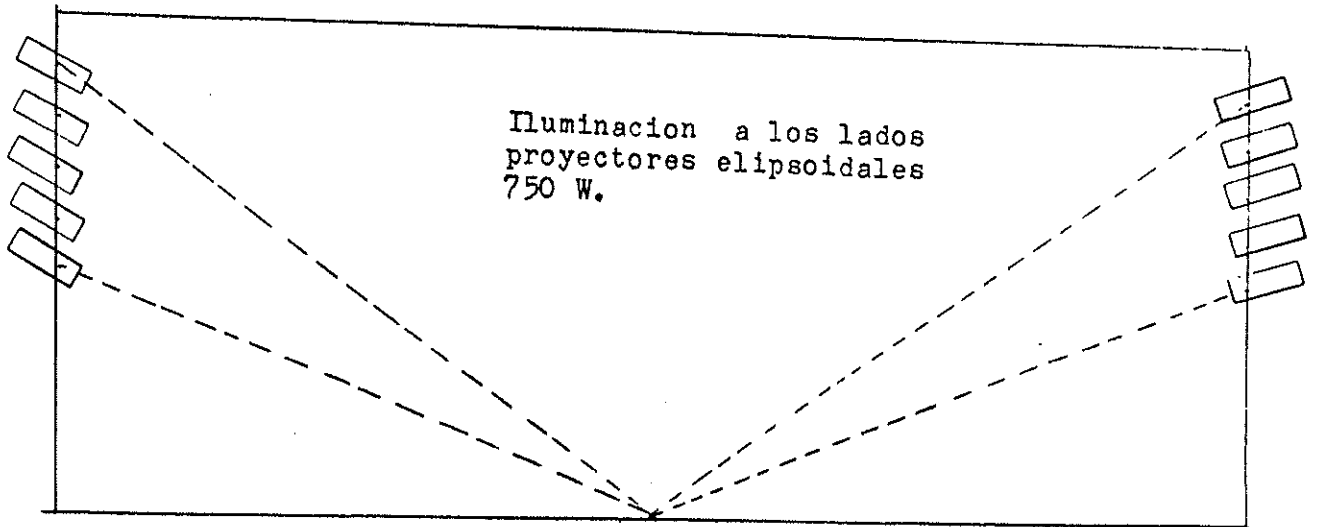
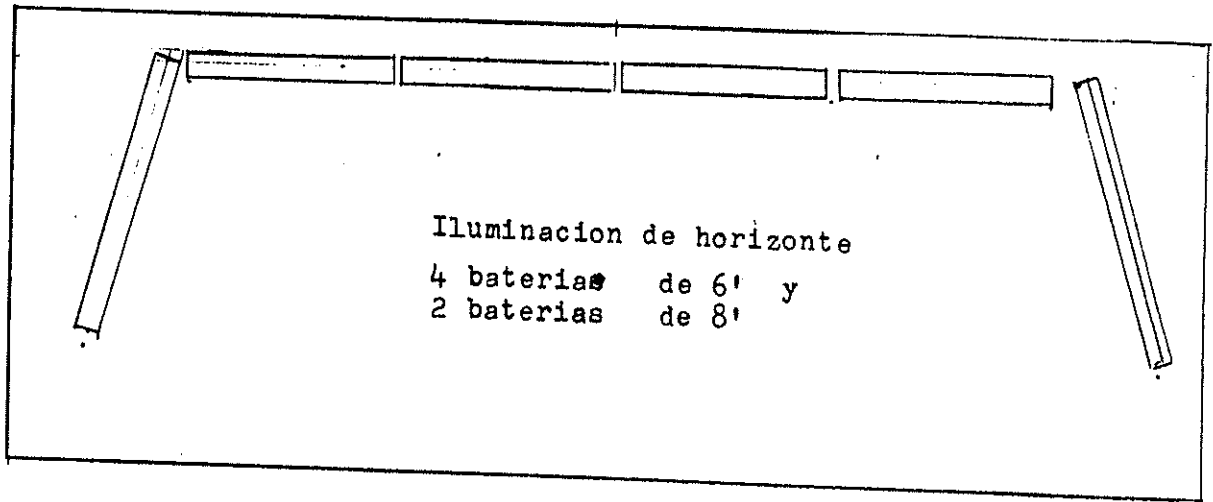
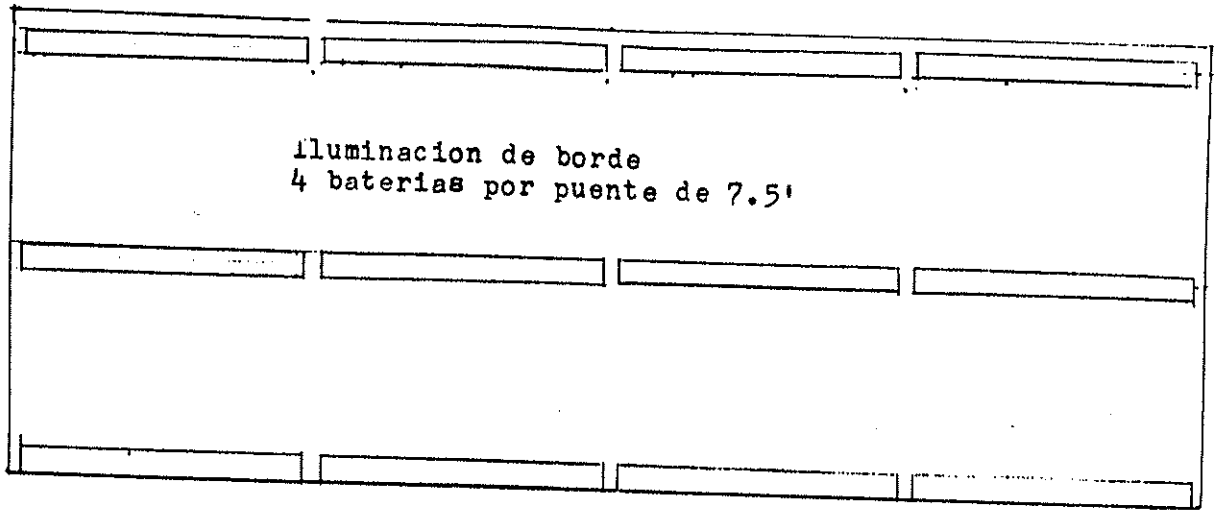


Fig.6.13 Plan de iluminación de escenario vista perfil

PLAN DE ILUMINACION DEL ESCENARIO

POSICION	PROPOSITO	NUMERO REQUERIDO	TIPO DE INSTRUMENTO	DESCRIPCION DE LAMPARA
AL FRENTE DEL ESCENARIO	ILUMINACION GENERAL DEL PROSCENIUM	21	PROYECTOR ELIPSOIDAL	EHF 750 W, Q750/4CL
AL FRENTE DEL ESCENARIO	ILUMINACION GENERAL DE LA PARTE DE FRENTE DEL ESCENARIO	19	PROYECTOR ELIPSOIDAL	EHF 750 W, Q750/4CL
AL FRENTE DEL ESCENARIO EN LA PARTE SUPERIOR DE LOS LADOS DE LAS PAREDES	ILUMINACION COMPLEMENTARIA PARA MEZCLAR O COMBINAR CON OTRAS LUMINARIAS	4	PROYECTOR ELIPSOIDAL	EHF 750 W, Q750/4CL
AL FRENTE DEL ESCENARIO EN LAS PAREDES DE LOS LADOS	ILUMINACION COMPLEMENTARIA PARA MEZCLAR O COMBINAR CON OTRAS LUMINARIAS	12	PROYECTOR ELIPSOIDAL	EHF 750 W, Q750/4CL
EMPOTRADAS EN EL PISO DEL PROCENIUM	ILUMINACION DE PIE, SE UTILIZA COMO ILUMINACION COMPLEMENTARIA	3	BATERIA DE 8' DE LARGO CON 16 REFLECTORES Y CUATRO CIRCUITOS SEPARADOS	150 W, PAR FL
COLOCADAS EN LAS CABINAS DE CONTROL DE ILUMINACION Y SONIDO	ILUMINACION LOCALIZADA SOBRE EL ESCENARIO	2	LUMINARIAS SEGUIDORAS	FEL 1000 W
INSTALADOS EN EL PRIMER PUENTE DE ATRAS INMEDIATAMENTE DESPUES DE LA BOCA ESCEHICA	ILUMINACION GENERAL DEL ESCENARIO Y EL AREA DE TRASERA DEL ESCENARIO	10 7 4	PROYECTOR FRESNEL 6" ELIPSOIDAL BATERIAS DE 7.5' DE LARGO CON 15 REFLECTORES	BTM 750 W EHF 750 W, Q750/4CL PAR FL 150 W
INSTALADOS EN EL PUENTE CENTRAL ENCIMA DEL ESCENARIO	ILUMINACION GENERAL, COMPLEMENTARIA, MEZCLA, COMBINACION, LOCALIZADA, DIRECTA E INDIRECTA, SUPERIOR DEL CYCLORAMA	12 8 8 12 4	PROYECTOR FRESNEL 6" PEYECTOR ELIPSOIDALES LUMINARIA DE CAVIDAD LUMINARIA PAR46 BATERIAS DE 7.5' DE LARGO CON 15 REFLECTORES	BTM 750 W EHF 750 W, Q750/4CL IF 6 DSE, 1000 W PAR 46/3NSP 200 W PAR FL 150 W
INSTALADOS EN EL PUENTE DEL FONDO DEL ESCENARIO	ILUMINACION TRASERA HACIA EL ESCENARIO, GENERAL, COMPLEMENTARIA	5 5 4	PROYECTOR FRESNEL 6" PROYECTOR ELIPSOIDAL BATERIAS DE 7.5' DE LARGO CON 15 REFLECTORES	BTM 750 W EHF 750 W, Q750/4CL PAR FL 150 W
INSTALADOS COMO ILUMINACION DE HORIZONTE EN EL PISO AL FONDO DEL ESCENARIO	ILUMINACION DE LA PARTE INFERIOR DEL CYCLORAMA	4 2	BATERIAS DE 6' DE LARGO CON 12 REFLECTORES BATERIAS DE 8' DE LARGO CON 16 REFLECTORES	PAR FL 150 W PAR FL 150 W
INSTALADOS A LOS LADOS DEL LA PARTE INTERIOR DEL ESCENARIO	ILUMINACION COMPLEMENTARIA Y LOCALIZADA	10	PROYECTORE ELIPSOIDAL	EHF 750 W, Q750/4CL

6.4 PLAN DE CONTROL DE ILUMINACION

El plan de control de iluminación consiste en designar la capacidad de los dimmer y a que equipo controla, así como el tamaño de la consola de control.

PLAN DE CONTROL DE ILUMINACION DEL ESCENARIO

NUNERO REQUERIDO	TIPO DE INSTRUMENTO	DESCRIPCION DE LAMPARA	POTENCIA TOTAL	SISTEMA DE CONTROL	N DE CIRCUITOS POR DIMMER
21	PROYECTOR ELIPSOIDAL	EHF 750 W, Q750/4CL	15.75 KW	4 DIMMER DE 3.6 KW 2 DIMMER DE 2.4 KW	18 3
19	PROYECTOR ELIPSOIDAL	EHF 750 W, Q750/4CL	14.25 KW	4 DIMMER DE 3.6 KW 1 DIMMER DE 2.4 KW	16 3
4	PROYECTOR ELIPSOIDAL	EHF 750 W, Q750/4CL	3 KW	1 DIMMER DE 3.6 KW	4
12	PROYECTOR ELIPSOIDAL	EHF 750 W, Q750/4CL	9 KW	3 DIMMER DE 3.6 KW	12
3	BATERIA DE 8' DE LARGO CON 16 REFLECTORES Y CUATRO CIRCUITOS SEPARADOS	150 W, PAR FL	7.2 KW	4 DIMMER DE 2.4 KW	12
2	LUMINARIAS SEGUIDORAS	FEL 1000 W	2 KW	SIN DIMMER	
10 7 4	PROYECTOR FRESNEL 6" ELIPSOIDAL BATERIAS DE 7.5' DE LARGO CON 15 REFLECTORES CON TRES CIRCUITOS SEPARADOS	BTM 750 W EHF 750 W, Q750/4CL PAR FL 150 W	7.5 KW 5.25 KW 9 KW	6 DIMMER DE 2.4 KW 4 DIMMER DE 2.4 KW	10 4 3 12
12 8 8 12 4	PROYECTOR FRESNEL 6" PEYECTOR ELIPSOIDALES LUMINARIA DE CAVIDAD LUMINARIA PAR46 BATERIAS DE 7.5' DE LARGO CON 15 REFLECTORES	BTM 750 W EHF 750 W, Q750/4CL IF 6 BSE, 1000 W PAR 46/3NGP 200 W PAR FL 150 W	9 KW 6 KW 8 KW 2.4 KW 9 KW	4 DIMMER DE 3.6 KW 4 DIMMER DE 2.4 KW	33 12
5 5 4	PROYECTOR FRESNEL 6" PROYECTOR ELIPSOIDAL BATERIAS DE 7.5' DE LARGO CON 15 REFLECTORES	BTM 750 W EHF 750 W, Q750/4CL PAR FL 150 W	3.75 KW 3.75 KW 9 KW	4 DIMMER DE 2.4 KW 4 DIMMER DE 2.4 KW	10 12
4 2	BATERIAS DE 6' DE LARGO CON 12 REFLECTORES BATERIAS DE 8' DE LARGO CON 16 REFLECTORES	PAR FL 150 W PAR FL 150 W	7.2 KW 9.6 KW	6 DIMMER DE 2.4 KW	20
10	PROYECTORE ELIPSOIDAL	EHF 750 W, Q750/4CL	7.5 KW	4 DIMMER DE 2 KW	10

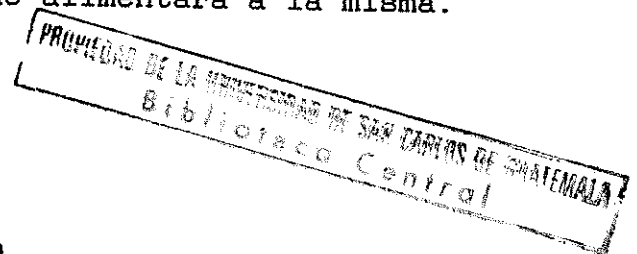
De los datos de la tabla se tiene que son 50 dimmer los que se utilizan para el control de iluminación , por lo que se concluye que, la consola de iluminación deberá tener, por lo menos, 55 canales para controlar remotamente a los dimmer.

CONCLUSIONES

- 1.- Cuando se realiza un diseño de iluminación para un escenario, lo más importante a considerar es el tipo de representación artística que se llevará cabo en éste.
- 2.- En Guatemala la iluminación que presentan algunos teatros podría mejorarse si se hace un diseño adecuado de iluminación.
- 3.- Las dos principales razones por las que en nuestro país se realizan pocas instalaciones de iluminación para escenarios son:
a) El bajo índice de construcciones de este tipo; b) el alto costo de la instalación.
- 4.- Debido a que el personal técnico está en contacto directo con los equipos de iluminación se deberá trabajar con extrema seguridad, ya que la pérdida de una vida humana es irreparable.
- 5.- La luz, cuidadosamente controlada y armonizada, puede crear una combinación impresionante de efectos visuales utilizada para, destacar el significado físico de la representación artística.

RECOMENDACIONES

- 1.- Se recomienda como medio de apoyo a este trabajo, el hacer un estudio de la influencia y combinación del sonido con la iluminación escénica en la representación artística.
- 2.- Se recomienda que este trabajo se de a conocer tanto a las entidades técnicas como a las artísticas debido a la relación directa que tienen con esta actividad.
- 3.- Se recomienda que en el diseño de la instalación eléctrica para la iluminación, hacer una red de tierra eficiente, debido a que con este tipo de equipo se tiene un contacto directo, continuamente.
- 4.- Se recomienda tomar en cuenta en la iluminación de la sala del teatro la iluminación de emergencia y el dimensionamiento adecuado de la planta eléctrica que alimentará a la misma.



BIBLIOGRAFIA

1. Eldon Elder, WILL IT MAKE A THEATRE, 1983.
2. FERNANDEZ SALAZAR LUIS C., TECNICAS Y APLICACIONES DE LA ILUMINACION, 1993.
3. FREDERICK BENTHAM, THE ART OF STAGE LIGHTING, 1980.
4. HOPOPHANE, DISENO PROFESIONAL DE PROYECTOS DE ALUMBRADO, 1993.
5. HEBERT C. HEFFNER, TECNICA TRATRAL MODERNA, 1984.
6. ILLUMINATING ENGINEERING SOCIETYIES, LIGHTING HANDBOOK, 1984.
7. INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, NATIONAL ELECTRICAL SAFETY CODE 1992, AUGUST 3, 1992.
8. NEC, 1993.
9. NOREICO, CATALOGO.
10. PHILIPS, MANUAL DE ALUMBRADO, 1988.
11. PHILIPS, COMPACT LINGHTING CATALOGUE PHILIPS, LINGHTIN DIVISION, 1981.
12. PHILIPS, CATALOGO DE ALUMBRADO.
13. RAMIREZ VAZQUEZ, JOSE. SISTEMAS DE ILUMINACION EN PROYECTOS DE ALUMBRADO, . 1988
14. SIEMEN, INSTALACIONES ELECTRICAS, 1990.
15. SYLVANIA, BOLETIN DE INFORMACION TECNICA SYLVANIA, LAMPARAS DE TUNGSTENO HALOGENO, 1987.
16. WESTINGHAUSE, LIGHTING.
17. WESTINGHAUSE, ILUMINACION ARTIFICIAL. 1987.
18. W OREN PARKENR, SCENE DESIGN AND STAGE LINGHTING, 1982.

APENDICE A

CRITERIOS SOBRE ILUMINACION DE LA SALA DE TEATRO

1. AUDITORIO

El auditorio y el escenario son considerados como dos problemas de luz separados y distantes, pero ocasionalmente el área de butacas está atada muy de cerca con el escenario de producción. En muchos casos la audiencia puede ser incluida en la acción del juego, relacionando el color y nivel de iluminación del auditorio con el escenario.

El propósito principal de iluminación es proveer buena visibilidad a la hora de que caiga el telón. Lámparas descubiertas instaladas en la pared y lámparas colgando no esta acorde con la práctica de iluminación de teatros modernos. Aun cuando ellas puedan ser de bajo voltaje, debido a que crean considerables deslumbramientos y de esta forma deben ser eliminados. Un simple metodo para corregir estos defectos es poner pantalla a las lámparas. Donde sea posible, fuentes de luz deben ser de grandes areas y baja superficie de brillantez, por medio de esto la sombra es minimizada. Luz indirecta está siendo usada porque ésta provee luz distribuida en toda el área de las butacas.

Los teatros modernos actualmente, necesitan un tipo de luz, en forma clara. Esto no solo debe dar visibilidad sino que también debe decorar el ambiente, porque iluminación en interiores modernos están eliminando la belleza esculpida y pintada en las paredes y usando simplicidad como diseños básicos. Combinando la construcción interna y el diseño de iluminación suave es posible obtener buena visibilidad. La decoración puede ser dada por paneles luminosos, luces cubiertas, figuras artísticas, etc.

Teatros, casas de ópera y salones de música pueden hacer uso de iluminación suave más efectivamente, en ellos la audiencia cuanta con la visión necesaria para encontrar su asientos, pero las luces no deben interferir con la actuación en el escenario. Por medio de controlar el funcionamiento y la decoración de iluminación en circuitos y cambiar el color frecuentemente, muchas variaciones pueden ser obtenidas.

En la siguiente tabla se muestran los valores recomendados de niveles de iluminación para la sala de asientos y otros lugares.

TABLA A.1
NIVELES RECOMENDADOS DE ILUMINACION

Salas de espectáculos	Min.Lux	Rec.Lux
Vestíbulo	100	200
Salón de descanso	100	200
Anfiteatro - Durante los entre actos - Durante la audición	00 Alumbrado o de circulac ión	200
Orquestas sobre los atriles	300	400

1.1 ILUMINACION DE EMERGENCIA

Los sistemas de iluminación de emergencia iluminación de salida de emergencia e iluminación adicional para brindar suficiente visibilidad, en una situación de emergencia.

Aparatos o lámparas o cualquier otro equipo que no sea necesario para el uso de emergencia, no debe de ser alimentado por los circuitos de alimentación del sistema de iluminación de emergencia.

En los sistemas de iluminación de emergencia deben estar incluidos todos los medios de iluminación de salidas, señales de salidas y todas las otras iluminaciones necesarias para proporcionar los requerimientos de iluminación del auditorium.

Los sistemas de iluminación de emergencia deben ser diseñados e instalados de tal forma que en caso de fallo de un elemento individual de iluminación del sistema de emergencia, tal como quemarse un bulbo, no se quede en total oscuridad una zona determinada.

Cuando se utilicen fuentes de iluminación de descarga tales como las de alta o baja intensidad de presión de sodio o vapor de mercurio, en los sistema de iluminación de emergencia, se puede usar una sola fuente para la iluminación, hasta que se restaure la iluminación normal.

Los circuitos que alimenten los sistema de iluminación de emergencia deben ser instalados proporcionando desde una fuente de alimentación que puede ser un banco de baterias o un sistema generador de emergencia. Tales fuentes no deben exceder en 10 segundos en su funcionamiento.

Los bancos de baterías usados como fuentes de poder para los sistemas de iluminación de emergencia deben situarse con un rango y capacidad para alimentar y mantener la carga total por un periodo como minimo de 1 ½ hora sin que el voltaje disminuya abajo del 87.5% del valor nominal.

Baterías de ácido o tipo alcalino deben ser diseñadas y construidas para cubrir los requerimientos del servicio de emergencia . Cargadores automaticos de baterias deben ser provistos.

Los sistemas de generador, deben ser provistos de un primotor aceptable, ademas debe contar con encendido automatico del primotor sobre las fallas en servicio normal y transferencia automatica de los circuitos de iluminación. Un tiempo de retardo de 15 minutos debe ser dotado para evitar retransferir en un caso de un corto tiempo de restablecimiento de la alimentación normal.

Cuando los primotores son a base de motor de combustion interna , se debe proporcionar un abastecimiento de combustible a la maquina que mantenga la carga por lo menos 2 horas.

Cuando un banco de baterias es usado para arranque del control de ignición o como el medio de arranque del primotor este debe de ser adecuado para estos propositos y ser equipado con un cargador automatico independiente del generador.

Los circuitos de alimentación del sistema de iluminación de emergencia, deben ser independientes del sistema general de iluminación, provisto de transferecia automatica de iluminación de emergencia sobre los eventos o fallas.

Los interruptores instalados para sistema de iluminación de emergencia deben ser operados unicamente por personas autorizadas. La conexión de sistemas de emergencia con interruptores de tres vias o cuatro vias no esta permitido.

Los interruptores deben localizarse, convenientemente, para que sean de fácil acceso, en los teatros pueden ser controlados desde el lobby. En ningun caso los interruptores deben ser instalados sobre la plataforma del escenario.

2. LOBBY

El lobby es la primera impresión que la audiencia toma del interior del teatro y por supuesto esta puede ser buena . Primeramente, el lobby debe ser lujoso y colorido, dando la bienvenida, estimulación y sensación de diversión y relajamiento. Iluminación decorativa y arquitectonica es recomendada aqui.

Un nivel mínimo de 20 pie-candelas es deseable en los vestibulos de los teatros. Un combinación de los acabados tanto del cielo como de las paredes y la iluminación es deable para conseguir los efectos deseados por el público, lo inportante es resaltar la belleza arquitectonica del ambiente.

Incorporando la iluminación general, con lámpara fluorecntes, iluminación específica o transiluminación son técnicas accesibles para iluminación de carteles o rotulos. Los rangos de iluminación varían entre 50 a 200 pie-candelas dependiendo del ambiente.

En general deberá de una considerable unifomidad en los niveles de iluminación general.

Iluminación especial para los posters individuales, decoraciones, es siempre necesario para hacer que ellos se paren lejos de los corredores exteriores. Estas son las luces altas de advertencia de la sala y debe ser enfatizado.

3. VESTIBULO

Usualmente, una atmósfera de tranquilidad es dseseable en el vestíbulo. Una iluminación con mezcla de luminarias de gran potencia y luminarias de pequeña potencia es un buen método de conseguir la iluminación. La iluminación en la paredes estatuas pinturas y plantas es importante en el desarrollo de la atmósfera. Debe tenerse cuidado de que la iluminación no se derramen o desborde dentro del auditorium, generalemte, los noveles de iluminación son del orden de 15 pie-candelas.

4. ENTRADA

La entrada del teatro es gran vitrina . Esta debe dar una impresión favorable tanto de día como de noche, de modo de llamar la atención de los visitantes. El exterior del teatro debe ser distintivo y llamar la atención, de manera de convertir a los transeuntes en compradores de boletos.

Iluminacion inusual y señales electricas son siempre novedades y atractivas. Arquitectura moderna de iluminación es la tendencia.

El uso de iluminación en los teatros tiene, lenguaje relativo, sin límite, como el teatro es esencialmente una palabra de hacer creer, y la iluminación ayuda a hacer este mundo más real.

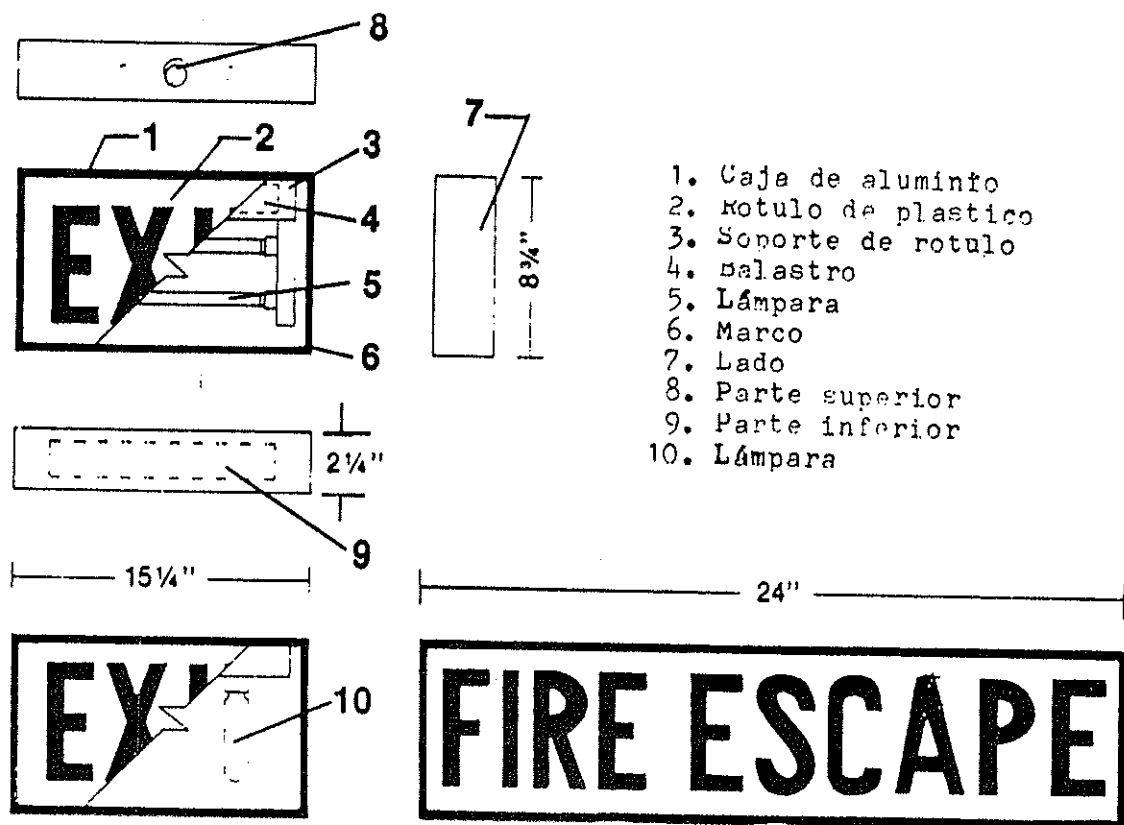


Fig.A.1 Señales comunes utilizadas en iluminación de emergencia.