GENERAL ELECTRIC HPS BALLAST ELECTRICAL DATA – SINGLE VOLTAGE, 60Hz

ANSI Lamp Type	Watts	Line Volts	Line-Operating Amperes	Line Watts	Power Factor %	Line-Starting Amperes	% Allowable Line Voltage Dip
HPS BALLST–REGULATOR (LAG TYPE) – MAGNETIC REGULATOR ALLOWABLE LINE VOLTAGE VARIATION: ±10%							
S-51	400	120	4.1	475*		1.6	
		208	2.4	475		1.1	
		240	2.1	475		0.8	
		277	1.8	475		0.7	
		347	1.4	475		0.6	
		480	1.1	475		0.5	
S-67	310	120	3.3	383		1.5	
		208	2.0	383		1.0	
		240	1.7	383		0.8	
		277	1.5	383		0.7	
		347	1.2	383		0.6	
		480	0.9	383		0.4	
S-50	250	120	2.7	312		1.0	
		208	1.6	312		0.6	
		240	1.4	312		0.5	
		277	1.2	312		0.4	
		347	0.9	312		0.3	
		480	0.7	312		0.3	
S-66	200	120	2.1	246		0.9	
		208	1.2	246		0.6	55
		240	1.1	246	90+	0.5	to
		277	0.9	246		0.4	20
		347	0.7	246		0.3	
		480	0.6	246		0.3	
S-55	150	120	1.7	193		0.9	
		208	1.0	193		0.5	
		240	0.9	193		0.5	
		277	0.8	193		0.4	
		347	0.6	193		0.4	
		480	0.5	193		0.3	
S-54	100	120	1.2	136		0.7	
		208	0.7	136		0.4	
		240	0.6	136		0.4	
		277	0.5	136		0.3	
		347	0.4	136		0.2	
		480	0.3	136		0.2	
S-62	70	120	0.9	99		0.5	
		208	0.5	99		0.4	
		240	0.5	99		0.3	
		277	0.4	99		0.3	
		347	0.3	99		0.2	
		480	0.2	99		0.2	
HPS BALLST–REGULATOR (LEAD TYPE) – CWI ALLOWABLE LINE VOLTAGE VARIATION: ±10%							
S-50	250	120	2.5	298		2.0	
		208	1.5	298		1.2	
		240	1.3	298		1.0	
		277	1.2	298		0.9	
		347	0.9	299		0.7	
		480	0.7	300		0.5	
S-66	200	120	2.1	238		1.4	
		208	1.2	238		1.0	
		240	1.1	238	90+	0.7	35
		277	0.9	238	to	0.6	to
		347	0.7	240	65	0.5	10
		480	0.5	260		0.6	
S-55	150	120	1.7	190		0.9	
		240	0.9	190		0.5	
S-54	100	120	1.2	132		0.7	
		240	0.6	132		0.4	
S-62	70	120	0.8	96		0.5	
		240	0.4	96		0.3	

*For outdoor products the line watts are 481.

ANSI Lamp Type	Watts	Line Volts	Line-Operating Amperes	Line Watts	Power Factor %	Line-Starting Amperes	% Allowable Line Voltage Dip
HPS BALLST–AUTO-REGULATOR (LEAD TYPE) – CWA ALLOWABLE LINE VOLTAGE VARIATION: ±10%							
S-52	1000	120	9.6	1096		5.6	
		208	5.8	1102		3.5	
		240	4.8	1096		2.9	
		277	4.4	1096		2.7	
		347	3.5	1104		2.2	
		480	2.5	1102		1.6	
S-111	750	120	7.1	839		6.4	
		208	4.0	836		3.5	
		240	3.5	838		3.1	
		277	3.1	841		2.7	
		347	2.5	849		2.2	
		480	1.8	849		1.5	
S-51	400	120	3.9	466		3.0	
		208	2.2	467		1.9	
		240	2.0	468		1.6	
		277	1.7	468		1.4	
		347	1.4	468		1.0	
		480	1.0	470		0.8	
S-50	250	120	2.6	300		2.6	
		208	1.5	300		1.5	
		240	1.3	300		1.2	
		277	1.2	300	90+	1.1	35
		347	0.9	300	to	0.7	to
		480	0.7	300	65	0.6	10
S-66	200	120	2.1	238		1.2	
		208	1.2	238		0.7	
		240	1.0	238		0.6	
		277	0.9	238		0.6	
		347	0.7	240		0.5	
		480	0.6	240		0.4	
S-55	150	120	1.6	189		0.9	
		208	1.0	189		0.5	
		240	0.9	189		0.5	
		277	0.7	189		0.4	
		347	0.6	190		0.4	
		480	0.5	190		0.3	
S-54	100	120	1.2	127		0.7	
		208	0.7	126		0.4	
		240	0.6	126		0.4	
		277	0.5	126		0.3	
		347	0.4	127		0.2	
		480	0.3	127		0.2	
S-62	70	120	0.8	118		0.5	
		208	0.5	119		0.4	
		240	0.4	119		0.3	
		277	0.3	119		0.3	
		347	0.3	120		0.2	
		480	0.2	120		0.2	
SUPER LOW LOSS BALLAST HPS BALLAST–AUTO-REGULATOR (LEAD TYPE)–CWI ALLOWABLE LINE VOLTAGE VARIATION: ±10%							
S-51	400	120	3.75	442		2.63	
		208	2.20	449		1.50	
		240	1.90	449		1.30	
		277	1.73	449		1.21	35
		480	1.00	453	90+	0.70	to
S-60	250	120	2.40	280		1.85	10
		208	1.40	287		1.10	
		240	1.20	287		0.97	
		277	1.00	285		0.81	
		480	0.63	291		0.49	

GENERAL ELECTRIC HPS BALLAST ELECTRICAL DATA – SINGLE VOLTAGE, 60Hz

ANSI Lamp Type	Watts	Line Volts	Line-Operating Amperes	Line Watts	Power Factor %	Line-Starting Amperes	% Allowable Line Voltage Dip
HPS BALLST–REACTOR TYPE (HIGH POWER FACTOR REACTOR OR REACTOR AUTO-TRANSFORMER) ALLOWABLE LINE VOLTAGE VARIATION: ±5%							
S-52	1000	480	2.3	1062		4.2**	
S-51	400	208	2.3	440		3.8**	
		240	1.9	438		3.8**	
S-67	310	208	1.8	335		2.8**	
		240	1.5	339		2.5**	
S-50	250	208	1.5	276	90+	2.3**	15
		240	1.4	284	to	2.4**	to
S-66	200	208	1.2	225	80	1.8**	7
		240	1.1	230		1.9**	
S-55	150	120	1.6	171		2.4**	
S-54	100	120	1.1	117		1.7**	
S-62	70	120	0.8	83		1.3**	
S-68	50	120	0.5	58		0.9**	
HPS BALLST–REACTOR TYPE (NORMAL POWER FACTOR REACTOR AUTO-TRANSFORMER) ALLOWABLE LINE VOLTAGE VARIATION: ±5%							
S-52	1000	480	4.8	1062	46	7.0	
S-51	400	208	4.7	436	44	6.6	
		240	4.7	438	39	6.2	
S-67	310	208	3.7	337	44	5.0	
		240	3.6	335	40	4.6	
S-50	250	208	3.0	275	45	3.9	15
		240	3.1	281	40	3.8	to
S-66	200	208	2.4	224	45	3.3	7
		240	2.4	227	40	3.2	
S-55	150	120	3.3	171	44	4.5	
S-54	100	120	2.2	117	45	2.9	
S-62	70	120	1.6	83	42	2.0	
S-68	50	120	1.2	58	41	1.5	
S-76	35	120	0.8	41	41	1.1	
HPS BALLST–REACTOR TYPE (HIGH POWER FACTOR LAG) ALLOWABLE LINE VOLTAGE VARIATION: ±5%							
S-111	1000	480	1.8	827		3.3**	
S-50	250	120	2.6	295		4.7**	
S-66	200	120	2.1	226		3.1**	
S-55	150	240	0.8	184		1.3**	
		277	0.2	184		1.2**	
		347	0.6	184		0.9**	
		480	0.4	194		0.4**	
S-54	100	240	0.5	121		1.0**	
		277	0.4	121	90+	0.8**	15
		347	0.4	121	to	0.7**	to
		480	0.3	129	80	0.5**	7
S-62	70	240	0.4	86		0.7**	
		277	0.4	86		0.7**	
		347	0.3	86		0.7**	
		480	0.2	93		0.3**	
S-68	50	240	0.3	63		0.6**	
		277	0.3	63		0.5**	
		347	0.2	63		0.4**	
		480	0.2	68		0.3**	

ANSI Lamp Type	Watts	Line Volts	Line-Operating Amperes	Line Watts	Power Factor %	Line-Starting Amperes	% Allowable Line Voltage Dip
HPS BALLST–REACTOR TYPE (NORMAL POWER FACTOR LAG) ALLOWABLE LINE VOLTAGE VARIATION: ±5%							
S-51	400	120	9.4	454	40	13.3	
S-50	250	120	5.7	288	42	8.0	
S-66	200	120	4.8	231	41	6.5	
S-55	150	240	1.9	187	41	2.4	
		277	1.6	187	42	2.1	
		347	1.3	186	41	1.6	
S-54	100	240	1.4	122	36	1.7	15
		277	1.2	121	36	1.5	to
		347	1.0	120	35	1.2	7
S-62	70	240	1.1	86	34	1.4	
		277	1.0	86	34	1.2	
		347	0.8	85	33	1.1	
		480	0.6	91	32	0.9	
S-68	50	240	0.9	62	30	1.0	
		277	0.7	62	31	0.9	
		347	0.6	62	31	0.7	
		480	0.5	67	29	0.6	

ANSI Lamp Type	Watts	Line-Operating Amperes	Line Watts	Power Factor %	Loading Factor ***
HPS BALLST–SERIES TYPE					
S-50	250		285	77	0.96
S-66	200		233	76	0.75
S-55	150	6.6	174	82	0.57
S-54	100		121	81	0.40
S-62	70		85	77	0.28
S-68	50		64	79	0.22

APENDICE

B) Norma Oficial Mexicana Relativa a las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica (Illuminating Engineering Society of North America)

ILUMINACION EISA S.A. DE C.V.

LAUREL 2774 COL. MODERNA, MONTERREY, N.L. C.P. 64530

TELS Y FAX: 351-15-77, 331-01-21, 331-30-11, 331-30-71, 351-69-90, 331-58-79

E-mail: eisa97@nl1.telmex.net.mx

ESTIMADOS CLIENTES Y AMIGOS:

Iluminación EISA S.A. DE C.V. empresa pionera en el diseño e instalación de sistemas de iluminación, particularmente en el área de alumbrado publico, considerando su interés de mantenerse informados y actualizados en asuntos relacionados a la iluminación, lleva a ustedes a través de esta publicación las disposiciones que atañen al alumbrado publico en nuestro país.

La información fue publicada en el Diario Oficial de la Federación con fecha del lunes 10 de octubre de 1994 en el capitulo nueve, quinta parte, y comprende de las paginas 29 a la 56.

Seguros que les será de utilidad nos reiteramos, como siempre, a sus amables indicaciones

A t e n t a m e n t e.-

Ing. Alvaro García Garza

Director General

QUINTA PARTE

CAPITULO 9 ALUMBRADO PUBLICO

Este capitulo entrara en vigor seis meses despues del dia siguiente a su publicación en el Diario Oficial de la Federacion

ARTICULO 901. DISPOSICIONES DE CARACTER GENERAL

901-1. Objetivos del alumbrado publico

El proposito del alumbrado publico es el proporcionar una vision rapida, precisa y confortable durante las horas de la noche Estas cualidades de vision pueden salvaguardar, facilitar y fomentar el trafico vehicular y peatonal

Los principales objetivos de un sistema de alumbrado público son:

- Aumentar la seguridad y la fluidez de la circulación en las vialidades, ayudando a reducir el número de accidentes durante la noche.
- Aumentar la seguridad de las personas y sus bienes.
- Promover las actividades comerciales e industriales durante las horas de la noche.
- Promover el espíritu de comunidad y su crecimiento.
- Ayudar a la protección policiaca.

Esta norma establece las necesidades de calidad de iluminación para diferentes tipos de vialidades, areas de peatones, o ciclopistas de acuerdo con los requerimientos durante las horas de la noche. Para lograr esto, los niveles de iluminancia deben ser determinados adecuadamente debido a:

- La eficiencia visual es muy baja en la noche.
- La capacidad de percepción del individuo decrece con la edad.
- Las caracteristicas de operación del ojo humano varían con las diferentes intensidades de iluminancia.
- La percepción varía en función de la velocidad de circulación.

La iluminación nocturna proporciona visibilidad a los usuarios de tres formas:

a).- El sistema de iluminación propia de la vialidad.

b).- De las fuentes de luz ajenas a la vialidad.

c).- Del sistema propio de los automoviles.

La obscuridad ocasiona accidentes a los usuarios de las vialidades en relación de aproximadamente tres veces mas que durante el dia. Algunos factores que interactuan con las reducidas condiciones de visibilidad durante la noche son los siguientes:

- Deslumbramiento debido a luces extrañas en el entorno.
- Falta de señalización.
- Mal uso de las luces vehiculares, defectuosas, inadecuadas o en mal estado.
- Incremento de la fatiga del conductor.
- Uso del alcohol o drogas
- Decremento de la capacidad visual (percepción, adaptación, acomodacion y deslumbramiento) particularmente en conductores de avanzada edad.

901-2. Antecedentes para los criterios de diseño

Los criterios para el diseño de la iluminación de vialidades se han basado en el concepto de iluminancia horizontal Sin embargo el criterio de calculo de la luminancia del pavimento y el deslumbramiento perturbador proporcionan una mejor correlación con la orientación visual debido a la calidad de la iluminación de la vialidad

Esta norma establece los valores de luminancia de pavimento, deslumbramiento perturbador e iluminancia

La luminancia de pavimento es determinada por la localización del observador, la cantidad de luz que incide en el pavimento, su incidencia relativa y las caracteristicas de reflexión del mismo

La iluminancia horizontal es una función sólamente de la cantidad de luz que llega a varias partes de la superficie y sobre la dirección vertical del haz de luz. No depende sólamente de la dirección lateral o de as caracteristicas de reflectancia del pavimento, sino varia también de acuerdo a la geometria y a las caracteristicas de reflectancia del luminario que puede causar una amplia variación en la percepcion de brillantez del pavimento, que no se contempla en el uso del criterio de iluminancia.

El deslumbramiento perturbador proporciona información y mide el efecto del brillo como un porcentaje de a luminanc a del promedio total.

La ilum nanc a es la base primordial de esta norma pero el criterio de luminancia es aceptable y esta ncluido como una alternativa.

901-3. Criterios de calidad en el alumbrado público

Las necesidades fundamentales pueden expresarse en términos de percepcion visual a partir de esta necesidad se establecen los criterios fundamentales de calidad en el alumbrado público

1.- Es a relativa habilidad de los sistemas de iluminacion de proporcionar las diferencias de contraste que permitan que el usuario pueda detectar y/o reconocer en forma mas rapida, precisa y confortable los detalles principales para la tarea visual

2.- Para producir mejor calidad de iluminación, deben considerarse los factores siguientes que se interrelacionan

- Los deslumbramientos molestos y perturbadores deben ser reducidos al minimo
- El brillo reflejado especular debe permitir una diferencia de contraste.
- Un cambio de luminancia del pavimento cambiara los contrastes

- La uniformidad de luminancia del pavimento y otras areas del entorno y la uniformidad de luminancia horizontal y vertical.

3.- En algunos casos, los cambios encaminados a optimizar un factor relacionado a la calidad, pueden afectar adversamente a otros factores y en consecuencia la calidad total de la resultante de la instalación puede verse disminuida. Con el objeto de lograr un apropiado balance entre estos factores, esta norma proporciona recomendaciones y definiciones que cubren los siguientes aspectos:

a).- Distribución de luz del luminario en relación a su distribución vertical, lateral y al control vertical.

b).- Altura de montaje como una función de la máxima potencia en candelas.

c).- Luminancia mínima en cualquier punto de la vialidad relacionada a los valores promedio, así como a la relación de maxima a minima.

d).- Localizacion de los luminarios en relación a los elementos de la vialidad.

4).- En un sistema de iluminación debe considerarse el consumo de energia del sistema luminario ampara - balastro

ARTICULO 902. DEFINICIONES

Acomodación

Proceso por el cual el ojo humano modifica espontáneamente la distancia focal para asegurar una clara imagen de los objetos a diferentes distancias.

Adaptación.

Proceso por el cual el ojo humano es capaz de procesar información dentro de un amplio rango de niveles de luminancia.

Coeficiente de luminancia (q).

Es la relación entre la luminancia en un punto determinado y la iluminancia horizontal en el mismo punto.

$$q = \frac{L}{E}$$

Confort visual.

Se refiere al grado de satisfacción visual producido por el entorno luminoso.

Curva de distribución de intensidad. (Denominada comúnmente isocandela).

Curva fotométrica, generalmente en coordenadas polares, que representa la intensidad luminosa, en un plano que pasa por el eje de la fuente, en función del ángulo formado por el vector de la intensidad con una direccion dada.

Curva isolux (curva iso-iluminación).

Lugar geométrico de los puntos de una superficie que tienen igual iluminancia.

Deslumbramiento

Es la condición de visión en la cual existe incomodidad o disminución en la capacidad para distinguir objetos o ambas cosas a la vez, debido a una inadecuada distribución o escalonamiento de luminancias, o como consecuencia de contrastes excesivos en el espacio o en el tiempo.

Deslumbramiento cegador.

Deslumbramiento tan intenso que no puede verse ningún objeto durante un tiempo apreciable.

Deslumbramiento directo.

Deslumbramiento debido a un objeto luminoso situado en la misma o casi misma dirección que el objeto a percibir

Deslumbramiento incómodo.

Deslumbramiento que produce una sensación desagradable sin empeorar la visión de los objetos.

Deslumbramiento indirecto.

Deslumbramiento debido a un objeto luminoso situado en la misma o casi en la misma dirección que el objeto a percibir

Deslumbramiento perturbador.

Deslumbramiento que empeora la visión sin causar necesariamente una sensación desagradable.

Deslumbramiento por reflexión.

Deslumbramiento producido por la reflexión especular de la luz de una fuente, particularmente cuando la superficie donde se refleja es aquella que se observa, o esta situada en sus inmediaciones.

Eficacia luminosa de una fuente (η).

Es la relacion entre el flujo luminoso total emitido por una fuente y la potencia total consumida, expresada en Lumens por watt (Lm/w), SIMBOLO: h.

Factor de balastro

Es la razon de Watts de lámpara medidos sobre Watts de lámpara-luminario

Factor de mantenimiento o conservación.

Es la relación entre la iluminancia media en el plano de trabajo después de que una instalacion de alumbrado ha estado en uso durante un periodo especifico y la iluminancia media de una instalacion nueva en las mismas condiciones.

Factor de uniformidad global de luminancia (uo) es igual al cociente de la luminancia minima de un determinado tramo de la vialidad a la luminancia media de la misma.

$$U_o = \frac{L\ min.}{L\ med.}$$

Factor de uniformidad longitudinal (ul) es igual al cociente de la luminancia minima a la máxima a lo largo de una linea paralela al eje de la vialidad pasando por la posición del observador.

$$UL = \frac{L\ min}{L\ max}$$

Factor de utilización (para una superficie dada).

Es la relación entre el flujo luminoso que llega a la superficie dada y el flujo emitido por las lámparas.

Flujo luminoso (ϕ).

Es la cantidad de flujo de energia luminosa por unidad de tiempo, expresada en Lumens (Lm).

Flujo luminoso inicial de una lámpara.

Es el flujo luminoso que emite una lámpara después de transcurridas las horas de envejecimiento especificadas según el tipo. Se expresa en lumens (lm).

Iluminancia o iluminación. (E)

Es la relación del flujo luminoso incidente en una superficie por unidad de área de la misma, expresada en Lux (Lumen/metro cuadrado).

$$Em = \frac{\phi}{A}$$

Indice de rendimiento de color.

Es la medición del grado del cambio de color de los objetos cuando son iluminados por una fuente luminosa respecto al color de aquellos mismos objetos cuando son iluminados por una fuente de referencia de temperatura de color comparable.

Intensidad luminosa en un punto de una superficie y en una dirección (I).-

Es la densidad de flujo luminoso en una dirección. Indica la habilidad de una fuente de luz para producir iluminación en una dirección, expresada en candelas (cd).

$$I = \frac{d\phi}{d\Omega}$$

Luz.

Es la energia radiante que es capaz de excitar la retina y producir una sensación visual.

La porción visible del espectro electromagnético está comprendido entre 380 y 770 nm.

Luminancia en un punto de una superficie y en una dirección (L).-

Es la relación de la intensidad luminosa en la dirección dada, de un elemento infinitesimal de superficie que contiene al punto considerado y el área del elemento proyectado ortogonalmente sobre un plano perpendicular a la dirección considerada, expresada en candelas por metro cuadrado.

$$L = \frac{I}{s \cos \alpha}$$

Luminario para alumbrado público.

Dispositivo que distribuye, filtra o controla la radiación luminosa emitida por una o varias lámparas y que contiene todos los accesorios necesarios para fijar, sostener y proteger las mismas y conectarlas al circuito de alimentacion.

Potencia de un ensamble (lámpara y accesorios)

Es la potencia total en relación a la tension nominal, que consumen la lampara y sus accesorios en funcionamiento normal. (Deben de considerarse las pérdidas propias de los balastros), expresada en watts (w)

Potencia de una lámpara.

Es la potencia que consume la lámpara a la tensión nominal especificada por el fabricante, expresada en watts (W)

Proyector

Luminario que concentra la luz en un ángulo sólido determinado, por medio de un sistema optico (espejos o lentes) para conseguir una intensidad luminosa elevada.

Radiacion

Es la emisión o transferencia de energia en forma de ondas electromagnéticas o partículas.

Rendimiento normalizado de un luminario.

Llamado tambien factor de eficiencia o rendimiento óptico de un luminario. Es la relación entre el flujo emitido por el luminario, medido bajo condiciones especificas y la suma de los flujos individuales de las lamparas colocadas en el mismo..

Temperatura de color.

Es el termino que se utiliza para describir el color aparente de una fuente luminosa, y se expresa en grados kelvin (K).

Tension nominal de una lámpara.

Es la tension que debe aplicarse a la lámpara para que sus características de funcionamiento sean las que especifica el fabricante, se expresa en volts (v).

Uniformidad de iluminancia.- Es la razón entre el valor del nivel de iluminancia promedio y el nivel minimo de iluminancia en un tramo de la vialidad.

$$E_J = \frac{E_{pro}}{E_{min}}$$

Vida nominal promedio de una lámpara.

Es el numero de horas transcurridas de un numero determinado de lámparas en condiciones de laboratorio, desde su instalación hasta que el 50% de las mismas quedan fuera de operación. Las lámparas que muestren una marcada reducción en la producción luminosa, pueden considerarse como lámparas fa adas

Vida util de una lámpara.

Es el numero de horas durante las cuales las lámparas funcionando a su tensión nominal, conservan por 'erm no medio, un flujo luminoso igual o superior a un porcentaje determinado del flujo luminoso inicial.

ARTICULO 903. NIVELES DE LUMINANCIA E ILUMINANCIA

903-1. Deslumbramiento (brillo).

E des umbramiento se produce cuando dentro del campo visual existen fuentes luminosas molestas que provocan una perturbación de las condiciones de visión que se traducen en molestia o en una reducción de la apt tud para distinguir los objetos.

El deslumbramiento depende de la luminancia del luminario, de sus dimensiones, de la posición dentro del campo visual y de la relación entre su luminancia y la luminancia del entorno. Así mismo, del aumento de la potencia de la lámpara y de la desviación angular entre la dirección de la visión y el luminario.

El deslumbramiento (brillo) se divide principalmente en dos componentes:

- Deslumbramiento perturbador.
- Deslumbramiento incómodo o molesto.

Deslumbramiento perturbador

El deslumbramiento perturbador es motivado por la luz de las fuentes que aparecen en dirección de la retina ocasionando que un velo brillante se sobreponga a la imagen nítida, provocando pérdida en el rendimiento visual.

Debido a que el deslumbramiento perturbador no puede eliminarse completamente, se recomienda que la suma de las luminancias Lv de todos los luminarios del sistema de iluminación cuando son vistos desde la posicion del observador, no excedan los valores indicados en la Sección 904-6

La luminancia equivalente de velo y el estado de adaptación del ojo, que para el alumbrado de vialidades esta determinado principalmente por la luminancia media de la calzada Lprom, juegan un papel combinado en el rendimento visual deficiente provocado por el deslumbramiento.

Deslumbramiento molesto.

El deslumbramiento molesto no reduce la habilidad para ver un objeto, pero produce una sensación de incomodidad ocular.

El deslumbramiento molesto al igual que el deslumbramiento perturbador están relacionados al flujo luminoso producido, tamaño de la fuente, ángulo de desplazamiento de la fuente, iluminancia en el ojo, nivel de adaptacion, luminancia del entorno, tiempo de exposición y movimiento. Todos estos factores afectan en forma diferente y únicamente la iluminancia en el ojo y el ángulo de incidencia del flujo son comunes para ambos casos.

Uniformidad de luminancia e iluminancia de la vialidad.

Los valores de luminancia e iluminancia deben cumplir con lo especificado en las tablas 904 6(a) Y (b) Seccion 904-6

Los factores que se deben considerar con respecto a la relación del espaciamiento y altura de montaje y que influyen en la relación de uniformidad son: la potencia y tipo de lámpara y su posición con respecto al reflector la posición transversal del luminario, la altura de montaje y el ángulo de inclinación del luminario

Contraste

El contraste, es una de la caracteristicas sobre la cual depende el comportamiento visual.

El contraste se puede definir simplemente como la diferencia de brillantez de un objeto (mas o menos brillante) en comparación con el entorno sobre el cual se está observando.

Reflectancia del pavimento

Para el cálculo de la luminancia de la superficie de una vialidad es indispensable conocer acerca de sus caracteristicas reflectivas.

Para el proposito de esta norma, las caracteristicas de reflectancia del pavimento se indican las establecidas en la tabla 903 1.

TABLA 903.1

Clasificación de las superficies de la vialidad

Clase	Qo	Descripción	Tipo de reflectancia
R1	0.10	Superficie de concreto cemento portland, superficie de asfalto difuso con un minimo de 15% de agregados brillantes artificiales	casi difuso
R2	0.07	Superficie de asfalto con un agregado compuesto de un minimo de 60% de grava. (Tamaño mayor de 10mm.) Superficie de asfalto con 10 a 15% abrillantador artificial en la mezcla agregada.	Mezclado (difuso y especular)
R3	0 07	Superficie de asfalto (regular y recubrimiento sellado) con agregados obscuros (roca, roca volcanica); textura rugosa después de algunos meses de uso. (Tipico de autopistas).	Ligeramente especular
R4	0 08	Superficie de asfalto con textura muy tersa	Muy especular

Nota Qo. Representa el coeficiente de luminancia media.

ARTICULO 904. SISTEMAS DE ALUMBRADO PÚBLICO.

904-1. Clasificación de vialidades.

Generalidades

El nivel de iluminancia o luminancia requerido en una vialidad, se debe seleccionar de acuerdo a la clasificacion de la misma, en cuanto a su uso y tipo de zona en la cual se encuentra localizada

Al proyectar una zona debe definirse:

- Las zonas o calles en las que los niveles serán máximos
- Las zonas o calles en las que los niveles serán minimos
- Las categorias intermedias.

Clasificación de vias públicas (según su uso).

La via pública se integra de un conjunto de elementos cuya función es permitir el tránsito de vehiculos, ciclistas y peatones, asi como facilitar la comunicación entre las diferentes areas o zonas de actividad Las vias publicas se clasifican en:

I - Autopista - Vialidad con control total de acceso sin cruces a nivel independientemente si se paga o no peaje

II - Carretera - Vialidad que interconecta dos poblaciones, con cruces a nivel, independientemente si se paga o no peaje

III - Vias primarias - Corresponden a la parte del sistema vial que sirve como red principal del flujo de trafico Estas vialidades conectan areas de generacion de trafico y accesos carreteros

a) - Vias de acceso controlado

1) anular o periferica

2) radial

3) viaducto

b).- Vias principales

1) eje vial

2) avenida

3) paseo

4) calzada

5) boulevard

IV.- Vias secundarias - Vialidades usadas fundamentalmente para acceso directo a zonas residenciales, comerciales industriales y casas de campo Caminos locales de gran longitud generalmente divididos en cortas secciones por el sistema de vias de trafico intenso.

a) Calle colectora

b) calle local

1) residencial

2) industrial

c) callejon

d) callejuela

e) rinconada

f) cerrada

g) privada

h) terraceria

i) calle peatonal

j) pasaje

k) andador

V.- Ciclopistas - Cualquier camino, calle o trayectoria, la cual especificamente es designada para viajar en bicicleta o compartida con otro medio de transporte.

VI.- Areas de transferencia.-Son las áreas publicas donde confluyen diferentes tipos de vialidades, tales como

a) Estacionamiento y lugares de resguardo para bicicletas

b) Terminales urbanas, suburbanas y foráneas Sistemas de transporte colectivo

c) Paraderos

d) Otras estaciones

Clasificacion de areas (Considerando el uso del terreno)

I).- Comercial - Area de negocios de una población o ciudad donde generalmente existe una gran cantidad de peatones durante las horas de la noche.

II).- Intermedia - Estas areas se caracterizan por un tráfico de peatones moderado durante las horas de la noche

III).- Residencial - Un desarrollo residencial o una mezcla de residencias y pequeños establecimientos comerciales

IV).- Uso especifico - Tales como área de oficinas, clubes deportivos o parques industriales.

904-2. Clasificación de materiales

En la configuración de todo sistema de alumbrado intervienen diferentes materiales, mismos que para su consideracion se agrupan conforme a los siguientes elementos:

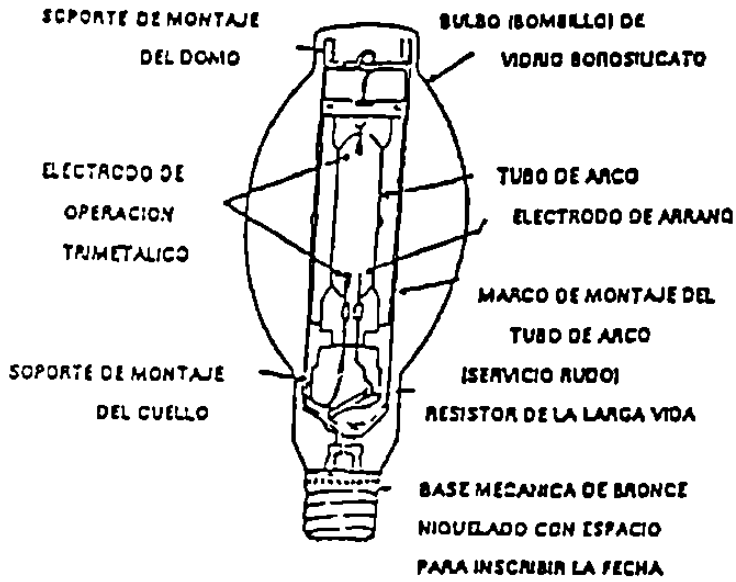
- Materiales luminicos
- Materiales eléctricos
- Materiales mecanicos y constructivos

Los materiales utilizados en los sistemas de alumbrado público deben contar con las características necesarias que les permitan garantizar una operación segura y confiable.

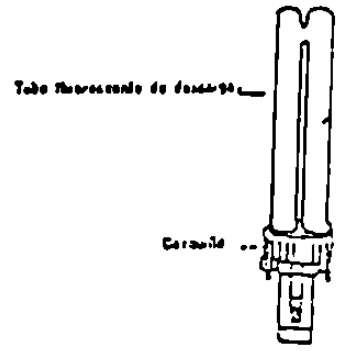
904-3. Materiales luminicos

Clasificacion de lámparas (ejemplos de los principales tipos en Figura 904 3):

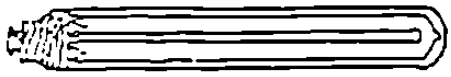
- Incandescentes
- Fluorescentes
- Luz mixta
- Vapor de mercurio
- Aditivos metalicos
- Vapor de sodio de alta presion
- Vapor de sodio de baja presion



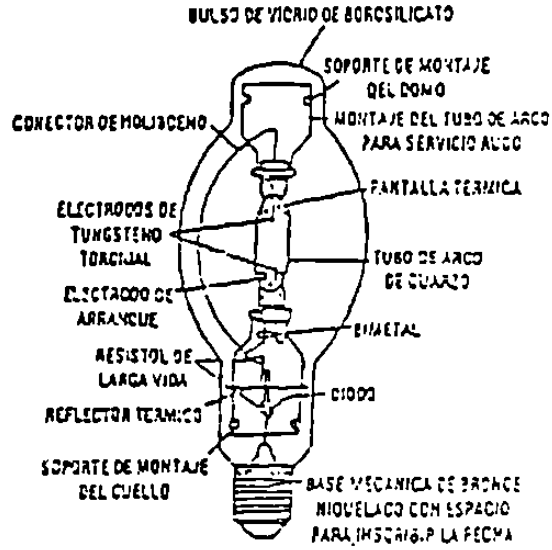
VAPOR DE MERCURIO



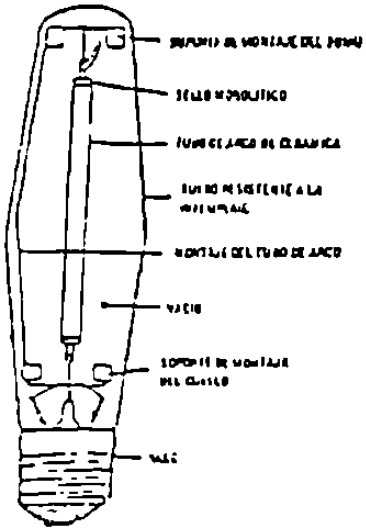
FLUORESCENTES COMPACTAS



VAPOR DE SODIO DE BAJA PRESION.



ADITIVOS METALICOS



VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESION

Fig 904 3 Diferentes tipos de lámparas

Lamparas incandescentes.

El uso y aplicacion de las lámparas incandescentes no es recomendable debido a su alto consumo de energia, pero se permite en los siguientes casos:

1 - Iluminacion de ornato. (Fuentes, murales decorativos para efectos festivos, etc.)

2 - Iluminacion para casos y/o efectos especiales, tales como: anuncios públicos de eventos especiales alumbrado provisional para efectos de seguridad y/o señalización.

3 - Semáforos y señalización.

4 - Alumbrado de emergencia en túneles y pasos a desnivel vehiculares o peatonales que requieren de iluminación, locales donde existe la posibilidad de grandes concentraciones de personas y/o lugares bajo techo donde no debe permitirse en caso de fallas de suministro de energia eléctrica quedar sin luz en ningun momento

Lamparas fluorescentes

El uso y aplicacion de las lámparas fluorescentes es limitado en el alumbrado de vialidades. En algunos casos se permite para iluminación de túneles o pasos vehiculares a desnivel, alumbrado de seguridad o bien para iluminación de equipo de señalización.

Lamparas de luz mixta

Las lamparas de luz mixta se pueden usar en condiciones similares a las lámparas incandescentes.

Lamparas de vapor de mercurio

Las lamparas de vapor de mercurio se pueden usar en forma restringida en áreas jardinadas.

Lamparas de aditivos metálicos

La lampara de aditivos metalicos se recomienda en aquellas instalaciones donde se requiere hacer juicio de colores como son

Estacionamientos fachadas, carteleras, monumentos, áreas deportivas, etc.

Lamparas de vapor de sodio de alta presión.

La principal aplicacion de las lámparas de vapor de sodio de alta presión es en el alumbrado publico

Lamparas de vapor de sodio de baja presión.

Se permite cuando la percepción de contrastes es primordial, y no es importante la reproducción correcta de los colores como por ejemplo en autopistas, puertos y zonas de clasificación en ferrocarriles.

El uso y aplicacion se determinan en función del rendimiento luminico, vida util, rendimiento de color y/o cromaticidad, resistencia a las variaciones de tensión, costo de las mismas y consumo de energia.

Luminarios

El luminario es un dispositivo que distribuye, filtra o transforma la radiación luminosa emitida por una o varias lamparas y que contiene todos los elementos necesarios para fijar, sostener y proteger las mismas y conectarlas al circuito de alimentación. En la figura 904.3a se muestra un luminario tipico y sus componentes

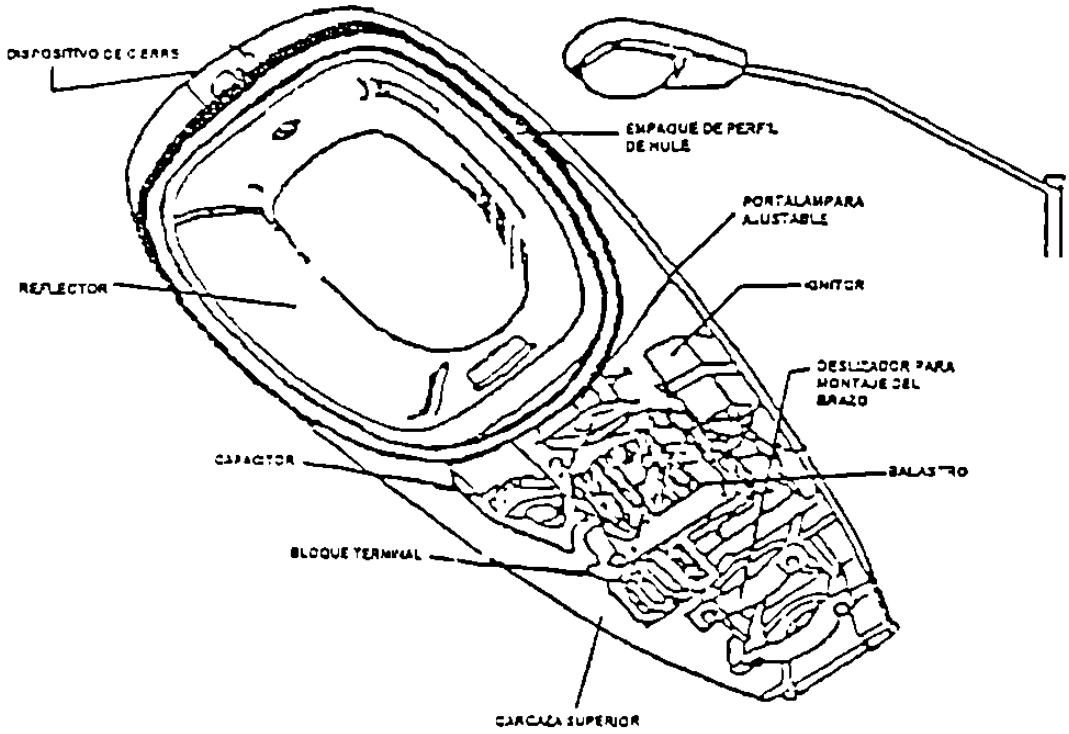


Fig. 904.3a Componentes de un luminario típico

Clasificación de luminarios.

La clasificacion de la distribucion de luz debe hacerse en base a las curvas isocandelas, como se indica en las figuras 904 3ab y 904 3ac.

Los luminarios se clasifican de acuerdo a su distribucion en: vertical, lateral y por su control vertical de distribución de luz.

a) - Distribucion de iluminación vertical.

1) - Distribución corta.- Un luminario se clasifica como de distribución corta, cuando la localización del punto de maxima candela se sitúa entre 1.0 y 2.25 veces la distancia transversal entre la altura de montaje

2 - Distribucion media - Un luminario se clasifica como de distribución media, cuando la localización del punto de maxima candela se sitúa entre 2 25 y 3.75 veces la distancia transversal entre la altura de montaje

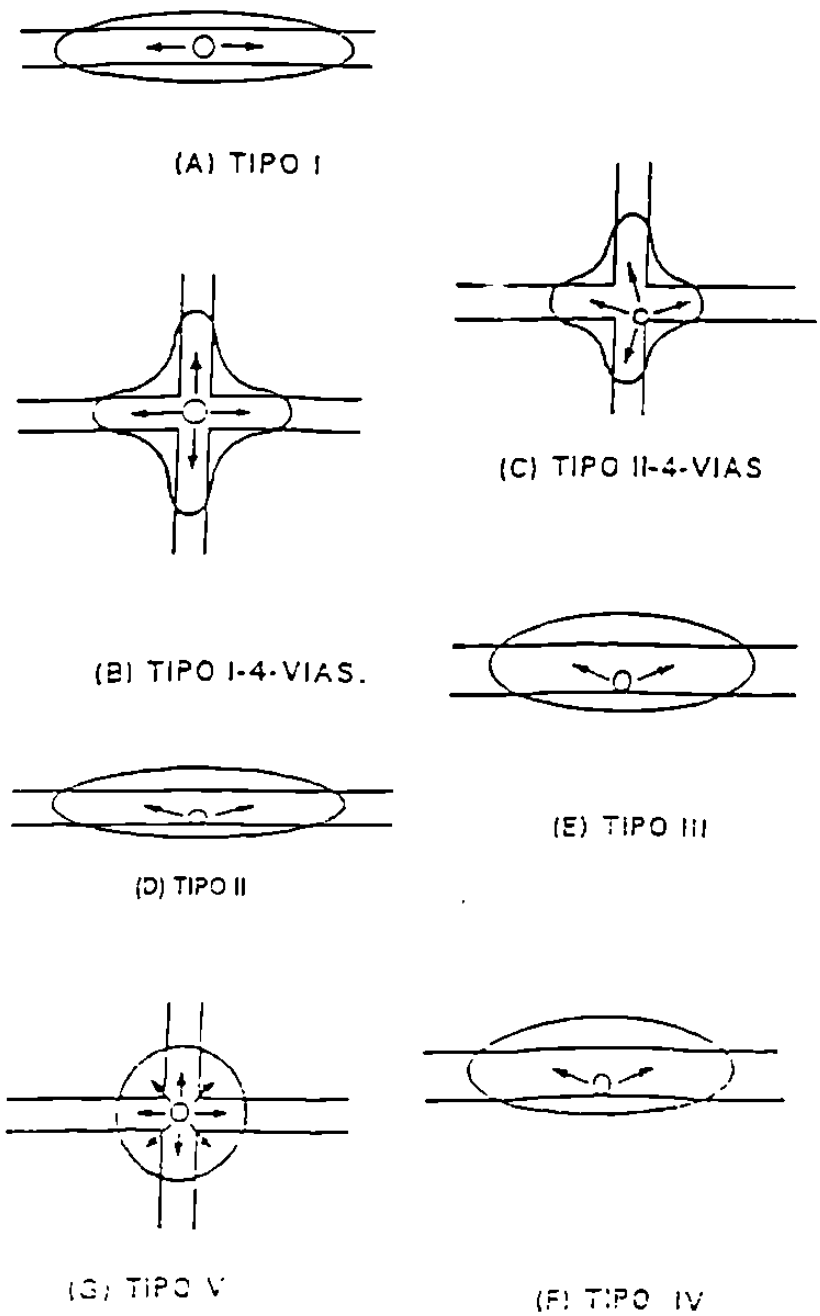


Figura 904.3ab Clasificación de la distribución de luz

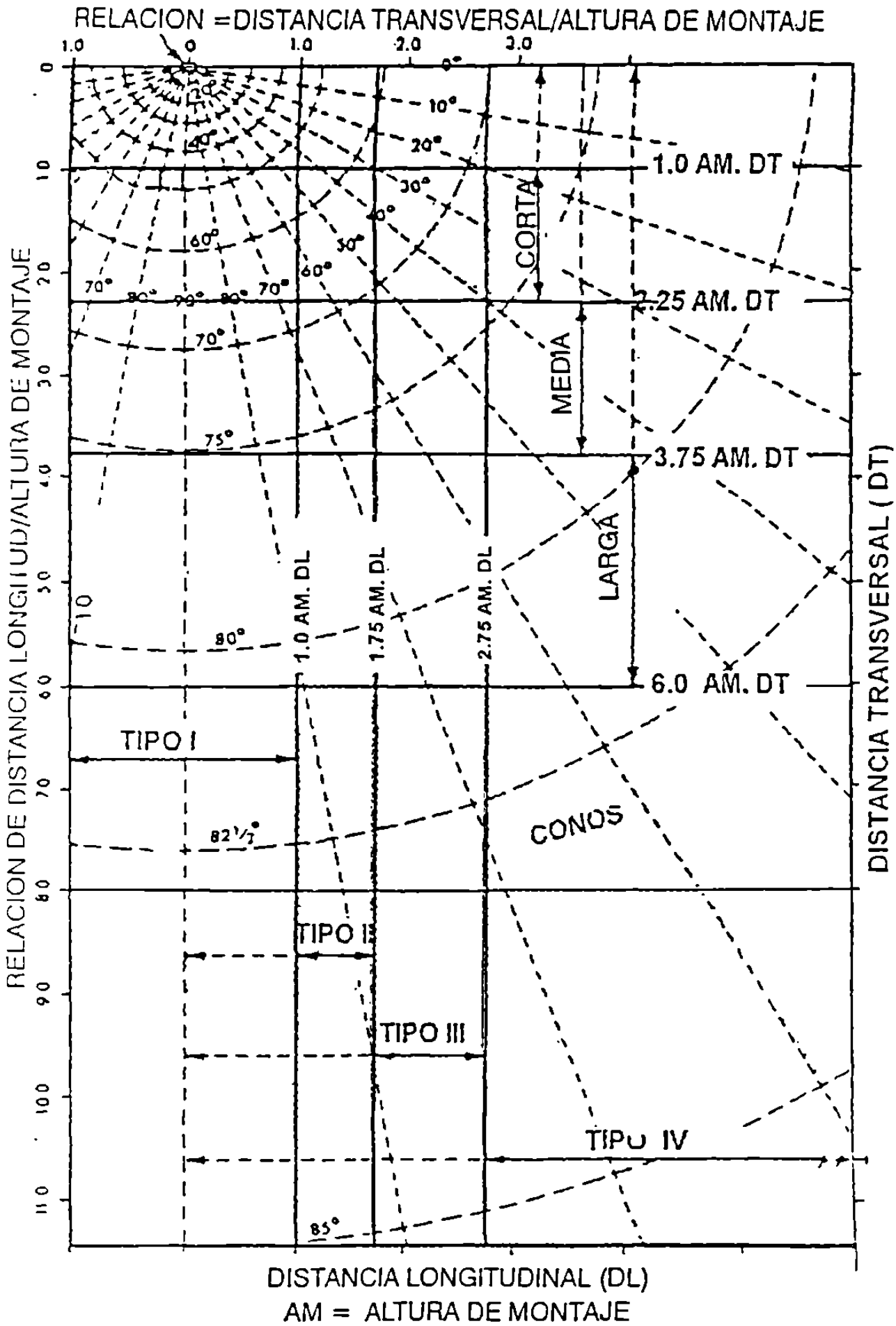


Fig. 904.3ac Curvas de Isocandelas

3).- Distribución larga.- Un luminario se clasifica como de distribución larga, cuando la localización del punto de máxima candela se sitúa entre 3.75 y 6.0 veces la distancia transversal entre la altura de montaje

b).- Distribucion de iluminación lateral.

La clasificación de los luminarios en cuanto a su distribución lateral, se determina de acuerdo a la localización de la mitad de la linea de máxima candela en el diagrama isocandela y su posición relativa a la linea especificada longitudinal a la calle (lrl). Esta clasificación no se aplica para el tipo de curva v

- Tipo I.- La mitad de la linea de máxima candela entre el área de ambos lados de la linea de referencia (lrl= 0 AM) y permanece entre el área con relación a lrl = 1.0 AM. En ambos lados de la casa y de calle en la zona transversal de máxima candela.
- Tipo II - La mitad de la linea de máxima candela no cruza la linea lrl = 1.75 AM sobre el lado de la calle en la zona transversal de máxima candela.
- Tipo III - La mitad de la linea de máxima candela en el área comprendida de lrl = 1.75 AM a lrl = 2.75 AM sobre el lado de la calle en la zona transversal de máxima candela.
- Tipo IV.- La mitad de la linea transversal cruza a lrl = 2.75 AM en la zona transversal de máxima candela.
- Tipo V.- Cuando tiene la forma de un círculo simétrico de la distribución de candela, es esencialmente igual en todos los ángulos laterales.

Dentro de la clasificación de los luminarios del tipo I y II, existen variaciones cuando se produce distribución de luz en cuatro direcciones.

Nota: AM - altura de montaje

c).- Control vertical de distribución de luz.

La clasificación se basa principalmente en el control vertical y se encuentra tabulada a continuación

Tabla 904.1 Definición de los tipos de distribución de intensidad luminosa para el alumbrado de vías públicas.

	Maximo valor permitido de la intensidad emitida a un ángulo de elevación de 80°	90°	Direccion de intensidad max inferior a
Haz cortado	30 cd 1000 lm	10 cd 1000 lm *	65°
Haz semi coratdo	100 cd 1000 lm	50 cd 1000 lm *	75°
Haz no cortado	cualquiera		

* hasta un valor máximo de 1000 cd.

Recientemente se ha establecido una nueva clasificación que considera los parametros siguientes

- Alcance

Esta definido por el ángulo de elevación (medido desde el nadir hacia arriba) del centro del haz max. Es el angulo medio entre los dos ángulos de elevación del 90% de Imax. Del plano que pasa al maximo como se muestra en la figura 904 3c.

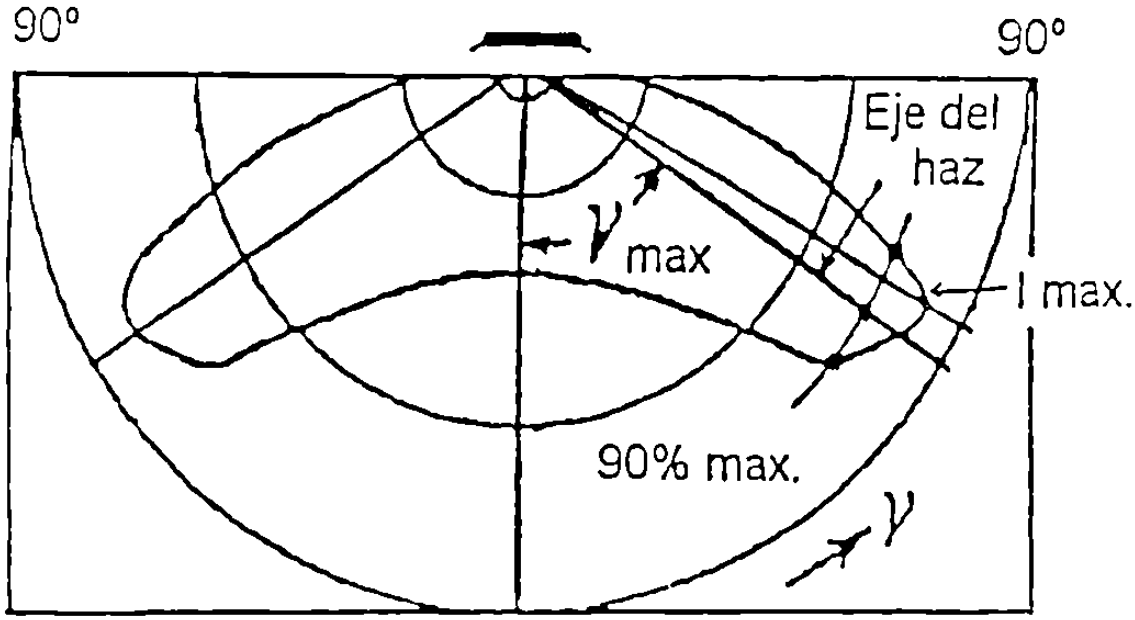


Figura 904 3c Alcance

3).- Distribucion larga.- Un luminario se clasifica como de distribución larga, cuando la localización del punto de máxima candela se sitúa entre 3.75 y 6.0 veces la distancia transversal entre la altura de montaje

b).- Distribucion de iluminacion lateral.

La clasificación de los luminarios en cuanto a su distribución lateral, se determina de acuerdo a la localizacion de la mitad de la linea de máxima candela en el diagrama isocandela y su posición relativa a la linea especificada longitudinal a la calle (lrl). Esta clasificación no se aplica para el tipo de curva v

- Tipo I.- La mitad de la linea de máxima candela entre el área de ambos lados de la linea de referencia (lrl= 0 AM) y permanece entre el área con relación a lrl = 1.0 AM En ambos lados de la casa y de calle en la zona transversal de máxima candela.
- Tipo II - La mitad de la linea de máxima candela no cruza la linea lrl = 1.75 AM sobre el lado de la calle en la zona transversal de máxima candela.
- Tipo III - La mitad de la linea de máxima candela en el área comprendida de lrl = 1.75 AM a lrl = 2.75 AM sobre el lado de la calle en la zona transversal de máxima candela.
- Tipo IV.- La mitad de la linea transversal cruza a lrl = 2.75 AM en la zona transversal de máxima candela
- Tipo V.- Cuando tiene la forma de un círculo simétrico de la distribución de candela , es esencialmente igual en todos los ángulos laterales.

Dentro de la clasificación de los luminarios del tipo I y II, existen variaciones cuando se produce distribución de luz en cuatro direcciones.

Nota AM - altura de montaje

c).- Control vertical de distribución de luz.

La clasificación se basa principalmente en el control vertical y se encuentra tabulada a continuación

Tabla 904.1 Definición de los tipos de distribución de intensidad luminosa para el alumbrado de vías públicas.

	Maximo valor permitido de la intensidad emitida a un ángulo de elevacion de 80°	90°	Dirección de intensidad max inferior a
Haz cortado	30 cd 1000 lm	10 cd 1000 lm *	65°
Haz semi coratdo	100 cd 1000 lm	50 cd 1000 lm *	75°
Haz no cortado	cualquiera		

* hasta un valor máximo de 1000 cd.

Recientemente se ha establecido una nueva clasificación que considera los parametros siguientes

- Alcance

Esta definido por el ángulo de elevación (medido desde el nadir hacia arriba) del centro del haz max. Es el angulo medio entre los dos ángulos de elevacion del 90% de Imax. Del plano que pasa al maximo como se muestra en la figura 904 3c.

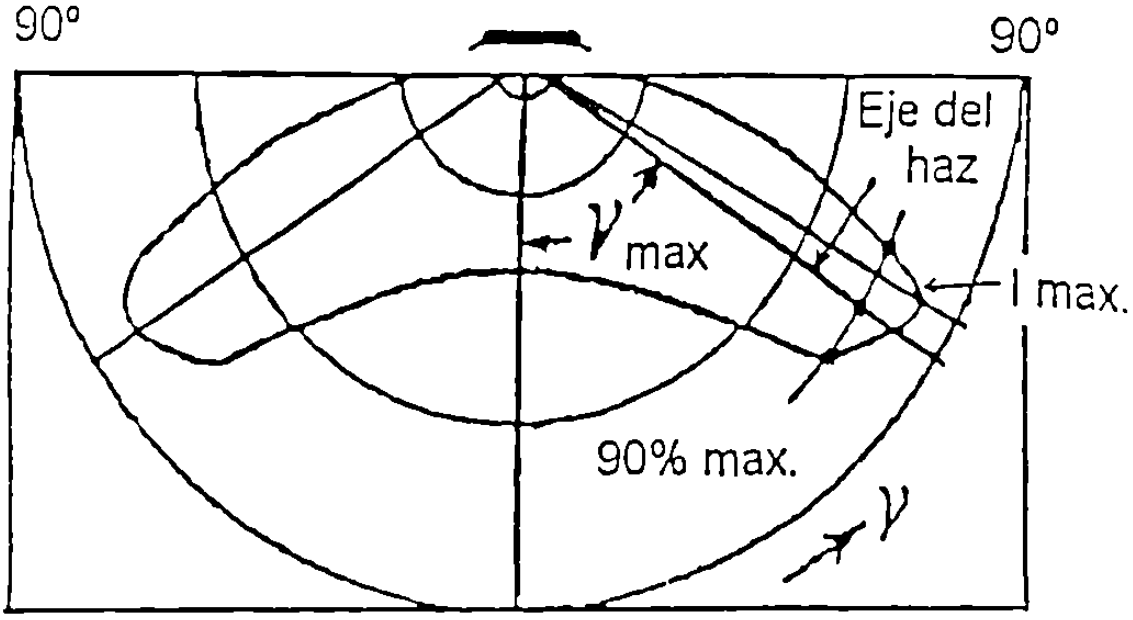


Figura 904 3c Alcance

Curva polar de intensidad en el plano de intensidad luminosa máxima, con indicación del ángulo max. Para determinar el alcance del luminario.

Se definen tres grados de alcance, que son:

γ máx $< 60°$: ALCANCE CORTO

$60° \leq \gamma$ max $\leq 70°$: ALCANCE MEDIO

γ max $> 70°$: ALCANCE LARGO

[D1]

-Dispersion

Esta definida por la posición de la línea que, siendo paralela al eje de la vialidad, es tangente al contorno de la curva 90% de Imax. En la vialidad de las dos líneas que aparecen normalmente, la mas alejada del luminario es la que se considera. La posición de esta línea se representa por el ángulo como se indica en la figura 904.3 d.

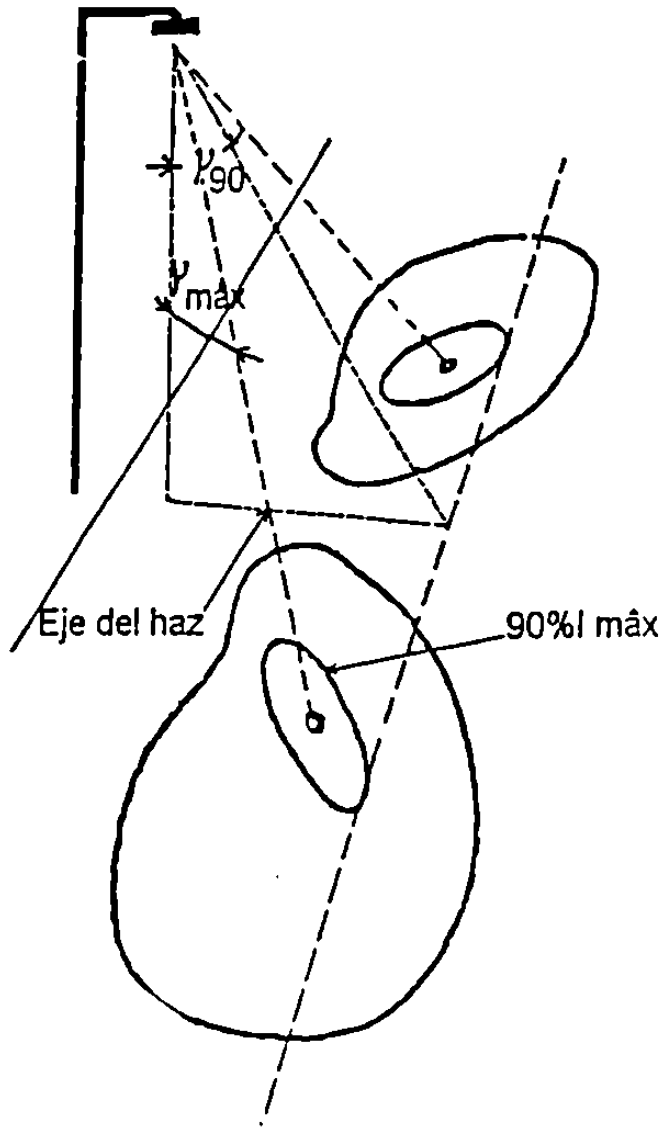


Figura 904 3d Dispersión

Diagrama isocandela relativo proyectado en la vialidad que incluye una indicación del ángulo γ 90 para determinacion de la dispersión.

Los tres grados de dispersión se definen de la siguiente manera:

$\gamma 90 < 45°$ DISPERSION ESTRECHA

$45° \leq \gamma 90 \leq 55°$ DISPERSION MEDIA

$\gamma 90 > 55°$ DISPERSION ANCHA

Tanto el alcance como la dispersión de un luminario pueden determinarse fácilmente a partir del diagrama de intensidad del luminario en proyección azimutal. Este método se muestra en la figura 904.3e.

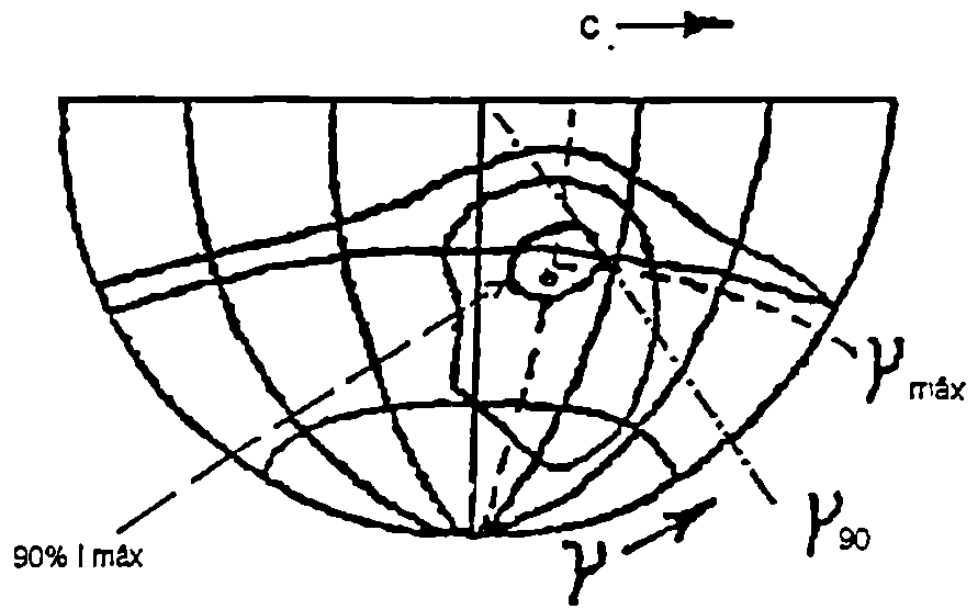


Figura 904.3e Diagrama de intensidad de luminario en proyección azimutal

Diagrama isocandela relativo en proyección azimutal (sinusoidal), con indicación de los ángulos γ máx y γ 90 para la determinación y la dispersión.

Control.

Está definido por el índice específico del luminario. Denominado SLI. El índice específico del luminario es parte del índice de deslumbramiento, que está determinado únicamente por las propiedades del luminario

SLI=13 84-3.31log180+1.3log(I80/I0.5)-0.08logI80/I88+1.29logF+C

Siendo:

I80. La intensidad luminosa para un ángulo de elevación de 80, en un plano paralelo al eje de la vialidad cd)

I80/I88: Razón entre las intensidades luminosas para 80 y 88 (razón de retroceso).

F. Superficie aparente del área del luminario, visto bajo un ángulo de 76 (en m²).

C. Factor cromático, dependiendo del tipo de lámpara:

- Sodio baja presión + 0.4
- Otros tipos 0

También para el control se definen tres grados:

sli < 2	control limitado
2 ≤ sli ≤ 4	control moderado
sli > 4	control intenso

Las definiciones anteriores se resumen en la Tabla 904.2

Tabla 904.2 Sistema de clasificación para las propiedades fotométricas de los luminarios

Alcance		Dispersión		Control	
corto	γ < 60°	estrecha	γ 90 < 45°	limitado	sli < 2
intermedio	60° ≤ γ ≤ 70°	media	45° ≤ γ 90 ≤ 55°	moderado	2 ≤ sli ≤ 4
largo	γ > 70°	ancha	γ 90 > 55°	intenso	sli > 4

Cualquier tipo de luminario debe satisfacer los objetivos siguientes:

1- Distribuir el flujo luminoso emitido por la lámpara de tal forma que se obtenga la distribución deseada, asegurando que las lámparas mantengan las características de flujo, duración, intensidad y tensión cercanas a las características nominales.

2- Controlar el flujo luminoso para evitar toda molestia visual a los usuarios y con esto obtener el máximo confort visual.

3- Tener las características eléctricas y mecánicas de acuerdo a su propio uso, en particular las que permitan la seguridad de las personas tanto usuarios como de mantenimiento.

4- Proteger y mantener en condiciones óptimas las lámparas, dispositivos ópticos y eléctricos contra la acción de la intemperie o de agentes del medio ambiente para evitar perjudicar su eficiencia luminosa.

Los luminarios para iluminación exterior, deben de cumplir con las normas técnicas que regulan las características mecánicas y eléctricas de los elementos que la constituyen Para tal efecto se deben efectuar pruebas de los diferentes parámetros en laboratorios acreditados.

Elementos determinantes para la selección del luminario.

Para la selección de luminarios se deben definir y/o satisfacer las siguientes condiciones:

a).- Técnicas:

1.- Necesidad o no de usar un luminario cerrado.

b).- Opticas.

1.- Tipo y potencia de la lámpara.

2.- Distribución del flujo luminoso.

3.- Factor de utilización.

4.- Clase y comportamiento de los dispositivos ópticos

5.- Mantenimiento de las características ópticas.

c).- Eléctricas y térmicas.

1.- Temperaturas de operación del balastro y lámpara.

2.- Calidad y seguridad de los contactos.

3.- Calidad del balastro y lámpara.

El flujo luminoso de las lámparas es la base del sistema de iluminación, establecido en esta Norma,las condiciones para el balastro (92.5% bf) se determinan en la siguiente tabla:

Potencia nominal típica	Flujo nominal	Eficacia nominal
70	6300	83.25
100	9500	87.88
150	16000	98.67
200	22000	101.75
250	28000	103.60
400	50000	125.00
1000	140000	140.00

Los valores del flujo nominal se refieren únicamente a las lámparas de acabado claro.

4.- Materiales aislantes y conductores eléctricos que soporten altas temperaturas.

d).- Mecanicas.

1.- Dimensiones del luminario.

2.- Calidad y tipo de materiales de construcción.

3.- Rigidéz y robustéz del cuerpo del luminario.

4.- Elementos de fijación.

5.- Simplicidad y seguridad de los elementos del porta-lámpara (diferentes posiciones).

6.- Protección de la lámpara y accesorios.

7.- Resistencia a la corrosión y vibraciones.

e).- Operativas.

1.- Fácil reemplazo de la lámpara y balastro.

2.- Facilidad de limpieza y mantenimiento

Los luminarios y sus componentes deben de cumplir con las normas de calidad que se especifican en las normas de producto correspondientes y pruebas de calidad de laboratorio.

Los luminarios deben cumplir como mínimo con los coeficientes de utilización lado calle de acuerdo a los valores siguientes:

Tipo	Relación de distancia trasversal a altura montaje	Curvas I II	Curvas III IV
Haz cortado	1	0.36	0.32
	2	0.44	0.39
Haz semicortado	1	0.36	0.32
	2	0.44	0.39
Haz no cortado	1	0.30	0.29
	2	0.40	0.38

El balastro debe cumplir con la Norma Mexicana vigente,de alto factor de potencia y bajas pérdidas de acuerdo a los valores que siguen:

Potencia nominal de lampara (W)	Potencia total del conjunto (w) balastro-lámpara	Pérdidas máximas (W)	% de pérdidas máximas
70	90	20	28.5
100	125	25	25
150	174	24	16
200	236	36	16
250	290	40	16
310	359.6	49.6	16
400	464	64	16

Los porcentajes se relacionan a la potencia nominal de la lámpara.

904-4. Materiales electricos.

Balastros

El balastro es un dispositivo que por medio de inductancias, capacitancias o resistencias, solas o en combinacion, limita la corriente de la lámpara al valor requerido para su operación correcta y proporciona la tension y corriente de arranque.

Todas las lámparas de descarga de alta intensidad requieren de balastro.

Clasificación de balastros

Balastros en atraso.

a).- Balastro tipo serie.- En éste, la corriente va atrasada respecto a la tensión.

- Se utiliza para lámparas cuya tensión de encendido es menor que la tensión de linea.
- Normalmente es de bajo factor de potencia y si se requiere un alto factor, se agrega un capacitor en paralelo con la linea.
- La corriente de encendido es mayor que la corriente nominal de operación, por lo que debe tomarse esto en cuenta para el cálculo de las protecciones del circuito.
- La tensión de extinción es alta provocando que se apague la lámpara si existen fuertes variaciones en la tension de linea.
- Regulacion: (Para lámparas de vapor de mercurio y aditivos metálicos) con una variación de ± 5% de tension de linea se tiene ± 12% de variacion de potencia (w) de lámpara.

b).- Autotransformador alta reactancia.- Es un autotransformador que utiliza un acoplamiento magnético entre la bobina primaria y secundaria para controlar la reactancia. Este circuito tiene caracteristicas de operacion similares a las de un balastro tipo reactor pero por medio de un autotransformador eleva o disminuye a la tensión necesaria para operar una lámpara de descarga de alta intensidad.

c).- Autotransformador autoregulado.- (Autotransformador de potencia constante).

Es un circuito que debe ser de alto factor de potencia y cuenta con un capacitor en serie con la lámpara que nos proporciona una mejor regulación que los circuitos tipo Reactor y Alta Reactancia.

Regulación (para lámparas de vapor de mercurio y aditivos metálicos): con una variación de ± 10% de tension de linea se tiene ± 5% de potencia (W) de lámpara.

- Su corriente de encendido o arranque es menor que la corriente nominal de operación.
- Su tensión de extinción es menor que en los circuitos en atraso.

d) - Transformadores de potencia constante.- En este tipo de balastro no existe conexión eléctrica entre el primario y el secundario.

Regulacion (para lámparas de vaopr de mercurio y aditivos metálicos): con una variacion de ± 13% de tension de linea se tiene ± 2 % de variacion de potencia (watts) de lámpara.

- Su principal caracteristica es que no existe conexion entre el primario y el secundario
- La ventaja que se deriva de esta condicion es la seguridad del usuario.

La corriente de linea durante el encendido es menor que la corriente nominal de operación. La tensión de extincion es tan baja que practicamente no existen problemas de lámparas apagadas por variaciones severas de la tension de linea.

Balastros para lámparas de vapor de sodio de alta presión.

La lampara de vapor de sodio de alta presión debido a su construcción, el balastro requiere de un circuito auxiliar que genera pulsos de arranque de aproximadamente 2500 a 4000 V pico. Con el único objetivo de encender la lámpara Este dispositivo denominado ignitor esta constituido de elementos semiconductores y esta conectado al circuito.

En el caso especifico de balastros para lámpara de vapor de sodio de alta presion, la regulación no se especifica por un simple porcentaje debido a que la tensión en el tubo de descarga se incrementa durante la operacion de la lampara, por lo tanto para mantener la potencia de la lámpara dentro de sus limites de

operación a una tensión nominal es necesario que el balastro compense dicho aumento en la tensión de operación de la lámpara.

Consecuentemente existen limites que restringen la operación de la lámpara y del balastro en este tipo de sistemas, dichos limites reciben el nombre de trapezoide.

Los circuitos utilizados en los balastros para lámparas de vapor de sodio de alta presión son los siguientes.

- Circuito en atraso.
- Circuito en adelanto - regulado.
- Circuito en atraso - regulado.
- Circuito Hibrido.
- Circuito Electronico.

Los balastros para lámparas de vapor de sodio de alta presión, independientemente del circuito que utilicen deben de cumplir con un factor de balastro minimo de 92.5% además de mantener las curvas características del balastro dentro del trapezoide y deberán de tener unas pérdidas máximas de 16 % para potencias mayores de 100 watts y 25% para potencias menores de 100 watts.

Dispositivos de control

Fotocontroles.

Dispositivos eléctricos diseñados para abrir o cerrar automáticamente un circuito eléctrico, con el proposito de encender una o varias lámparas al disminuir la intensidad de la luz del día y apagarlas al amanecer

Aplicación

A).- Para control de una sola lámpara.

B).- Para control de varias lámparas cuando estas se encuentran en un mismo circuito.

C).- Para el control de circuitos de alumbrado a través de un conjunto relevador-contactor

En los dos primeros casos, se debe asegurar que la capacidad de las lámparas no excedan la capacidad permisible para la interrupción de la corriente máxima permitida por el elemento interruptor del fotocontrol

Controles Temporizados

Para el caso de ciertas instalaciones tales como parques, estacionamientos, anuncios luminosos, etc se deben emplear controles programables en el sitio para encender y apagar a determinadas horas con recuperador automatico en caso de falla en la alimentación eléctrica y considerar para su correcta operación la orientacion, tensión de diseño y mantenimiento adecuado.

Las combinaciones de alumbrado se utilizan para el control de circuitos múltiples con dos o mas luminarios por circuito.

904-5. Materiales mecánicos y constructivos.

Soportes

Los luminarios para alumbrado público se instalan sobre soportes, por medio de ménsulas o arbotantes postes) de lamina de acero , aluminio u otros materiales en forma circular, octagonal, cuadrado, recto o de concreto

Un arbotante para alumbrado público debe de cumplir los siguientes requisitos:

- Resistir los esfuerzos debido al viento y a los choques normales.
- Resistir los efectos de la intemperie y la corrosión.
- Ofrecer un alojamiento y fácil acceso a los dispositivos auxiliares que deben instalarse
- Requerir el minimo de acciones de mantenimiento.
- Que armonice con el entorno urbano.

904-6. Consideraciones para el diseño de alumbrado público

904-6.1. Introducción

Los sistemas de iluminacion para alumbrado público, deben de cumplir con las necesidades visuales de tránsito nocturno ya sea vehicular o peatonal, tomando en consideración la clasificación de la vialidad segun su uso

Las necesidades visuales del entorno a lo largo de la vialidad se describen en términos de la luminancia del pavimento, uniformidad de luminancia y el deslumbramiento producido por la fuente de luz Asi en la tabla 904.6 parte(a) se indican los valores de luminancia recomendados para el diseño, asi como, la uniformidad y la relación entre la luminancia promedio (Lpro) y la luminancia indirecta (Lv).

Las necesidades visuales a lo largo de la vialidad pueden también satisfacerse utilizando el criterio de iluminancia En la tabla 904.6 parte(b) Se indican los valores de iluminancia recomendados para el diseño considerando las diferentes caracteristicas de reflectancia del pavimento.

TABLA 904.6. VALORES MINIMOS MANTENIDOS DE LUMINANCIA E ILUMINANCIA PARA ILUMINACION DE VIALIDADES.

(a) VALORES MANTENIDOS DE LUMINANCIA

		PROMEDIO DE LUMINANCIA	UNIFORMIDAD DE LUMINANCIA		RELACION DE DESLUMBRAMIENTO PERTURBADOR
CLASIFICACION DE AREAS Y VIALIDADES		L(pro) (cd/m²)	Lpro a Lmin	Lmax a Lmin	(MAXIMO) Lv a Lpro
AUTOPISTAS Y CARRETERAS		0.4	3.5 a 1	6 a 1	0.3 a 1
VIAS DE ACCESO CONTROLADO EN ZONA	COMERCIAL	1.0	3 a 1	5 a 1	
	INTERMEDIA	0.8	3 a 1	5 a 1	0.3 a 1
	RESIDENCIAL	0.6	3.5 a 1	6 a 1	
VIAS PRINCIPALES	COMERCIAL	0.8	3. a 1	5 a 1	
	INTERMEDIA	0.6	3.5 a 1	6 a 1	0.4 a 1
	RESIDENCIAL	0.4	4 a 1	8 a 1	
VIAS SECUNDARIAS	COMERCIAL	0.6	6 a 1	10 a 1	
	INTERMEDIA	0.5	6 a 1	10 a 1	0.4 a 1
	RESIDENCIAL	0.3	6 a 1	10 a 1	

(b) VALORES MINIMOS MANTENIDOS DE ILUMINANCIA (Epro) EN LUX.

		CLASIFICACION DEL PAVIMENTO			UNIFORMIDAD ILUMINANCIA
CLASIFICACION DE AREAS Y VIALIDADES		R1	R2 Y R3	R4	(Epro a E min)
AUTOPISTAS Y CARRETERAS					
		4	6	5	3 a 1
VIAS DE ACCESO CONTROLADO EN ZONA	COMERCIAL	10	14	13	
	INTERMEDIA	8	12	10	3 a 1
	RESIDENCIAL	6	9	8	
VIAS PRINCIPALES	COMERCIAL	8	12	10	
	INTERMEDIA	6	9	8	4 a 1
	RESIDENCIAL	4	6	5	
VIAS SECUNDARIAS	COMERCIAL	6	9	8	
	INTERMEDIA	5	7	6	6 a 1
	RESIDENCIAL	3	4	4	

Notas:

Lv = luminancia indirecta.

1.- La relación entre los valores de luminancia e iluminancia se derivan de las condiciones generales para pavimentos secos y vialidades rectas. Esta relación no se aplica a los promedios.

2.- Para autopistas con doble cuerpo (doble vialidad) donde el sistema de iluminación puede diferir de uno a otro, los calculos deben realizarse para cada vialidad en forma independiente.

3.- Para autopistas, los valores mínimos se aplican tanto para la vialidad principal como para las rampas de acceso

4.- Las tablas anteriores no se aplican a sistemas de iluminación en base a superpostes. Alturas de montaje mayores a 20 m.

En el caso de diseño de iluminación utilizando superpostes para aceras y ciclopistas, los niveles de iluminancia mínimos se indican en las tablas siguientes:

TABLA 904.6.1 NIVELES DE DISEÑO MINIMOS MANTENIDOS DE ILUMINANCIA PARA INSTALACIONES CON SUPERPOSTES.

CLASIFICACION DE VIALIDADES	ILUMINANCIA HORIZONTAL AREA COMERCIAL	AREA INTERMEDIA	(Epro) EN LUX AREA RESIDENCIAL
AUTOPISTAS Y CARRETERAS	9	6	6
VIAS DE ACCESO CONTROLADO	10	8	6
VIAS PRINCIPALES	12	9	6
VIAS SECUNDARIAS	8	6	6

Nota 1 Uniformidad mínima de iluminación 3:1 (promedio a mínimo) para todas las clasificaciones de vialidades a los niveles de iluminancia recomendados anteriormente.

Nota 2 Estos valores de diseño se aplican solamente a la porción de rodamiento de las vialidades. Los intercambios (distribuidores) se analizan individualmente con el propósito de establecer los niveles de iluminancia y uniformidad.

TABLA 904.6.2 NIVELES DE ILUMINANCIA RECOMENDADOS PROMEDIO MANTENIDOS PARA CIRCULACION DE PEATONES* EN LUX.

CLASIFICACION DE ACERAS O ANDADORES Y CICLOPISTAS	NIVEL HORIZONTAL MINIMO PROMEDIO (E pro)	NIVEL VERTICAL PROMEDIO PARA SEGURIDAD PEATONAL (E pro)**
ACERAS Y CICLOPISTAS DE LA VIALIDAD		
AREAS COMERCIALES	10	22
AREAS INTERMEDIAS	6	11
AREAS RESIDENCIALES	2	5
ACERAS Y CICLOPISTAS SEPARADAS DE LA VIALIDAD		
ACERAS, CICLOPISTAS Y ESCALERAS	5	5
TUNELES DE PEATONES	43	54

* Los cruces intermedios peatonales a mitad de las calles y las intersecciones deben de calcularse con iluminación adicional

** Para identificación de peatones a una distancia, los valores considerados serán de 1.8 Metros arriba de la acera

Diseño de alumbrado público.

El objetivo de un proyecto de iluminación es determinar la implantación (altura de montaje y espaciamiento) de los luminarios, así como la potencia luminosa requerida que cumpla con las necesidades de la vialidad a iluminar

Los criterios de calidad mas importantes para una instalación de alumbrado público desde el punto de vista de rendimiento y comodidad visuales son:

a.- Nivel de luminancia.

El nivel de luminancia en la superficie de una vialidad influye sobre la sensibilidad a los contrastes del ojo del conductor y sobre el contraste de los obstáculos en la calzada con respecto a su alrededor; tiene por consecuencia una influencia directa sobre el rendimiento visual de los conductores Se debe regir por los valores indicados en la tabla 904.6.a

b.- Uniformidad de los niveles de luminancia.

La uniformidad de los niveles de luminancia influye tanto en el rendimiento como en la comodidad visual del conductor Se debe regir por los valores indicados en la tablas 904 6.a

c.- Eficiencia de la geometría de la instalación para la orientación visual.

Se deben tomar medidas en la geometría de la instalación para que permita una orientación visual al conductor transmitiendo una imagen rápida para que inmediatamente identifique el curso de la vía y

particularmente de la direccion que debe seguir a una distancia que dependerá del limite de velocidad permitida

Una disposición de luminarios que siga con exactitud la dirección de la vialidad mejora la orientación y contribuye asi a la seguridad y conveniencia de sus usuarios. Esto es especialmente importante en el caso de vias que tienen muchas curvas e intersecciones.

d - Eficiencia energetica.

Por lo tanto, al proyectar una instalación de alumbrado público hay que pensar en una adecuada orientación del usuario y en especial en las zonas conflictivas donde la orientación puede ser errónea. Los siguientes puntos son de importancia especial:

- En autopistas con varias calzadas y camellón central se logra una buena orientación visual, adicional a otras ventajas colocando los postes en el camellón central.
- Para indicar claramente el curso de la via en una curva se deben colocar los postes en su lado exterior Lo anterior da como resultado que la vialidad tenga una luminancia mas uniforme y su dirección este claramente indicada por la hilera de luminarios.

ARTICULO 905. PASOS VEHICULARES

905-1. Introducción

Tunel

Se define como una sección cerrada de una vialidad en la cual se encuentra restringida la iluminación natural durante el dia, por lo tanto se debe evaluar necesidad de una iluminación suplementaria que permita una adecuada visibilidad al conductor

En el presente documento no se consideran los pasos a desnivel para uso diferente a vehiculos automotores ni los pasos para peatones; los pasos vehiculares con longitud menor a 25 mts no requieren alumbrado durante el dia

El objetivo del sistema de iluminación en los pasos a desnivel es proporcionar una buena visibilidad, por lo que para realizar el diseño será necesario considerar las caracteristicas del túnel en si y su area adjunta Muchos factores contribuyen a disminuir la visibilidad, por lo tanto todos estos factores deben ser identificados en relacion a cada instalación

Los factores que se deben de considerar son los siguientes:

1.- Caracteristicas de aproximación de la vialidad.
2.- Caracteristicas de la superficie rodante del túnel, paredes y techo.
3.- Caracteristicas del area circundante en la entrada del túnel.
4 - Condiciones atmosféricas y ambientales.
5.- Caracteristicas de operación del tráfico.
6.- Orientacion del túnel con respecto al sol.

905-2. Definiciones

La norma incorpora conceptos fundamentales para la interpretación del diseño de iluminación en túneles como son

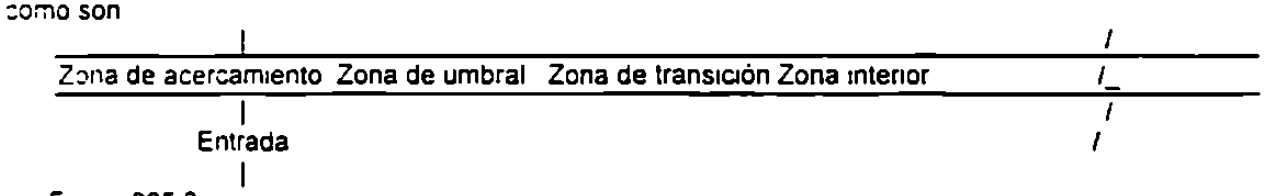


Figura 905 2

Descripcion de terminos asociados con iluminación de túneles

Zona de acercamiento Area externa de la vialidad de acercamiento al túnel.

Portal o entrada - Plano de entrada al tunel.

Zona de umbral -Area donde se efectúa una transición de altos niveles de iluminancia a niveles menores del interior

Zona interior -La mayor parte del túnel donde se establece un bajo nivel de iluminancia

Nota - Las longitudes de las zonas varian de acuerdo a los parametros de diseño.

Iluminación diurna

Es el sistema de iluminación que permite reducir la relación de la luminancia externa a la interna durante las horas del dia Por consecuencia el valor de la luminancia durante las horas del dia es mayor que durante la noche Este sistema de iluminación se útiliza para túneles largos, curvos o pasos que presenten desnivel pronunciado con respecto a la vialidad

Iluminacion nocturna

Es el sistema de iluminacion que permite lograr un nivel de iluminancia durante las horas de la noche de tal manera que se reduzca al minimo el problema de adaptación al agujero negro que se presenta a la salida de tunel.

Distancia minima de seguridad de frenado.

Es la distancia minima requerida para que un conductor pueda parar con seguridad su automovil, para no impactarse con el o los objetos que se encuentran dentro del túnel. Esta distancia varia de acuerdo a la velocidad de circulacion como se indican en la tabla 905.2

Zona de entrada o umbral

La zona de umbral es la zona inicial del tunel y es igual a la distancia minima de seguridad de frenado [illegible] 15 m La luminancia del tunel en esta zona, durante las horas del dia debe ser relativamente alta con

el fin de proporcionar visibilidad durante el proceso de adaptación, conforme el conductor se interne en el tunel

Zona de transición.

La luminancia durante las horas del día en la zona de transición, debe ir disminuyendo desde la zona del umbral hasta la zona interior en forma gradual a lo largo de una distancia igual a la distancia minima de seguridad de frenado. Dependiendo del largo del túnel pueden existir varias zonas de transición.

Zona interior.

En tuneles largos, a la zona de transición (o de adaptación) sigue otra en la que el nivel de luminancia se mantiene constante. En esta zona, la central, la adaptación no se ha logrado al 100% y es necesario disponer en ella de un nivel de luminancia suficientemente elevado.

TABLA 905.2. DISTANCIA MINIMA DE SEGURIDAD DE FRENADO

VELOCIDAD TRAFICO	MINIMA DISTANCIA DE SEGURIDAD DE FRENADO
KILOMETROS POR HORA	METROS
48	60
64	90
80	140
88	165
96	200
104	220

905-3. Clasificación de túneles

Un tunel se puede clasificar de acuerdo a sus características fisicas como un túnel corto o largo dependiendo de su longitud.

a).- Túnel corto

Es aquel en el que sin tráfico la salida y sus alrededores son claramente visibles desde un punto situado fuera de la entrada del mismo. Un túnel corto puede tener hasta 25 m de largo, sin que necesite alumbrado durante las horas del dia, siempre y cuando sea recto o el trafico no sea muy intenso. Si el paso es curvo o existe trafico intenso el efecto silueta es menos marcado, en cuyo caso se debe instalar iluminación artificial.

b).- Túnel largo

Se considera un túnel largo, aquel cuya longitud total es mayor a la distancia minima de seguridad de frenado

905-4. Optimización de visibilidad en túneles y características de acercamiento

El conductor que se aproxima a la entrada de un túnel durante el dia necesariamente ha de adaptar sus ojos del alto nivel de luminancia que prevalece en el exterior a la luminancia existente en el interior del túnel Por consiguiente, si el túnel es largo y el nivel de luminancia dentro de él es mucho mas bajo que el de fuera, e tunel se presentara como un "agujero negro", dando como resultado que ningún detalle de su interior sea visible, el efecto del agujero negro es creado por la alta diferencia de luminancias existentes en el exterior y el nterior del túnel.

El diseño fisico del túnel, así como el diseño del área de aproximación al mismo y el entorno, es muy importante, ya que en combinación con un buen diseño del sistema de iluminacion permite incrementar la luminancia dentro del túnel, reduciendo de esta manera la alta diferencia de luminancias entre el interior y el exterior

905-5. Reducción de la luminancia externa de adaptación

Para hacer visible los obstáculos dentro del túnel hay que aumentar el nivel de luminancia de su entrada, esto es, en la zona de umbral. El nivel de luminancia requerido en esta zona depende de la denominada "luminancia externa de adaptación", que es función a su vez de la magnitud y distribución de las luminancias exteriores al túnel

Las luminancias exteriores, que juntas determinan la luminancia externa de adaptación, difieren grandemente según los diversos tipos de túneles. Para pasos inferiores o bajo pasos elevados, la luminancia externa de adaptación depende parcialmente de la estructura en cuestión y parcialmente de la luminancia del cielo Sin embargo, en zonas edificadas el cielo solo forma a menudo una pequeña parte del campo de vision.

Para la mayoria de los tipos de túneles se pueden tomar medidas especiales para bajar la luminancia externa de adaptación. Tales medidas incluyen el empleo de materiales oscuros no reflectivos para la superficie de la vialidad en la zona de aproximación del túnel, en forma adicional, para la fachada de la entrada del túnel y las paredes en el acceso; plantar árboles o arbustos al lado y encima de la entrada para protegerla del brillante cielo, o bien hacer la entrada al túnel tan alta y ancha como sea posible.

905-6. Factores de diseño del área de aproximación y entrada de un túnel.

La cantidad y la longitud, a la cual la luz del dia alcanza a penetrar en un túnel depende en gran medida de la orientación del mismo. El sistema de iluminación de un túnel deberá estar acorde con la orientación, ya que esta se determina con base en otros criterios.

El incrementar la altura en la entrada del túnel, así como el ancho del mismo, permite aumentar la penetración y cantidad de luz del día al túnel, lo que representa una reducción de las necesidades de iluminación artificial.

905-7 Optimización de la visibilidad en el interior del túnel.

Para obtener un nivel alto de luminancia dentro del túnel, la vialidad y las paredes deben tener un alto grado de reflectancia al menos un 50% inicialmente (deberá aumentarse artificialmente el brillo de la vialidad).

Para una buena orientación visual es deseable que haya una pequeña diferencia de luminancia o de color entre la superficie de la vialidad y las paredes. Deben de evitarse superficies con reflexión especular. El acabado de las paredes debe ser de material fácil de limpiar.

El uso de terminados corrugados en las paredes verticales, acabado burdo en el pavimento de la vialidad u otros tratamientos que produzcan relieves en las superficies, incrementaran la reflexión de la luz y por lo tanto, la penetración de la luz solár en el área de entrada del túnel.

La diferencia de luminancia externa a la interna se lograra reducir por el uso de materiales obscuros en la superficie de aproximación al túnel y materiales claros en la superficie de la vialidad interna del mismo, en una longitud igual a la distancia mínima de seguridad de frenado. Dando como resultado una menor necesidad de iluminación de umbral.

905-8 Consideraciones para el diseño de iluminación.

Las consideraciones básicas para el diseño de la iluminación de túneles son las siguientes:

1.- Características de volúmen y velocidad del tráfico.
2.- Luminancia externa.
3.- Características del túnel.
4.- Luminancias del túnel durante el día y la noche.
5.- Equipo eléctrico y de iluminación.
6.- Iluminación de emergencia
7.- Efecto de parpadeo

1.- Características de volumen y velocidad del tráfico.

Los túneles con alto volumen de trafico y alta velocidad, requieren de altos niveles de luminancia, en comparación con los túneles de bajo volumen y baja velocidad, ya que, los altos niveles de luminancia permiten al conductor mejor comportamiento en el desarrollo de las tareas propias de manejo.

2.- Luminancia externa.

Deben considerarse los niveles de luminancia existentes en el área de entrada del túnel y su entorno, debido a que en el momento de aproximación al túnel la visión se encuentra adaptada al nivel de luminancia exterior.

En la figura siguiente se indican los factores que producen altos o bajos niveles de luminancia externa.

Luminancia externa más alta

/|\ *Orientación del túnel este-oeste. La salida y la puesta del sol impiden la visualizar la entrada del túnel.
| *Ningún objeto sobre el horizonte tales como los que se pueden encontrar a la entrada del túnel. El cielo brillante compone la mayoría el campo visual.
| *Los colores muy claros del entorno.Las laderas de las montañas cubiertas de nieve,los edificios pequeños y de color muy claro.
| *Las entradas de túneles en los pasos a desnivel.
A *Los túneles orientados norte-sur.
*Las laderas cubiertas de vegetación durante todo el año.
| *Los numerosos edificios de color obscuro. Las pendientes obscuras y pronunciadas de las montañas (nunca cubiertas de nieve).
| *Las medidas artificiales que se emplean para reducir la brillantez exterior tales como muros inclinados o los paralumenes para el sol.
\|/

Luminancia externa mínima

Figura 905 8 Factores que afectan la luminancia externa de un túnel.

3.- Características del Túnel

Los túneles cortos rectos relativamente a nivel, con una longitud igual o menor a 25 m deberán de tener una adecuada visibilidad sin iluminación suplementaria diurna. En estos casos, la visibilidad se obtiene por medio de contraste negativo con altos valores de luminancia en la salida del túnel.

En túneles curvos, donde la salida del túnel no es visible, se requiere de iluminación suplementaria. En estos casos, se debe de considerar un solo sistema de iluminación que será igual al de la zona de umbral

Para túneles largos se deben considerar diferentes zonas de iluminación.

4.- Luminancia del túnel

Zona de entrada o umbral

La luminancia del túnel en esta zona, durante las horas del día debe ser relativamente alta para proporcionar visibilidad al conductor durante el tiempo de adaptación a la entrada del túnel. La luminancia requerida en la zona de umbral dependerá de las características propias del túnel además del volumen de trafico y la velocidad del mismo. Se debe seleccionar de acuerdo a la tabla 905.8 Que relaciona dichos parametros.

TABLA 905.8 Recomendaciones de luminancia

CARACTERISTICAS DEL TUNEL	VELOCIDAD DEL TRAFICO KILOMETRO/ HORA	* VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL EN AMBAS DIRECCIONES			
		<25,000	25,000 -90,000	90,001 -150,000	>150,000
		CANDELAS POR METRO CUADRADO**			
TUNELES DE MONTAÑA DECLIVE GRADUAL DONDE LA NIEVE PUEDE ACUMULARSE O TUNELES CON POCOS EDIFICIOS EN SU ALREDEDOR, ORIENTACION DEL TUNEL ESTE-OESTE	81 61-80 60	210 180 140	250 220 140	290 260 230	330 300 270
TUNELES DE MONTAÑA CON PENDIENTE TALUDES OBSCUROS O CONDICIONES CLIMATICAS DONDE LA NIEVE NO PUEDE ACUMULARSE EL ENTORNO ALREDEDOR DE LA ENTRADA TIENE BRILLANTEZ MEDIA DURANTE TODO EL AÑO	81 61-80 60	145 130 105	175 160 140	205 190 170	235 220 200
ENTRADA DEL TUNEL OCULTA SUPERFICIES OBSCURAS O EDIFICIOS ALREDEDOR DE LA ENTRADA DEL TUNEL MEDIDAS ARTIFICIALES PARA REDUCIR LA BRILLANTEZ EXTERIOR ORIENTACION DEL TUNEL NORTE-SUR	81 61-80 60	80 70 60	100 90 80	115 105 95	130 120 110

* Tráfico diario anual promedio en ambas direcciones

** Para valores aproximados en candelas por pie cuadrado multiplicar por 0.1

Zona de transición

Requisitos durante el dia

La luminancia durante el dia en la zona de transición debe ir disminuyendo desde la zona de umbral hasta la zona interior en forma gradual a lo largo de una distancia igual a la distancia minima de seguridad de frenado Dependiendo del largo del túnel pueden existir varias zonas de transición.

ARTICULO 906. SISTEMA DE ILUMINACION PARA AREAS GENERALES

906-1 Estacionamientos

El objetivo del sistema de iluminación de estacionamientos es el de permitir el transito ordenado y seguro de vehículos y peatones, así como proporcionar seguridad y evitar el vandalismo en las áreas destinadas para ese propósito.

Los estacionamientos se clasifican en cubiertos y abiertos; los requerimientos de iluminación dependen del tipo o nivel de actividad.

Se establecen 3 niveles de actividad: alta, media y baja. Estos niveles reflejan la actividad peatonal y vehicular ilustrandose con los siguientes ejemplos:

Alta	Eventos deportivos de importancia
	Eventos cívicos y culturales de relevancia
	Centros comerciales regionales
	Restaurantes
Media	Centros comerciales locales
	Eventos cívicos, culturales o recreacionales
	Areas de oficinas
	Areas de hospitales
	Areas de terminales aéreas, terrestres y de transbordo
	Complejos residenciales
Baja	Centros comerciales pequeños
	Areas Industriales
	Areas Escolares
	Iglesias

Si el nivel de actividad involucra un gran numero de vehiculos durante la noche, los ejemplos citados para los niveles de actividad baja y media se deberán clasificar en el inmediato superior.

En el caso de estacionamientos cubiertos de varios niveles, el sistema de iluminación del nivel superior, si es abierto, deberá clasificarse como un estacionamiento abierto.

Requerimientos de iluminación.

Los siguientes requerimientos se deben observar con el objeto de permitir el tránsito seguro y visión satisfactoria para peatones y automovilistas.

- Areas de tráfico intenso.- En estacionamientos abiertos se deben observar los niveles de iluminancia indicados en la tabla 906.1 (a) con el objeto de dar especial atención a las salidas, entradas, zonas de carga, cruces peatonales y carriles colectores para permitir una rápida identificación y mayor seguridad.

En estacionamientos cubiertos, la distancia de transición (15 m) entre el punto de entrada y el área de estacionamiento deberá tener niveles de iluminancia adecuados para la adaptación visual del conductor Indicados en la tabla 906.1 (b).

- Caminos de acceso.- El nivel de iluminancia mantenida promedio debe ser compatible con los sistemas de iluminacion de las vialidades adyacentes y las condiciones locales, así mismo la relación de uniformidad promedio minimo no debe exceder de 3 a 1

- Alumbrado de emergencia.- En estacionamientos cubiertos se deberá instalar en sitios estratégicos luminarios de emergencia que proporcionen un nivel de iluminación minimo en el caso de una interrupción del suministro normal de energía. Se deberá proporcionar aproximadamente un diez por ciento de los niveles de iluminación establecidos en esta Norma.

- Iluminacion de seguridad.- Por razones de seguridad, economia y mantenimiento fuera de las horas de alta actividad es necesario mantener el sistema de iluminación con niveles requeridos para baja actividad

- Areas de estacionamiento (iluminancias verticales) .- Los valores de iluminancia vertical deberan de ser iguales a los valores de iluminancia horizontal establecidos en la tabla No. 906.1 (b) a una altura de 1.8 m sobre el nivel del pavimento con el propósito de obtener una apropiada visión de objetos tales como paredes y columnas

Calidad de iluminación.

Generalidades - Los sistemas de iluminación para áreas de estacionamiento no deberán proveer unicamente los niveles de iluminación requeridos, sino también proveer una alta calidad considerando el rendimiento de color, uniformidad y minimizando el deslumbramiento.

Rendimiento de color.- En muchas instalaciones la salida espectral de la lámpara debe ser capaz de producir un rendimiento de color que permita que las personas que utilizan las áreas de estacionamiento ya sea conduciendo o caminando, sean capaces de distinguir colores y diferenciar objetos.

Uniformidad - La iluminancia en las diversas áreas de un estacionamiento puede variar considerablemente, por tanto, la relación de uniformidad promedio a minimo no debe exceder los valores de la tabla 906 1

Deslumbramiento.- Deberán instalarse luminarios que permitan reducir el deslumbramiento a los conductores o peatones que utilizan las áreas de estacionamiento, ya que con la edad el deslumbramiento afecta la habilidad para percibir objetos u obstrucciones.

Tabla 906.1

Luminancias horizontales mantenidas requeridas para estacionamientos

(a) Estacionamientos abiertos

NIVEL DE ACTIVIDAD	AREA GENERAL DE ESTACIONAMIENTO Y AREA PEATONAL		AREA EXCLUSIVA DE VEHICULOS	
	LUX (MINIMO SOBRE PAVIMENTO)	UNIFORMIDAD (PROMEDIO/MINIMO)	LUX (PROMEDIO SOBRE PAVIMENTO)	UNIFORMIDAD (PROMEDIO/MINIMO)
ALTA	10	4:1	22	3:1
MEDIA	6	4:1	11	3:1
BAJA	2	4:1	5	4:1

(b) Estacionamientos cubiertos.

AREAS	DIA	NOCHE	
	LUX (PROMEDIO SOBRE PAVIMENTO)*	LUX (PROMEDIO SOBRE PAVIMENTO)	RELACION DE UNIFORMIDAD (PROMEDIO/ MINIMO)
AREA GENERAL DE ESTACIONAMIENTO Y AREA PEATONAL.	54	54	4:1
RAMPAS Y ESQUINAS.	110	54	4:1
ACCESOS	540	54	4:1
ESCALERAS	RANGO	DE	ILUMINANCIAS
	LUX 100-150'-200	100 -150-200	100-150-200

* Suma de luz artificial y natural

906-2 **Areas residenciales y peatonales.**

El objetivo del sistema de iluminación en áreas residenciales y peatonales, es el de permitir una mayor seguridad tanto vial como peatonal.

En las áreas residenciales en que está permitido el tráfico vehicular, el nivel de luminancia e iluminancia deben ser seleccionadas de acuerdo a las tablas 904.6 (a) y (b).

En aquellas donde no esta permitido el tráfico vehicular, deberán seleccionarse los niveles de iluminación de acuerdo a la tabla 906.2

Requerimientos.

Los requerimientos de alumbrado para áreas peatonales pueden resumirse como sigue:

Peatones: Debe facilitar el movimiento y la orientación así como posibilitar el reconocimiento de los rasgos faciales.

Debe ayudar al residente a detectar la presencia de intrusos y que no existan deslumbramientos que constituyan una incomodidad.

Ambos grupos: Debe mejorar el atractivo de los alrededores siendo suficientemente funcional para reprimir el vandalismo y el crimen.

Nivel de iluminación.

De acuerdo a los requerimientos anteriores, los niveles de iluminación para el alumbrado de paseos públicos y áreas peatonales deberán considerarse los siguientes factores:

Seguridad de movimientos.- Es importante para los peatones poderse mover de manera segura, por lo que el alumbrado debe ser suficiente para revelar los obstáculos del camino potencialmente peligrosos, asi como irregularidades y baches.

Reconocimiento facial

Es importante para los peatones poderse reconocer entre si cuando se encuentran y poder distinguir los rasgos faciales, desde una distancia a la que sea factible evitar un posible ataque.

Orientación

Una buena orientación implica la capacidad de identificar casas, edificios y peculiaridades de los alrededores. Los letreros con los nombres de las calles en especial deberán estar bien iluminados.

Seguridad

El alumbrado residencial debe cumplir una función doble desde el punto de vista de la seguridad; debe disuadir a posibles intrusos o ladrones o al menos revelar la presencia de estos a los residentes y transeúntes.

Cuando se considera la seguridad de los peatones, el alumbrado de las áreas residenciales se deberá diseñar en base a los valores recomendados para iluminancia horizontal, que se muestran en la siguiente tabla.

Iluminancia	Observaciones
0.2 lux	Mínimo para seguridad de movimientos; detección de obstáculos.
5 lux	Media para "seguro" reconocimiento facial.
20 lux	Alumbrado atractivo.

Control del deslumbramiento

Una regla importante para mantener el deslumbramiento en un mínimo aceptable, es no colocar fuentes de luz a la altura de los ojos; deben instalarse por debajo de un metro y por arriba de tres metros aproximadamente.

Tabla 906.2

FACTORES	Niveles de Iluminancia Mínima (Luxes)
Seguridad de Movimiento	1
Reconocimiento	5

CAPITULO 10 TABLAS

A. Tablas

Notas a las tablas

1. Las tablas 3A, 3B y 3C, se aplican solamente a sistemas completos de tubos conduit o tuberías y no se pretende aplicar a secciones de tubos conduit o tuberías que se emplean para proteger de daños mecánicos a los alambrados expuestos.

2. Cuando se instalan conductores para la puesta a tierra e interconexión de equipos, éstos deben incluirse para calcular el porcentaje de relleno de los tubos conduit. Para el cálculo deben emplearse las dimensiones reales de dichos conductores.

3. Cuando en un tubo conduit se instalan niples, con una longitud no mayor de 60 cm, para conectar a cajas, gabinetes, o envolventes similares, el porcentaje de relleno en el niple pueda ser de hasta el 60% de su área de sección transversal total. El Artículo 310, Nota 8(a) de las notas a las tablas de capacidad de corriente de 0 a 2 000 V no se aplican a esta condición.

4. Para conductores que no se incluyen en el Capítulo 10, tales como los cables multiconductores, deben emplearse las dimensiones reales.

5. Véase la Tabla 1 para el porcentaje de relleno de los tubos conduit o tuberías.

Nota

La Tabla 1 está basada en las condiciones usuales de cableado y alineación adecuada de los conductores y cuando la longitud del tendido y el número de dobleces está dentro de límites razonables.

Para ciertas condiciones debe considerarse un tamaño mayor de tubo conduit o un menor porcentaje de relleno.

Tabla 1. Porcentajes de relleno de conductores para tubos conduit o tuberías.

(%)

Número de conductores	1	2	más de 2
Todos los tipos	53	30	40

Nota 1. Véanse las tablas 3A, 3B y 3C para el número de conductores, todos del mismo tamaño, en tamaños comerciales de tubos conduit o tuberías de 13 mm hasta 150 mm.

Nota 3. Para conductores con área de sección transversal mayor de 380.0 mm² (750 kCM) o para combinaciones de conductores de diferentes tamaños, úsense las tablas 4, 5 y 8 de este Capítulo para las dimensiones de los conductores, de los tubos conduit y de las tuberías.

Nota 4 Cuando, para conductores del mismo tamaño se calcula el área total ocupada (considerando el área de sección transversal total de cada uno, incluyendo su aislamiento), afectando este cálculo por el factor de relleno correspondiente y resulta una fracción decimal de 0.8 o mayor que el área de un tubo conduit de tamaño comercial, debe seleccionarse el tubo conduit o tubería de tamaño comercial inmediato superior.

Nota 5. Se permite el uso de las dimensiones para conductores desnudos dadas en la tabla 8 de este Capítulo cuando el uso de conductores desnudos está autorizado en otras secciones de esta Norma.

Nota 6 Un cable multiconductor de dos o más conductores debe considerarse como un solo cable para el cálculo del porcentaje de relleno del tubo conduit. Para cables con sección transversal elíptica debe considerarse la distancia mayor como el diámetro externo del cable y con esto calcular el porcentaje de relleno del tubo conduit.

PARA 1000 LUMENS DE LAMPARA

NUMERO DE CURVA	HOJA	FECHA	REVISION
35-175816			

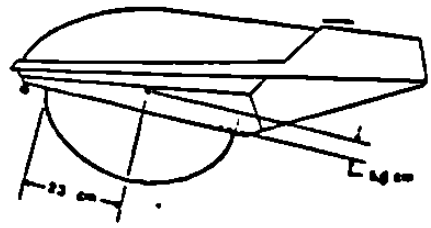
LUMISISTEMAS CM.S.A.

INFORMACION FOTOMETRICA

APROBADO POR _____ FECHA 6/21/77
DEPTO. DE INGENIERIA DEL PRODUCTO
NAUCALPAN EDO. DE MEXICO

PARA 1000 LUMENS DE LAMPARA

(a)



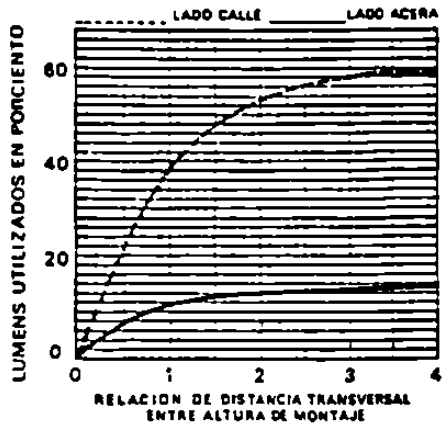
DESCRIPCION DEL LUMINARIO

LUMINARIO CROMALITE 400
MARCA CM
REFLECTOR 36-237005-05
REFRACTOR 510
POSICION DEL PORTALAMPARAS : 2

LAMPARA:

VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESION 250 ó 400 WATTS
LU 250/BD ó LU 400/BD

CURVA DE UTILIZACION



TIPO ANSI/IES MEDIO/NO-CUTOFF/TIPO III

TIPO CIE NO-CUTOFF

INFORMACION GENERAL

PRUEBA No. 76-0003
DISTANCIA DE PRUEBA (METROS) 7
LUMENS DE PRUEBA 1000

SI EL NUMERO DE LUMENS QUE PROPORCIONA LA LAMPARA ES DIFERENTE DE 1000 LUMENS, MULTIPLIQUE TODOS LOS LUMENS, CANDELAS Y LUXES POR EL SIGUIENTE FACTOR.

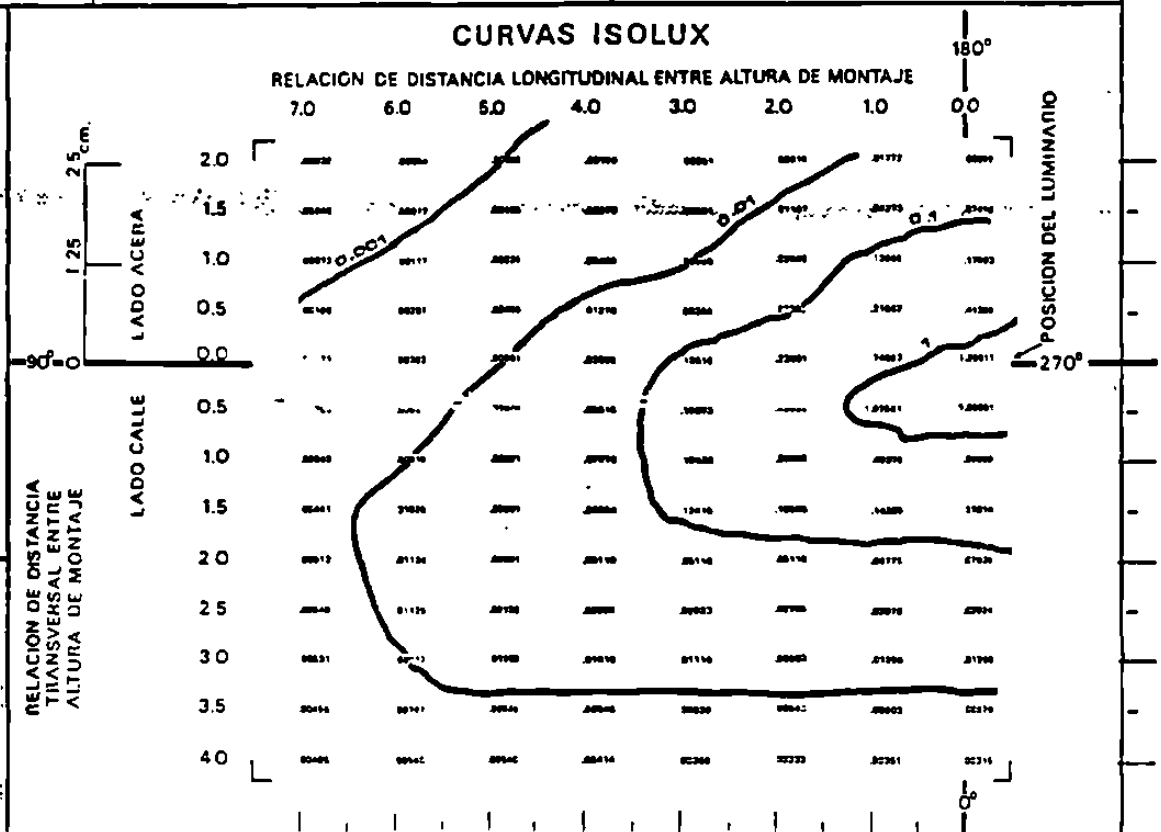
(d) $\text{FACTOR} = \frac{\text{LUMENS REALES DE LAMPARA}}{\text{LUMENS DE PRUEBA}}$

CANDELAS MAXIMAS	—	725
CONO MAXIMO	—	72.5°
PLANO VERTICAL MAXIMO	—	72.5°/287.5°
CANDELAS MAXIMAS A 90°	—	42
CANDELAS MAXIMAS A 80°	—	380
LUXES EN EL NADIR	—	1,200
CANDELAS EN EL NADIR	—	127

PRUEBA FOTOMETRICA SEGUN PROCEDIMIENTOS DE LA IES

(b)

CURVAS ISOLUX



VALORES DE FLUJO LUMINOSO		
	LUMENS	PORCIENTO DE LAMPARA
LADO CALLE HACIA ABAJO	820	82
LADO CALLE HACIA ARRIBA	10	1
LADO ACERA HACIA ABAJO	180	18
LADO ACERA HACIA ARRIBA	10	1
TOTAL	820	82

FACTORES DE CONVERSION

1 LUX = 0.093 FOOTCANDLES

1 METRO = 3.28 PIES (FEET)

(c) LOS DATOS DE LUXES ESTAN BASADOS EN UN LUMINARIO MONTADO A DIEZ METROS DE ALTURA, PARA OTRAS ALTURAS DE MONTAJE MULTIPLIQUE LOS VALORES DE LUXES POR EL FACTOR DE CORRECCION DADO EN LA SIGUIENTE TABLA.

ALTURA DE MONTAJE (m)	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10	11	12	13	14	15
FACTOR DE CORRECCION	1.76	1.60	1.30	1.23	1.11	1.00	0.83	0.69	0.58	0.51	0.44

NUMERO	HOJA	REVISION
35-175816		

FIG. 2

AUTOBIOGRAFIA

- Nombre: Alvaro García Garza
- Candidato a obtener el grado de Maestro en Ciencias de la Administración con Especialidad en Investigación de Operaciones.
- Título de Tesis: Optimización de Recursos en Alumbrado Público.
- Título Profesional: Ingeniero Mecánico Administrador.
- Lugar y Fecha de nacimiento: Monterrey, N.L. 13 de Julio de 1957.
- Nombre de mis Padres: Sr. Maximino García y Sra. Minerva Garza de García.
- Egresado de la Institución: Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Grado Obtenido: Ingeniero Mecánico Administrador.

- Fecha: 24 de Mayo de 1980.

- Actividades Profesionales: Catedrático de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León desde el 15 de Febrero de 1980 a la fecha.
- Area de Coordinación de Administración.
- Asesor de proyectos de alumbrado de la Secretaría de Obras Públicas del Municipio de Monterrey (1995-1997).

- Ha sido expositor y conferencista invitado en diversos organismos públicos así como en empresas privadas y maestro desde 1980 en la FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON. Y EN EL INSTITUTO DE INGENIERIA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON