

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 1 de 63

## INDICE DE CONTENIDO

8	ALUMBRADO PÚBLICO .....	5
8.1	Objeto del alumbrado público .....	5
8.2	Descripción de algunos conceptos generales.....	6
8.3	Descripción de algunos conceptos lumínicos. ....	8
8.3.1	Clasificación de los factores que influyen en el Alumbrado Público. ....	10
8.3.2	Clases de iluminación.....	11
8.3.3	Parámetros lumínicos.....	13
8.3.4	Criterios de control para el cálculo lumínico .....	17
8.3.5	Datos para el cálculo lumínico.....	17
8.3.6	Disposición de los circuitos de alumbrado público .....	18
8.3.7	Parámetros para el diseño lumínico de vías.....	22
8.3.8	Parámetros para el diseño lumínico de escenarios deportivos .....	24
8.3.9	Parámetros para el diseño lumínico de Intercambiadores viales y cruces a desnivel .....	25
8.4	LUMINARIAS Y PROYECTORES .....	25
8.4.1	Tipos de luminarias .....	25
8.4.2	Selección de las luminarias .....	26
8.4.3	Selección de proyectores .....	26
8.4.4	Selección de postes de gran altura y mástiles .....	27
8.4.5	Características eléctricas de las luminarias.....	28
8.5	Dimensiones de brazos y postes para luminarias.....	28
8.6	DATOS BÁSICOS DE ALUMBRADO .....	32

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 2 de 63

8.6.1	Requerimientos para recibo de proyectos de alumbrado .....	34
8.7	UBICACIÓN DE POSTERÍA .....	35
8.8	Tensión de alimentación y control.....	36
8.9	Redes aéreas de alumbrado.....	36
8.9.1	Calibres de conductores aéreos para alumbrado.....	37
8.10	Redes subterráneas de alumbrado.....	37
8.10.1	Conexión a la red subterránea .....	37
8.10.2	Calibres de conductores subterráneos para alumbrado .....	38
8.10.3	Ductería.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
8.10.4	Ubicación de cámaras y acometidas.....	40
8.10.5	Canalizaciones .....	42
8.11	CÁLCULO PARA CARGA, CONDUCTORES Y REGULACION DE CIRCUITOS DE ALUMBRADO .....	42
8.11.1	Topología .....	42
8.11.2	Cálculo de las cargas.....	42
8.11.3	Selección de Conductor.....	43
8.11.4	Confirmación del Conductor.....	43
8.11.5	Regulación.....	44
8.12	Selección de transformadores para alumbrado publico .....	45
8.12.1	Conexión a las Redes Aéreas.....	45
8.13	Características de los equipos alumbrado .....	46
8.13.1	Fuentes luminosas eléctricas .....	46
8.13.2	Luminarias.....	48

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 3 de 63

8.13.3	Proyectores .....	51
8.13.4	Celdas fotoeléctricas para alumbrado público.....	52
8.13.5	Balasto .....	53
8.13.6	Arrancador.....	54
8.13.7	Condensadores .....	55
8.13.8	Brazos y herrajes.....	56
8.13.9	Mástiles .....	56
8.13.10	Postes metálicos .....	59
8.13.11	Elementos de seguridad para el alumbrado publico.....	63

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 8.1.</b>	Clases de iluminación para diferentes tipos de vías .....	12
<b>Tabla 8.2.</b>	Características de velocidad de circulación y transito según tipo de vía..	13
<b>Tabla 8.3.</b>	Criterios de control para el cálculo lumínico de vías .....	16
<b>Tabla 8.4.</b>	Criterios de control para el cálculo lumínico de otras áreas.....	17
<b>Tabla 8.5.</b>	Flujo luminoso de las bombillas para el cálculo lumínico .....	18
<b>Tabla 8.6.</b>	Parámetros para el diseño lumínico de vías .....	23
<b>Tabla 8.7.</b>	Parámetros para el diseño lumínico de escenarios deportivos .....	24
<b>Tabla 8.8.</b>	Alternativa para el diseño de áreas especiales, parqueaderos, zonas verdes, complejos viales área > 5000 m <sup>2</sup> .....	25
<b>Tabla 8.9.</b>	Clasificación de proyectores .....	27
<b>Tabla 8.10.</b>	Características eléctricas de las luminarias .....	28
<b>Tabla 8.11.</b>	Brazo para soporte de luminarias .....	29
<b>Tabla 8.12.</b>	Postes a utilizar en alumbrado de vías .....	32

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 4 de 63

<b>Tabla 8.13.</b> Pases subterráneos para la red de alumbrado publico .....	39
<b>Tabla 8.14.</b> Numero de conductores en un tubo conduit PVC para alumbrado público.....	40
<b>Tabla 8.15.</b> Bajantes de los transformadores de A.P a la red preensamblada .....	45
<b>Tabla 8.16.</b> CARACTERISTICAS TECNICAS DE MASTILES.....	58
<b>Tabla 8.17.</b> Características técnicas de postes metálicos para alumbrado .....	60

### INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 8.1</b> Detalle de vías.....	7
<b>Figura 8.2</b> Disposición unilateral de alumbrado publico .....	19
<b>Figura 8.3</b> Disposición bilateral en oposición de alumbrado público .....	20
<b>Figura 8.4</b> Disposición bilateral alternada de alumbrado público.....	20
<b>Figura 8.5</b> Disposición central sencilla de alumbrado público .....	21
<b>Figura 8.6</b> Disposición central doble de alumbrado público .....	21
<b>Figura 8.7</b> Brazo para soporte de luminarias tipo A , B, C.....	30
<b>Figura 8.8</b> Brazo para soporte de luminarias tipo D. ....	31
<b>Figura 8.9</b> Brazo para soporte de luminaria tipo E. ....	31
<b>Figura 8.10</b> Poste de concreto para iluminación en zona verde.....	41
<b>Figura 8.11</b> Poste metálico para alumbrado de vías peatonales.....	61
<b>Figura 8.12</b> Poste metálico para alumbrado de vías peatonales del sistema de transporte masivo <b>MIO</b> .....	63

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 5 de 63

## 8 ALUMBRADO PÚBLICO

Servicio de alumbrado público: Es el servicio público consistente en la iluminación de las vías públicas, parques públicos, y demás espacios de libre circulación que no se encuentren a cargo de ninguna persona natural o jurídica de derecho privado o público, diferente del municipio, con el objeto de proporcionar la visibilidad adecuada para el normal desarrollo de las actividades tanto vehiculares como peatonales. También se incluirán los sistemas de semaforización y relojes electrónicos instalados por el Municipio. Por vías públicas se entienden los senderos peatonales y públicos, calles y avenidas de tránsito vehicular. (Resolución CREG-043-95)

### 8.1 Objeto del alumbrado público

El objetivo del alumbrado público es permitir el desplazamiento de peatones y el movimiento de vehículos de una vía en horas de la noche con la mayor seguridad y comodidad, como si lo hicieran durante el día, proporcionando las condiciones visuales necesarias para el movimiento rápido y fácil.

Debe permitir visualizar todo obstáculo, señalización, vehículo en desplazamiento, así como también la geometría de la vía, es decir, sus bordes, curvas, aceras, separadores, desviaciones, de tal forma que el conductor o peatón pueda reaccionar con tiempo.

La comodidad de un sistema de alumbrado depende del patrón de luminancia, de su uniformidad, del nivel de iluminación, del grado de deslumbramiento directo (de las fuentes) o indirecto (objetos brillantes sobre la calzada), de la disposición y de la naturaleza de las fuentes luminosas, debe ser tenido en cuenta también el color de la luminaria por esta razón es necesario escoger bien estos criterios de tal manera que reduzcan al mínimo la tensión nerviosa de los usuarios de la vía.

Los datos que se dan en esta norma están destinados a proyectos de alumbrado público del área de influencia de EMCALI como operador de red, con el objeto de facilitar al diseñador, operador de red y a los concesionarios del alumbrado público, la selección, operación, mantenimiento, seguridad y la reposición, del sistema de alumbrado público.

Los conceptos y métodos de cálculo para el estudio lumínico están dados en la norma NTC-900 y dependen de las características fotométricas propias de cada luminaria de acuerdo a cada fabricante.

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 6 de 63

Los proyectos de alumbrado público deben tener en cuenta la complejidad y velocidad de circulación de las vías, el tránsito de vehículos y control de tráfico, tipo de vías, tránsito de peatones y la necesidad de tener en cuenta los colores.

En la Tabla 8.1 y Tabla 8.2 se dan las clases de iluminación, la velocidad de circulación y el tránsito de vehículos para diferentes tipos de vías.

Aunque es responsabilidad de los Municipios, prestar el servicio de alumbrado público dentro del perímetro urbano y área rural (Resolución CREG 043-95), las especificaciones de las redes deberán cumplir con las normas que hayan adoptado los Operadores de red. (Resolución CREG 070-98 artículo 4 numeral 4.3.1). Por tal razón se dan los datos básicos en el numeral 8.4, los parámetros lumínicos se dan en la Tabla 8.3 (Basados en la norma NTC-900), en la Tabla 8.5 se mencionan los tipos generales de luminarias que se utilizarán, tanto para proyectos particulares como de EMCALI.

## 8.2 Descripción de algunos conceptos generales.

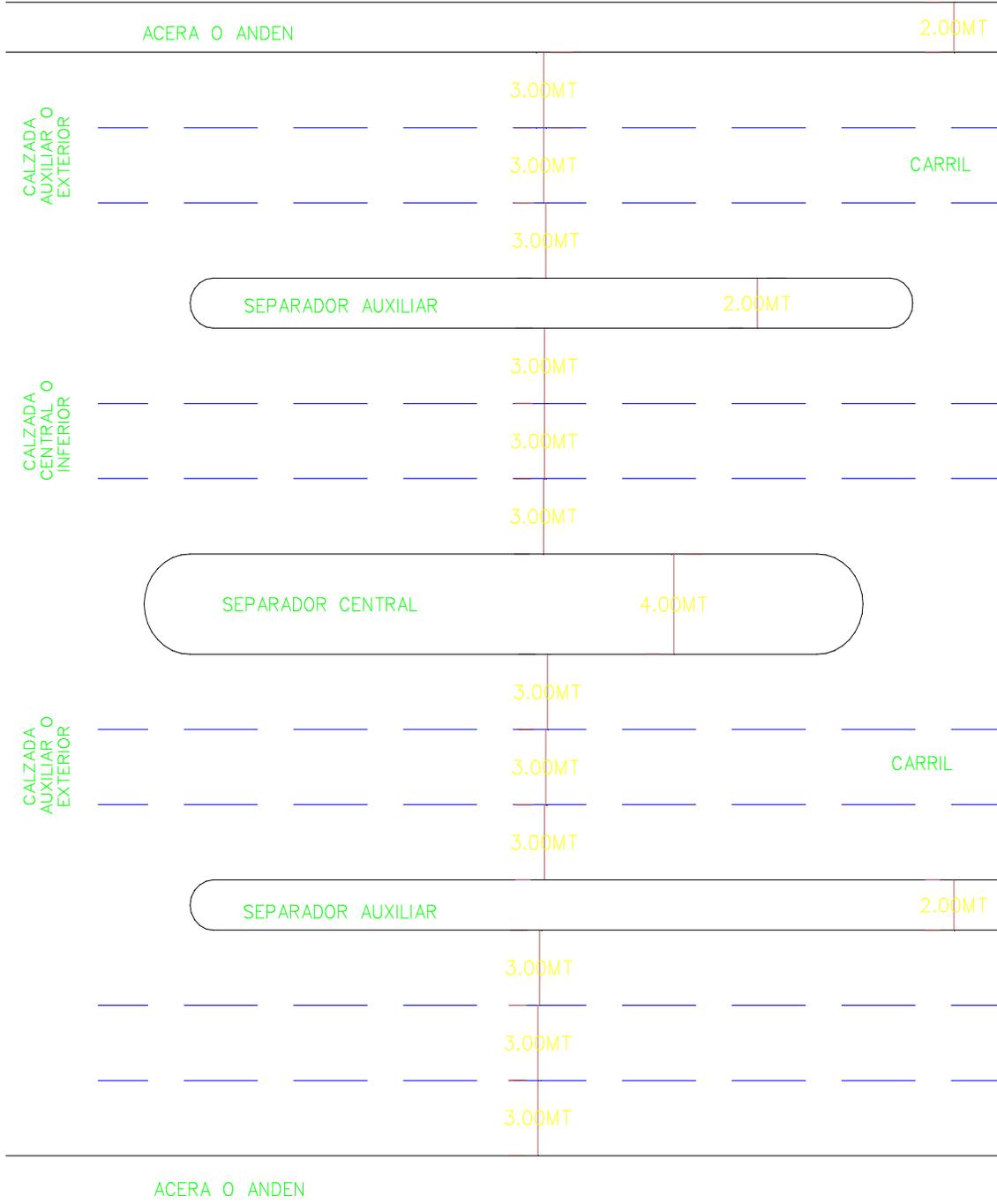
Para mejor entendimiento de las tablas describimos algunos conceptos generales ver Figura 8.1 (VIA)

**Sistema vial:** Se estructura como una red jerarquizada de calles en forma anillar y centrípeta desde el centro metropolitano, que articula las zonas residenciales y permite su conexión con la red vial regional y nacional.

**Aceras:** ( andenes) Orilla de una calle o de una vía pública con pavimento adecuado para el tránsito de peatones

**Vía:** Camino que traslada de un sitio a otro, esta conformado por calzadas, separadores y andenes.

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA</b> <b>DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN</b> <b>NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA</b> <b>NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 7 de 63



**Figura 8.1** Detalle de vías

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 8 de 63

**Calzada:** Parte de una vía comprendida entre las aceras o entre acera y separador, destinada al tránsito de vehículos, conformada por varios carriles.

**Carril:** parte de la calzada destinada a tránsito de un solo vehículo en un solo sentido

**Separador:** (Mediana) espacio entre calzadas.

### 8.3 Descripción de algunos conceptos lumínicos.

Se describen algunos conceptos lumínicos de acuerdo a los parámetros de calidad establecidos por la NTC-900

**Alcance:** Característica de una luminaria que indica la extensión que alcanza la luz en la dirección longitudinal del camino. Las luminarias se clasifican en: de alcance corto, medio o largo.

**Altura de montaje:** Es la distancia vertical entre la superficie por iluminar y el centro óptico de la fuente de luz de la luminaria.

**Candela [cd]:** Unidad del Sistema Internacional (SI) de intensidad luminosa. Una candela es igual a un lumen por estereorradián. Una candela se define como la intensidad luminosa, en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática de una frecuencia de  $540 \times 10^{12}$  Hz y en la cual la intensidad radiante en esa dirección es 1/683 W por estereorradián.

**Candela por metro cuadrado** Unidad de luminancia. [cd/m<sup>2</sup>]

**Conjunto eléctrico para una bombilla de descarga:** Todos los elementos necesarios para el adecuado funcionamiento de una bombilla de descarga (balasto, condensador y arrancador) y accesorios (borneras, porta bombillas, fusibles, etc.)

**Conjunto óptico:** Elementos necesarios para controlar y dirigir la luz producida por una bombilla (refractor y / o reflector).

**Deslumbramiento:** Sensación producida dentro del campo visual por una luminancia que es suficientemente mayor o menor que la luminancia a la cual los ojos se habían adaptado y que es causa de molestias e incomodidad o pérdida de la capacidad visual y de la visibilidad. Existe deslumbramiento cegador, directo, indirecto, incómodo e incapacitivo.

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 9 de 63

Nota. La magnitud de la sensación del deslumbramiento depende de factores como el tamaño, la posición y la luminancia de la fuente, el número de fuentes y la luminancia a la cual estaba adaptado el ojo.

**Fotómetro:** Instrumento para medir las cantidades fotométricas: flujo luminoso, luminancia, intensidad luminosa e iluminancia.

**Factor de mantenimiento:** Factor usado en el cálculo de la luminancia y de la iluminancia después de un período dado y bajo condiciones establecidas. Tiene en cuenta las variaciones de temperatura y tensión, la acumulación de suciedad sobre la luminaria y superficies de recintos, la depreciación luminosa de la bombilla, los procedimientos de mantenimiento y las condiciones atmosféricas.

**Factor de uniformidad de iluminancia:** Medida de la variación de la Iluminancia sobre un plano dado, expresada mediante alguno de los siguientes valores

- a) Relación entre la iluminancia mínima y la máxima
- b) Relación entre la iluminancia mínima y la promedio

**Factor de uniformidad general de la luminancia ( $U_o$ ):** Relación entre la luminancia mínima y la luminancia promedio sobre la superficie de una calzada.

$$U_o = L_{min} / L_{pro} \text{ en } [\%]$$

Es una medida del comportamiento visual que no puede ser inferior a 0,4 para L comprendido entre el rango de 1 cd/m<sup>2</sup> a 3 cd/m<sup>2</sup> , con el fin de que un objeto sea perceptible el 75% de los casos en un tiempo no mayor a 0,1 s.

**Factor de uniformidad longitudinal de luminancia ( $U_L$ ):** La medida menor de la relación  $L_{min}/L_{máx}$  sobre un eje longitudinal paralelo al eje de la vía que pasa por la posición del observador y situado en el centro de uno de los carriles de circulación.

**Factor de utilización de la luminaria:** Relación entre el flujo luminoso que llega a la calzada (flujo útil) y el flujo total emitido por la luminaria. Usualmente se aplica este término cuando se refiere a luminarias de alumbrado público

**Iluminancia [E]:** Densidad del flujo luminoso incidente sobre una superficie. Es el cociente del flujo luminoso por el área de la superficie cuando ésta última está iluminada de manera uniforme.

**Iluminación:** Acto de iluminar. El término ha sido utilizado para notar densidad de flujo luminoso en una superficie y en este sentido debe ser desaprobado.

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 10 de 63

**Intensidad luminosa de una fuente en una dirección dada (I):** Cociente del flujo luminoso emitido por una fuente, propagado en un elemento de ángulo sólido que contiene la dirección dada, y el elemento de ángulo sólido. [cd]

**Luminancia (L):** Bajo el concepto de intensidad luminosa, la luminancia puede expresarse como:

$$L = \left( \frac{dI}{dA} \right) * \left( \frac{1}{\cos \alpha} \right)$$

De lo anterior, la luminancia en un punto de una superficie en una dirección se interpreta como el cociente de la intensidad luminosa en la dirección dada producida por un elemento de la superficie que rodea el punto, al área de la proyección ortogonal del elemento de superficie sobre un plano perpendicular en la dirección dada.[cd/m<sup>2</sup>].

**Luminaria:** Unidad que sirve para repartir, controlar o dirigir la luz de la(s) bombilla(s), incluyendo todos los elementos y accesorios ópticos y eléctricos necesarios para fijar y proteger las bombillas y conectarlas a la red de suministro de energía eléctrica.

**Lux (Lx):** Unidad de medida de iluminancia en el Sistema Internacional (SI). Un lux es igual a un lumen por metro cuadrado (1 lx = 1lm/m<sup>2</sup>)

**Reflector.** Dispositivo que sirve para modificar la distribución espacial del flujo luminoso de una fuente, utilizando esencialmente el fenómeno de reflexión.

**Reflexión.** Retorno de una radiación por una superficie sin cambio de frecuencia de las radiaciones monocromáticas que la componen

**Refracción.** Cambio de la dirección de propagación de una radiación, determinada por las variaciones de velocidad de propagación en un medio ópticamente no homogéneo, o al pasar de un medio a otro.

### 8.3.1 Clasificación de los factores que influyen en el Alumbrado Público.

La solución de un problema de alumbrado exige el análisis previo de los siguientes puntos:

La complejidad y velocidad de circulación en la vía.

Tránsito de vehículos y control de tráfico.

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 11 de 63

Tipos de vías.

Tránsito de peatones.

Necesidad de tener en cuenta los colores.

Además debe tenerse en cuenta la geometría de la vía (rectilínea, curva, número de carriles de circulación, reglas de tránsito, superficie de la vía), así como los puntos particulares que se pueden encontrar sobre ella (cruces, puentes, túneles, alrededores, etc.) y el gran total del que forma parte el sitio que se piensa iluminar.

En principio todas las vías que responden igualmente a los cinco criterios establecidos antes, pueden ser iluminadas de la misma forma. Por consiguiente se pueden agrupar las vías en varios conjuntos que respondan a un tipo de iluminación en función de los fines perseguidos, diferentes para cada uno de ellos pero bien caracterizados para un mismo conjunto.

### **8.3.2 Clases de iluminación**

Las recomendaciones para escoger un tipo de iluminación se clasifican en cinco clases, M1 a M5, las que dependen y se seleccionan de acuerdo con la función de la vía, densidad, complejidad, separación y existencia de medios para el control del tráfico, tales como las señales y semaforización. Los ejemplos típicos se muestran en la Tabla 8.1

Cuando se hace una selección se deben considerar todos los usuarios de la vía, incluyendo a los vehículos motorizados, ciclistas, motociclistas y peatones.

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 12 de 63

**Tabla 8.1.** Clases de iluminación para diferentes tipos de vías

DESCRIPCIÓN DE LA VÍA	CLASE DE ILUMINACION
Vías de alta velocidad, con calzadas separadas exentas de cruces a nivel y con accesos completamente controlados (Autopistas) con densidad de tráfico y complejidad de circulación <sup>(1)</sup> Alto Medio Bajo	M1 M2 M3
Vías de alta velocidad, vías con doble sentido de circulación. Control de tráfico <sup>(2)</sup> y separación <sup>(3)</sup> de diferentes usuarios de la vía <sup>(4)</sup> Escaso Suficiente	M1 M2
Vías más importantes de tráfico urbano, vías circunvalares y distribuidoras. Control e tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía. Escaso Bueno	M2 M3
Conectores de vías de poca importancia, vías distribuidoras locales, vías de acceso a zonas residenciales, vías de acceso a propiedades individuales y a otras vías conectoras más importantes. Control de tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía Escaso Bueno	M4 M5

Fuente: NTC-900 Tabla 1

Notas:

La **complejidad** de la vía se refiere a su infraestructura, movimiento de tráfico y alrededores visuales. Se deben considerar los siguientes factores: número de carriles, inclinación, letreros, señales, entradas y salidas de rampas. Tenga en cuenta que las intersecciones viales y otros sitios de tráfico complejo se analizan separadamente.

**Control de tráfico** se refiere a la presencia de letreros y señales así como a la existencia de regulaciones. Los métodos de control son semaforización, reglas y regulaciones de prioridad, señales, avisos y demarcaciones de la vía. La presencia o no de estos controles es lo que determina que sean escasos o suficientes.

La separación puede ser por medio de carriles específicos o por normas que regulan la restricción para uno o varios de los tipos de tráfico. El menor grado se recomienda cuando existe esta separación.

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 13 de 63

Los diferentes tipos de usuarios de la vía son: automovilistas (en vehículos veloces o lentos), motoristas de vehículos pesados y lentos (camiones), vehículos grandes y lentos (buses) ciclistas, motociclistas y peatones.

De acuerdo con la caracterización anterior, se adoptan cinco (5) tipos de iluminación caracterizados por los criterios enumerados en la Tabla 8.1. Los criterios admitidos son los enumerados en la Tabla 8.2

**Tabla 8.2.** Características de velocidad de circulación y transito según tipo de vía

TIPO DE VIA	VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN ( V ) en Km/h		TRANSITO DE VEHICULOS (T) Vehículos /h	
	Vía M1	Muy importante	V>90	Muy importante
Vía M2	Importante	60<V<90	Importante	500<T<1000
Vía M3	Media	30<V<60	Media	250<T<500
Vía M4	Reducida	V<30	Reducida	100<T<250
Vía M5	Muy reducida	Al paso	Muy reducida	T<100

Fuente: NTC-900

### 8.3.3 Parámetros lumínicos

De acuerdo con la NTC-900 los criterios de control están dados por:

La luminancia promedio de la Calzada ( $L_{av}$ )

Uniformidad general de la luminancia de la calzada ( $U_o$ )

Incremento de umbral ( $T_i$ )

Uniformidad longitudinal sobre la calzada ( $U_l$ )

Relación de alrededores (SR)

#### 8.3.3.1 Luminancia promedio de la Calzada ( $L_{av}$ )

Este es el valor mínimo que debe ser mantenido a lo largo de la vida de la instalación y depende de la distribución de la luz de la luminaria, el flujo luminoso

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 14 de 63

de las bombillas y de las propiedades de reflexión de la calzada. Valores superiores pueden aceptarse si ellos pueden justificarse económicamente.

El cálculo y la medición de la luminancia promedio de la calzada deben efectuarse de acuerdo con la norma CIE 30-2.

Los valores calculados deben tener en cuenta la luminaria y los factores de mantenimiento de la bombilla. Los factores de mantenimiento de la luminaria varían de acuerdo con el intervalo de limpieza escogido, la polución atmosférica y la calidad del sellado del compartimiento óptico de la luminaria. Sus valores pueden establecerse mediante mediciones de campo. Los factores de mantenimiento del flujo luminoso de la bombilla varían de acuerdo con el tipo de bombilla y su potencia.

### 8.3.3.2 Uniformidad general de la luminancia de la calzada ( $U_0$ )

Es la relación entre la luminancia mínima a la luminancia promedio de la vía y es medida de acuerdo con la norma CIE 30-2. Su valor depende de los mismos factores de luminancia promedio. Este criterio es importante puesto que controla la visibilidad mínima en la vía, pero también afecta el confort.

### 8.3.3.3 Incremento de umbral ( $T_i$ )

Es la medida de pérdida de visibilidad causada por el deslumbramiento encefalecedor debido a las luminarias. La fórmula a partir de la cual se calcula, se basa en el incremento de porcentaje en la diferencia de luminancia necesaria para volver a ver el objeto en presencia de deslumbramiento, respecto a la diferencia de luminancia necesaria para ver el objeto en ausencia de deslumbramiento, es decir cuando las luminarias son apantalladas con respecto al observador.

El procedimiento matemático se da en el numeral 2.3 de la CIE 31 y el cálculo se efectúa para una luminaria limpia equipada con una bombilla que emite el flujo luminoso inicial.

### 8.3.3.4 Uniformidad longitudinal sobre la calzada ( $U_l$ )

Es la relación entre la luminancia mínima y la luminancia máxima, medidas o calculadas sobre uno o varios ejes paralelos el eje principal de la vía. Se mide o se calcula con base en la CIE-30-2 y su valor depende de los mismos factores que  $L_{av}$ .

Este es un valor que se relaciona principalmente con el confort y tiene como fin impedir la repetición de zonas de alta y baja luminancia sobre la calzada de la vía. Este concepto se aplica para secciones extensas y continuas de una vía.

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 15 de 63

### 8.3.3.5 Relación de alrededores (SR)

Una de las metas principales en iluminación de vías es crear una superficie clara sobre la vía contra la cual pueden verse los objetos, sin embargo las partes superiores de los objetos altos que están sobre la vía y los que están en el borde de la misma, particularmente en las secciones curvas, se ven contra los alrededores en la vía.

En consecuencia, una iluminación adecuada en los alrededores ayuda al conductor a percibir más fácilmente el entorno y efectuar las maniobras de seguridad que sean requeridas.

La función de la relación de alrededores es la de asegurar que la luz dirigida al entorno, sea lo suficiente para que los objetos que están en esos lugares sean visibles. Esta iluminación beneficia también a los peatones, cuando existe una vía peatonal.

En los casos donde exista una iluminación propia de los alrededores, la utilización de la relación SR no es necesaria.

El valor de SR es la relación entre la luminancia promedio sobre franjas de 5 m de ancho o menores si la zona no lo permite, adyacentes a los dos lados de la calzada, a la luminancia promedio de franjas adyacentes de 5 m de ancho o de la mitad del ancho de la calzada (la que sea menor). Para calzadas de doble sentido de circulación, las dos calzadas se consideran como una sola a menos que estén separadas por más de 10 m.

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 16 de 63

**Tabla 8.3.** Criterios de control para el cálculo lumínico de vías

SECTOR		Tipo de vía	Tipo de Luminaria	Parámetros de Luminancia						Parámetros de iluminancia
				$L_{av} \geq$ (cd/m <sup>2</sup> )	$U_o \geq$	$T_i$ (%) <	$U_l \geq$	FM	SR Mínimo	Nivel Medio Mínimo (Luxes)
Vía Vehicular	Calzadas centrales o laterales interiores en Vías de 4 calzadas (9,0 m ≤ ancho ≤ 13,2 m)	M1	Sodio alta presión	2,0	0,4	10	0,5 a 0,7	0,9	0,5	
		M2	400Ww-HC	1,5	0,4	10	0,5 a 0,7	0,9	0,5	
	Calzadas en Vías de 2 calzadas (9,0 m ≤ ancho ≤ 9,6 m)	M2	Sodio alta presión	1,5	0,4	10	0,5 a 0,7	0,9	0,5	
	Calzadas en vías de 2 calzadas (7,2 ≤ ancho ≤ 9 m)	M2	Sodio alta presión	1,5	0,4	10	0,5 a 0,7	0,9	0,5	
	Calzadas de servicio o laterales exteriores en vías de 4 calzadas (7,2 m ≤ ancho ≤ 8,0 m)	M3	Sodio alta presión	1,0	0,4	10	0,5	0,9	0,5	
	Calzadas en vías locales y/o secundarias de una calzada (3,00 m ≤ ancho ≤ 7,2 m)	M4	Sodio alta presión	0,75	0,4	15	N.R	0,9		
	Calzadas en vías especiales de 1 calzada (7,2 ≤ ancho ≤ 9 m)	M2	Sodio alta presión	1,5	0,4	10	0,5 a 0,7	0,9	0,5	
	Calzadas en vías especiales de 1 calzada (9,0 ≤ ancho ≤ 14,0 m)	M2	Sodio alta presión	1,5	0,4	10	0,5 a 0,7	0,9	0,5	
Áreas peatonales	Vías peatonales		Sodio alta presión							10 a 15
	Zonas verdes (áreas < 5000 m <sup>2</sup> )		Sodio alta presión							10 a 15
	Zonas verdes (áreas ≥ 5000 m <sup>2</sup> )		Sodio alta presión							10 a 15
Escenarios deportivos	Canchas de fútbol, Canchas múltiples voleibol, baloncesto, microfútbol, uso recreativo		Sodio alta presión-proyector							50

$L_{av}$  = Luminancia promedio de la calzada

$U_o$  = Uniformidad general de luminancia de la calzada

$U_l$  = Uniformidad longitudinal sobre la calzada

FM = Factor de mantenimiento

HC = Horizontal cerrada

$T_i$  = Incremento del umbral

HID = Sodio Alta presión

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 17 de 63

### 8.3.4 Criterios de control para el cálculo lumínico

En la Tabla 8.3 se detallan los criterios de control para el cálculo lumínico basados en la NTC-900 y en la NEMA adaptados a nuestra norma.

**Tabla 8.4.** Criterios de control para el cálculo lumínico de otras áreas

Tipo área	Nivel de luminancia	Nivel de iluminancia
Paso elevado vehicular en vías tipo M1 a M2	1.5 a 2.0 Cd/m <sup>2</sup>	
Otros pasos vehiculares	1.0 a 1.5 Cd/m <sup>2</sup>	
Paso subterráneo vehicular en vías tipo M1 a M2		15 a 20 Luxes
Paso subterráneo peatonal en vías tipo M1 a M2		45 a 50 Luxes
Otros pasos subterráneos		25 a 30 Luxes
Bahías de pasajeros en vías tipo M1 a M2	1.5 a 2.0 Cd/m <sup>2</sup>	
Otras bahías de pasajeros	1.0 a 1.5 Cd/m <sup>2</sup>	
Plazoletas asociadas a vías tipo M1 a M2		15 a 20 Luxes
Plazoletas asociadas a vías tipo M3		12 a 15 Luxes
Alamedas asociadas a vías tipo M1 a M2		10 a 152 Luxes
Parque metropolitano, zonal o vecinal		15 a 20 Luxes
Zona verde		10 a 15 Luxes
Puente peatonal en vías tipo M1 a M2		15 a 20 Luxes
Puente peatonal en vías tipo M3		12 a 15 Luxes

### 8.3.5 Datos para el cálculo lumínico

La Clasificación de las superficies de las calzadas será **R3** (asfalto usado), con base en la CIE 30-2, cuyo coeficiente de luminancia promedio es **Q<sub>o</sub> = 0,07**, de acuerdo con la Norma NTC –900

La altura del andén, para todos los cálculos debe ser igual a **0,15 m**

La altura de montaje de luminarias se relaciona en el numeral 8.3.7, Tabla 8.6

Los brazos para luminarias se relacionan en el numeral 8.5 y en la Tabla 8.11.

La distancia entre el borde del andén y el eje del poste debe ser mínimo de **0,5 m**.

La inclinación de la luminaria esta establecida con el brazo tipo A de 15° para luminarias de 400W Na, tipo B de 15° para luminarias de 250 W Na, tipo C de 15° para luminarias de 150 W y 70 W de Na, tipo D de 0° Luminaria de 70 W de Na (vía peatonal). Sin embargo para casos especiales de vías donde no se puedan cumplir los parámetros se aceptara una inclinación máxima, para instalación y

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 18 de 63

diseño, de la luminaria de 15° con respecto a la horizontal. El brazo del poste debe ser el normalizado y se adaptara la luminaria para satisfacer este requisito.

El factor de mantenimiento, aplicado al conjunto óptico de la luminaria se establece en la Tabla 8.3 en **0.9** sin embargo cuando las condiciones de ambiente de la vía lo requiera podrá hacerse mas exigente en todo caso el índice de hermeticidad IP debe ser  $\geq 65$ .

El flujo luminoso de las bombillas para el cálculo lumínico se establece en la Tabla 8.5

Para el diseño de alumbrado es importante tener en cuenta que los cálculos no se deben hacer tomando el valor de flujo luminoso inicial de las bombillas, ya que de esta manera la instalación sólo cumpliría con su cometido en el momento de iniciar la operación.

En el caso de las bombillas de descarga en gas, la vida útil de la bombilla se considera hasta cuando su flujo luminoso llega al 70% del flujo inicial, siendo éste último el flujo medido en la bombilla operando con un balasto de referencia a las 100 horas de encendido- ya que a partir de esta condición, se presume que los niveles de flujo luminoso son inadecuados.

**Tabla 8.5.** Flujo luminoso de las bombillas para el cálculo lumínico

BOMBILLA DE ALTA PRESIÓN DE GAS	FLUJO LUMINOSO (100 horas) $\geq$ (Lm)
70 w Na	6.000
150 w Na	14.000
250 w Na	27.000
400 w Na	48.000
1000 w Na	130.000

### 8.3.6 Disposición de los circuitos de alumbrado público

La disposición de las luminarias sobre las vías puede ser:

Unilateral

Bilateral en oposición

Bilateral alternada

Central sencilla

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA</b> <b>DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN</b> <b>NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA</b> <b>NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 19 de 63

Central doble

### 8.3.6.1 Unilateral.

Es una disposición donde todas las luminarias se instalan a un solo lado de la vía, tal y como muestra la Figura 8.2. Esta disposición se usa en proyectos donde el ancho de la vía, denominado  $W$ , es inferior a la altura de montaje denominada  $H_m$ .

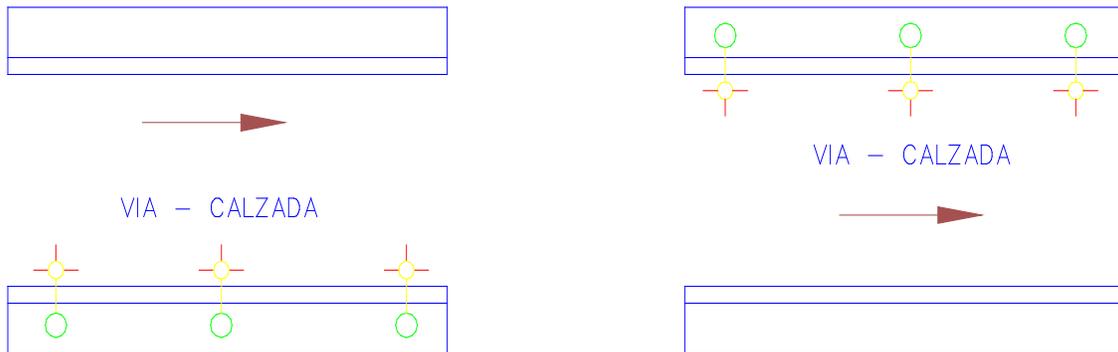


Figura 8-2a

UNILATERAL DERECHA

Figura 8-2b

UNILATERAL IZQUIERDA

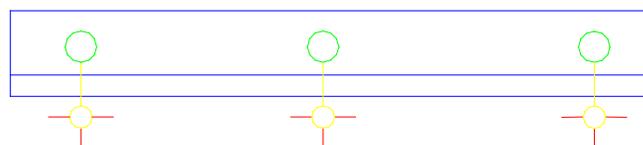
**Figura 8.2** Disposición unilateral de alumbrado publico

### 8.3.6.2 Bilateral en oposición

En este caso, la iluminación consta de dos filas de luminarias: una a cada lado de la vía y cada luminaria se encuentra enfrentada con su correspondiente del lado contrario. Ver Figura 8.3.

### 8.3.6.3 Bilateral alternada

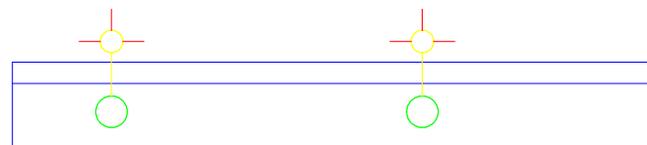
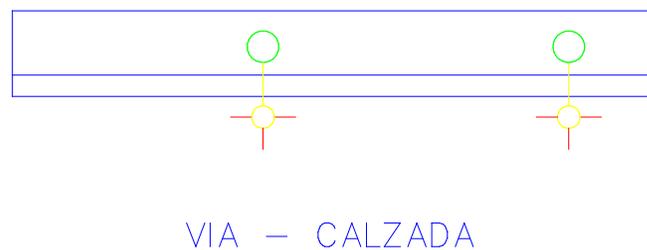
Para la disposición bilateral alternada, las luminarias se ubican alternadamente a cada lado de la vía. Ver Figura 8.4.



VIA - CALZADA

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 20 de 63

**Figura 8.3** Disposición bilateral en oposición de alumbrado público



**Figura 8.4** Disposición bilateral alternada de alumbrado público

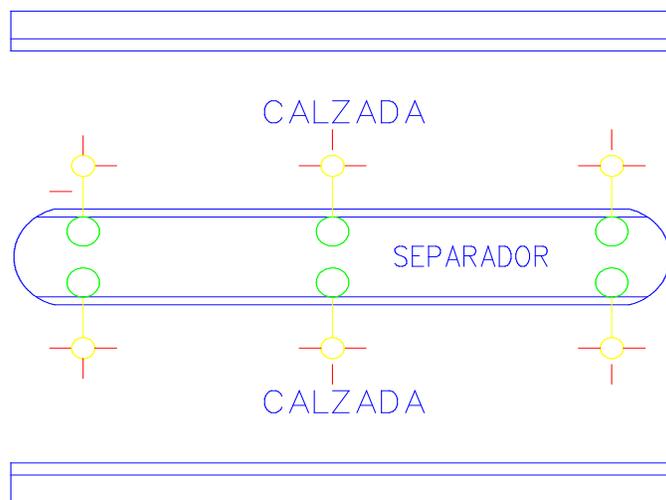
#### 8.3.6.4 Central sencilla

En esta disposición por lo general la vía esta compuesta por carriles de circulación en una dirección y se encuentran separados por un pequeño andén o separador que puede alcanzar hasta 4.0 MT de ancho, los postes se ubican en el centro del separador cada uno con dos luminarias a manera de dos disposiciones unilaterales. Ver Figura 8.5



	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 21 de 63

**Figura 8.5** Disposición central sencilla de alumbrado público



**Figura 8.6** Disposición central doble de alumbrado público

### 8.3.6.5 Central doble

En vías compuestas de cuatro (4) o más calzadas de circulación y que incluye separadores generalmente 2 ó 3 con un ancho mayor de 4 MT, se utiliza la disposición central doble, en la cual cada dos calzadas se iluminan con disposición central sencilla pero con poste independiente por luminaria, como aparece en la Figura 8.6

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 22 de 63

### 8.3.6.6 Otras disposiciones

Otras veces, los postes y luminarias se ubican para complementar la guía visual. En sitios críticos como bifurcaciones, curvas, cruces o cualquier otro cambio en la vía, se debe reforzar la iluminación tanto en la aproximación como en el sitio mismo, de modo que se aumente la seguridad de la circulación vehicular. En la Norma NTC-900 numeral 9.2 se encuentra en detalle cada caso.

### 8.3.7 Parámetros para el diseño lumínico de vías

Para el diseño de los proyectos de alumbrado se deberá tener en cuenta la disposición de las luminarias en la vía, los requerimientos lumínicos de la vía, la altura de montaje de las luminarias, el perfil de la vía, la proximidad a redes de AT, MT (en donde se deberán cumplir las normas de distancias mínimas de seguridad y zonas de servidumbres), líneas férreas, mobiliario urbano, etc. Aparte de estas consideraciones, la altura de montaje se relaciona con las facilidades para el mantenimiento y el costo de los apoyos, por lo que en esta norma se estandariza la altura y modelo de dichos postes.

Alturas mayores de postes, en general dificultan el mantenimiento. Luminarias de mayor potencia permiten elevar la interdistancia de postes y reducir su cantidad.

La interdistancia entre luminarias corresponde a la distancia (en metros) entre dos luminarias consecutivas, distancia que se mide siguiendo el eje de la vía. La iluminación de senderos peatonales generalmente se hace con luminarias a alturas de 6 a 8 metros reales y de acuerdo a la dificultad para el acceso deberán ser metálicos o de concreto.

La arborización de las vías afecta directamente la iluminación por esta razón debe estar sometida a una regulación por parte del DAGMA. Se debe ubicar un solo árbol entre postes y evitar especies de árboles como el ficus, los cauchos y ceibas. Se pueden plantar árboles de follaje liviano. Para el caso de vías con árboles muy frondosos de especies que deben evitarse, el cálculo lumínico debe tratarse separadamente, dependiendo de la vegetación considerada. El parámetro principal a cambiar, por efectos de la arborización, es el avance de la luminaria sobre la calzada, el cual depende del brazo. Sin embargo en la Tabla 8.6 se detalla los parámetros lumínicos para el caso de las vías más comunes con arborización moderada

La altura de montaje de las luminarias para AP no debe usarse por debajo de 6 m debido a su vulnerabilidad frente al vandalismo a excepción, de puentes y zonas históricas donde la altura esta limitada por la construcción.

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 23 de 63

**Tabla 8.6. Parámetros para el diseño lumínico de vías**

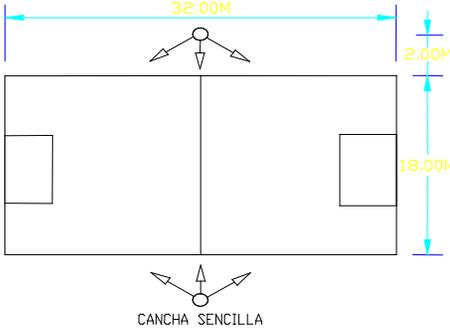
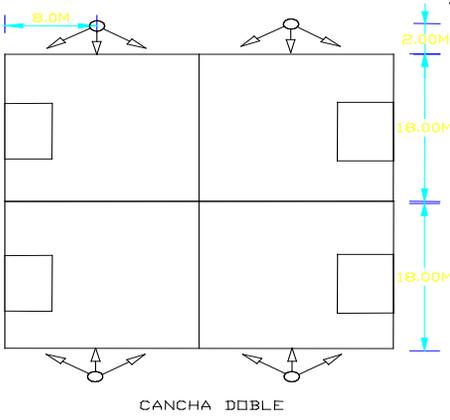
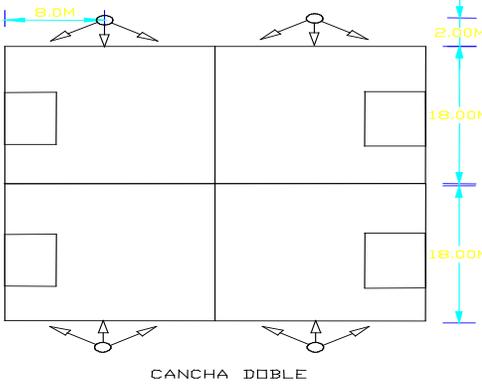
Ítem	Tipo de vía	Tipo de Luminaria	Tipo de distribución de Luminarias	Brazo tipo	Ancho de la vía W (m)	Interdistancia Máxima (m)	Altura mínima de montaje (m)
1	Vehicular - Calzadas centrales o laterales interiores en Vías de 4 calzadas	Sodio alta presión 400w-HC	Central sencilla $S < 3.2$	A	$7.2 < W < 9.0$	45	12.20
			Central sencilla $3.2 < S \leq 4.0$			40	
			Central doble $S > 4.0$			40	
			Central sencilla $S < 1.6$		$9.0 < W < 13.2$	38	
			Central sencilla $1.6 < S \leq 4.0$			35	
			Central doble $S > 4.0$			35	
			Bilateral alternada u opuesta			45	
2	Vehicular - Calzadas en vías de doble calzada	Sodio alta presión 250w-HC	Central sencilla $S < 2.2$	B	$7.2 < W < 9.0$	40	11.30
			Central sencilla $2.2 \leq S \leq 4.0$			36	
			Central doble $S > 4.0$			36	
3	Vehicular - Calzadas en vías de doble calzada	Sodio alta presión 250w-HC	Central sencilla $S < 1$	B	$9.0 < W < 9.6$	35	11.30
			Central sencilla $1 \leq S \leq 4.0$			32	
			Central doble $S > 4.0$			32	
			Bilateral alternada u opuesta			40	
4	Vehicular - Calzadas de servicio o laterales exteriores en vías de 4 calzadas	Sodio alta presión 150w-HC	Unilateral	C	$7.2 < W < 8.0$	30	9.50
5	Vehicular - Calzadas en vías locales y/o secundarias de una calzada	Sodio alta presión 70w-HC	Unilateral	C	$3.00 < W < 7.2$	30	7.7
6	Vehicular - Calzadas en vías especiales de una calzada	Sodio alta presión 250w-HC	Unilateral	B	$7.2 < W < 9.0$	35	11.30
		Sodio alta presión 250w-HC	Bilateral alternada u opuesta		$9.0 < W < 14.0$		
7	Vías peatonales	Sodio alta presión 70w-HC	Unilateral	D	$1.8 < W < 4.5$	30	7,7
8	Parqueadero exterior de visitantes en unidad residencial	Sodio alta presión 150w-HC	Poste con 1 ó 2 luminarias	C		30	9.50
9	Zonas verdes	Sodio alta presión 150w-HC	Poste con 1 ó 2 luminarias	C	Areas < 5000 m2	30	9.50

S = Ancho del separador o mediana, W = ancho de vía en mts, HC = horizontal cerrada, Ver tipos de brazos A,B,C D Tabla 8.11

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA</b> <b>DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN</b> <b>NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA</b> <b>NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 24 de 63

### 8.3.8 Parámetros para el diseño lumínico de escenarios deportivos

Tabla 8.7. Parámetros para el diseño lumínico de escenarios deportivos

TIPO DE ESCENARIO	TIPO DE LUMINARIA	DETALLES
<b>CANCHAS MÚLTIPLES RECREATIVAS</b>  (Baloncesto, Voleibol, Microfútbol)	<b>PROYECTOR 250 ó 400 W- Na.</b> Según calculo lumínico	 <p>           ALTURA DE MONTAJE: 11M            POSTE: 13 M            NUMERO TOTAL DE PROYECTORES: 6 U         </p>
		 <p>           ALTURA DE MONTAJE: 12M            POSTE: 14 M            NUMERO TOTAL DE PROYECTORES: 12 U         </p>
<b>CANCHA DE FUTBOL RECREATIVAS</b>	<b>PROYECTOR 400 W – Na.</b>	 <p>           ALTURA DE MONTAJE: 12M            POSTE: 14 M            NUMERO TOTAL DE PROYECTORES: 12 U         </p>

La orientación de los proyectores debe efectuarse con base en el respectivo cálculo lumínico

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 25 de 63

**Tabla 8.8.** Alternativa para el diseño de áreas especiales, parqueaderos, zonas verdes, complejos viales área > 5000 m<sup>2</sup>.

TIPO LUMINARIA	PARÁMETROS
Sodio 400 W  Tipo High Mast	Uso de postes de gran altura (con dos cuerpos) o mástiles con su respectiva canastilla.
	Altura de montaje = 14,16,18, 20 m
	Luminarias por poste o mástil = 6
	Altura del mástil = 18, 20 m
	Área de cobertura / mástil 5000 m <sup>2</sup>
	El número de postes o mástiles debe ser igual = Área total (m <sup>2</sup> ) /5000. Si el residuo es igual o mayor que 2000, utilice un mástil adicional

### 8.3.9 Parámetros para el diseño lumínico de Intercambiadores viales y cruces a desnivel

El diseño para intercambiadores viales se basa en el uso de postes de gran altura o mástiles, generalmente de 18 ó 20 metros. Los postes de 18 m se ubican en las áreas de acceso al paso elevado, los laterales a nivel, trayectos curvos, así como en las convergencias y divergencias de tráfico. Los postes de 20 m se ubican alternadamente para iluminar los pasos elevados de cruce vial, cuando el poste debe estar cimentado en el piso y no sobre la calzada que se eleva. La orientación de los proyectores debe efectuarse con base en el respectivo cálculo lumínico.

## 8.4 LUMINARIAS Y PROYECTORES

### 8.4.1 Tipos de luminarias

En la Tabla 8.3, Tabla 8.6 y Tabla 8.8, se mencionan los tipos generales de luminarias que se utilizarán, tanto para proyectos particulares, como de EMCALI EICE ESP. Las luminarias deben ser del tipo horizontal cerradas.

Las luminarias de sodio alta presión están clasificadas así:

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 26 de 63

De acuerdo con la norma CIE se basa en tres propiedades fundamentales de las luminarias:

Alcance: para la distribución luminosa de la luminaria en sentido longitudinal

Dispersión: para la distribución luminosa de la luminaria en sentido transversal

Control: La facilidad de poder controlar el deslumbramiento producido por la luminaria

De acuerdo con la norma IES las luminarias se clasifican según la forma:

Vertical del flujo luminoso

Lateral del flujo luminoso

El grado de apantallamiento del flujo emitido

Las características detalladas de esta clasificación se indican en la Norma NTC-900.

#### **8.4.2 Selección de las luminarias**

En la Tabla 8.6, Tabla 8.7 y Tabla 8.8, se suministran los parámetros más importantes necesarios para realizar los diseños lumínicos, dependiendo del sector de interés a iluminar y en la Tabla 8.10 se detalla las características eléctricas de las luminarias.

En los sectores rurales se iluminarán de acuerdo con el calculo lumínico teniendo en cuenta el tipo de vía de acuerdo a la NTC-900 (ver Tabla 8.1 y Tabla 8.2) peatonales, utilizando luminarias de sodio de alta presión de acuerdo a la Tabla 8.10

#### **8.4.3 Selección de proyectores**

Los proyectores suelen poseer una distribución de flujo luminoso más concentrado que las luminarias comunes.

Cuando el alumbrado de exteriores y espacios abiertos requiere la utilización de luminarias que tengan una gran capacidad de concentrar la luz, se hace necesario utilizar los proyectores. La iluminación con proyectores tiene aplicación en la iluminación de grandes áreas como campos deportivos, áreas de parqueo o en lugares donde se desee conseguir un mayor nivel lumínico sobre determinados puntos, como es el caso de la iluminación de fachadas de edificios.

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 27 de 63

Los proyectores se clasifican en circulares y rectangulares. La selección de la forma del proyector también está relacionada con la bombilla: Si ésta tiene un limitante fuerte en su posición de operación, por ejemplo, Horizontal  $\pm 4^\circ$  (como algunas bombillas HID de Metal Halide) es necesario usar proyectores rectangulares para lograr ángulos de enfoque diferentes al horizontal. Las bombillas de posición universal, pueden ser usadas en proyectores circulares sin ninguna restricción.

Las normas NEMA clasifican los proyectores de acuerdo con su distribución fotométrica en una escala denominada Tipo y que va del I al VII, correspondiendo a cada tipo un nivel de concentración en el haz decreciente. (Numeral 8.4.1).

**Tabla 8.9. Clasificación de proyectores**

TIPO	APERTURA DEL HAZ	DENOMINACION	DISTANCIA DE PROYECCION	ANGULO DE ELEVACION
I	10° a 18°	Haz angosto	Mas de 73 m	75.9°
II	18° a 29°		61 a 73 m	74.0°
III	29° a 46°		53 a 61 m	71.5°
IV	46° a 70°	Haz medio	44 a 53 m	68.2°
V	70° a 100°		32 a 44 m	63.4°
VI	100° a 130°	Haz ancho	24 a 32 m	56.3°
VII	130° en adelante		Menos de 24 m	45.0°

Fuente NEMA

El ángulo de elevación se toma para una altura de 20 m y se cuenta desde el nadir o vertical del proyector hasta el haz de luz que da el proyector.

Los proyectores tipo I, II, III (concentrantes) se utilizan para iluminar objetos retirados del centro de proyección.

Los proyectores tipo IV y V sirven en distancias medias

Los proyectores tipo VI y VII (dispersantes) sirven para iluminar grandes áreas pero distancias cortas.

Los proyectores a utilizar en alumbrado de escenarios deportivos públicos, teniendo en cuenta que el nivel de competencia es con fines recreativos, deben ser 400 W Na, para canchas de fútbol y 250 W Na para canchas múltiples. (Sin embargo las canchas recreativas tienen medidas diferentes para lo cual es necesario el cálculo lumínico el cual indicara la cantidad de luminarias y la potencia)

#### 8.4.4 Selección de postes de gran altura y mástiles

En escenarios deportivos se seleccionaran postes de concreto de gran altura entre 14,16 o 18 mts (para alturas mayores o iguales a 18 mts deben estar

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 28 de 63

conformados por dos cuerpos unidos a través de flanche) con canastilla rectangular y para áreas despejadas mayores de 5000 m<sup>2</sup> e intercambiadores viales, poste de concreto de dos cuerpos o mástiles de (18 ó 20 m de altura) con canastilla redonda. Se debe presentar, con el diseño eléctrico respectivo, los cálculos lumínicos, detalles de construcción y para postes mayores o iguales a 18 mts cálculos estructurales de la cimentación (se requiere el estudio de suelos correspondiente).

En la iluminación de grandes áreas verdes con postes de concreto o mástiles se debe tener en cuenta la arborización para que no afecte el nivel de iluminación incidente sobre la zona.

Los mástiles para alumbrado deben cumplir las especificaciones técnicas mínimas indicadas en el numeral 8.13.9.1 de esta norma y los postes de concreto deben cumplir con la norma NTC-1329.

#### 8.4.5 Características eléctricas de las luminarias

Las características eléctricas de las luminarias se muestran en la Tabla 8.10.

Los requisitos técnicos se establecen en la norma NTC-2230 y se muestran en el numeral 8.13.2.1.

**Tabla 8.10. Características eléctricas de las luminarias**

Tipo de luminaria	Características Eléctricas			
	Pot. Nom.(kVA)	Tensión Nom.(V)	Corriente (A)	
			Nominal	Arranque
400 W Na	0.50	240	2.08	3.12
		208	2.40	3.60
250 W Na	0.31	240	1.29	1.94
		208	1.49	2.23
150 W Na	0.19	240	0.79	1.19
		208	0.91	1.37
70 W Na	0.09	240	0.37	0.56
		208	0.43	0.65
400 W-Hg Proyector	0.50	240	2.08	2.91
		208	2.40	3.36

#### 8.5 Dimensiones de brazos y postes para luminarias

Se especifican cuatro tipos de brazos para luminarias:

Tipo **A** para 400 w Na.

Tipo **B** para 250 W Na.

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 29 de 63

Tipo **C** para 150 w y 70 w Na.

Tipo **D** para 70 w en vías peatonales.

Tipo **E** para 70 w (utilizado en vías peatonales del sistema de transporte masivo MIO ver Fig 8.12).

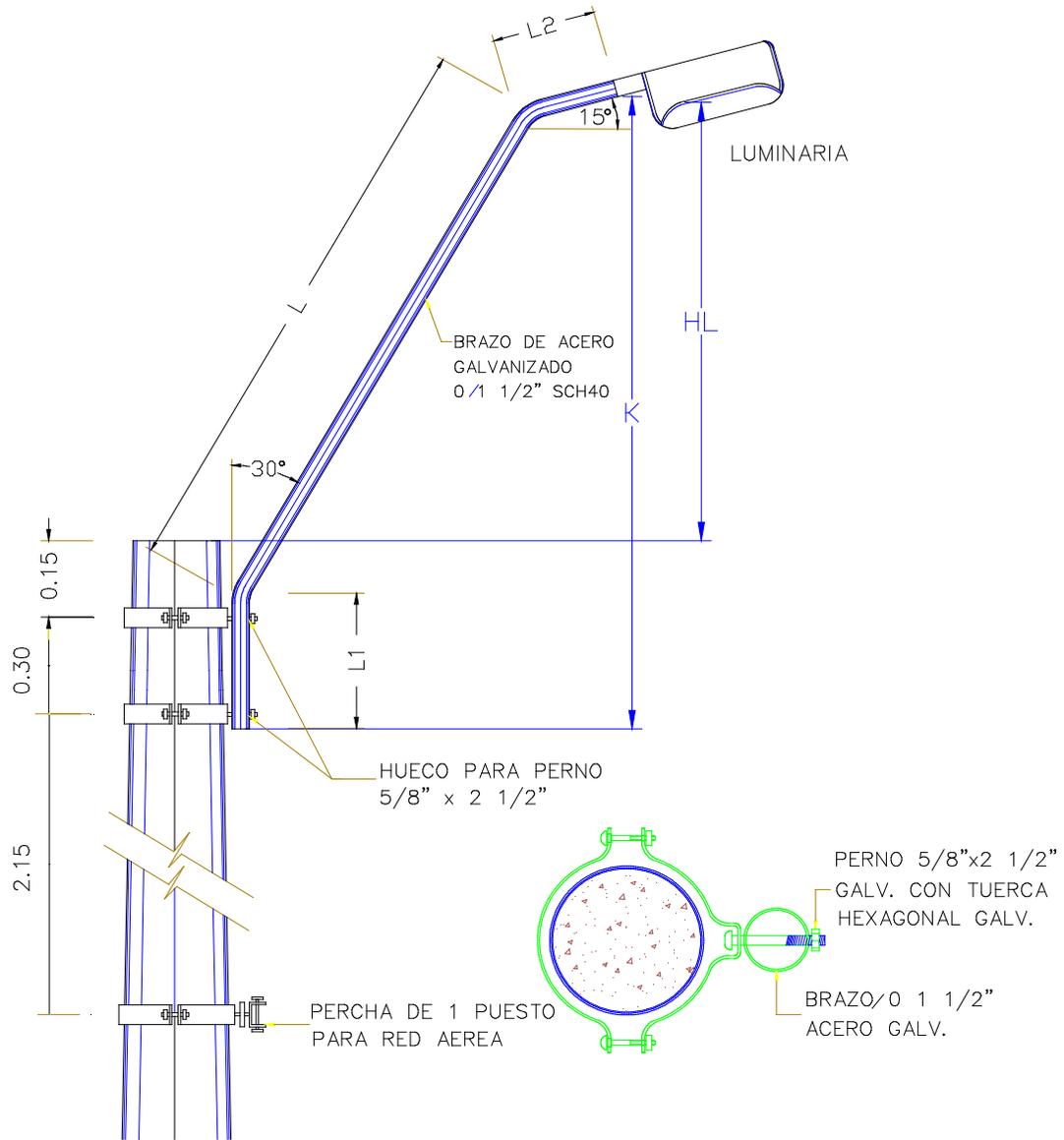
La principal diferencia entre el brazo B y C es el diámetro del tubo (Ver Tabla 8.11, Tabla 8.12, Figura 8.7 y Tabla 8.8, Figura 8.8).

Si es necesaria la instalación de brazos de una mayor longitud LT(m) para avenidas con el fin de mejorar o de dar mayor eficiencia lumínica, se debe presentar el respectivo diseño lumínico, las razones técnicas de su utilización y las especificaciones, las que deben estar de acuerdo al numeral 8.13.8 de este capítulo.

**Tabla 8.11. Brazo para soporte de luminarias**

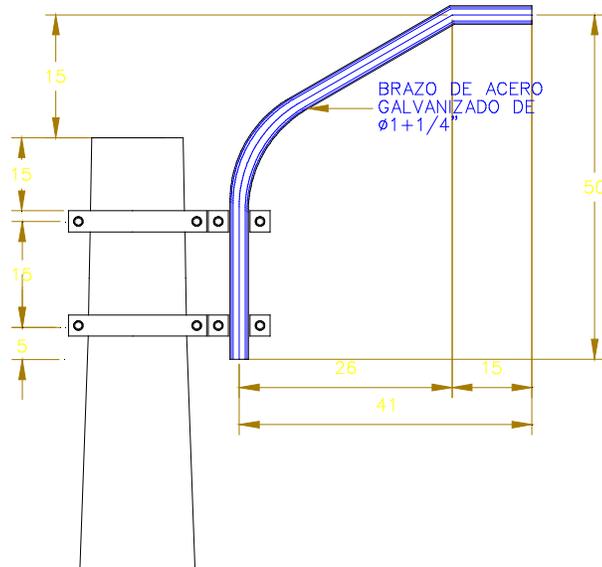
BRAZO TIPO	LUMINARIA DE Na (w)	ANGULO DE INCLINACION LUMINARIA	RADIO DE DOBLEZ (R)		L1 (mt)	L (mt)	L2 (mt)	LT (mt)	DIÁMETRO		ALCANCE A (m)	ALTURA DEL BRAZO (K) (m)	ALTURA LIBRE DE BRAZO HL(m)
			(cm)	(pulg)					mm	(pulg)			
A	400	15°	50,8	20	0,45	2,2	0,35	3	38,1	1 -1/2"	1,44	2.44	1.84
B	250	15°	50,8	20	0,45	1,2	0,35	2	38,1	1- 1/2"	0,94	1.58	0.98
C	150/70	15°	50,8	20	0,45	1,2	0,35	2	31.7	1-1/4 "	0,94	1.58	0.98
D	70	0°	50,8	20	0,35	0,30	0,15	0.8	31.7	1- 1/4 "	0,41	0.50	0.15
E	70	0°	137.4	54.1	0.39	1.0	0.20	1.705	38,1	1 -1/2"	1,2	0.72	0.33

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA</b> <b>DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN</b> <b>NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA</b> <b>NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 30 de 63

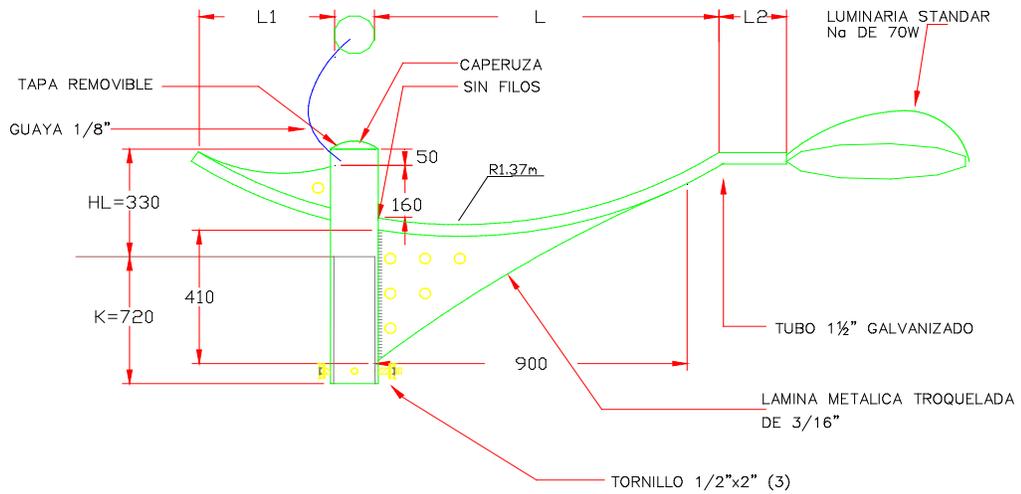


**Figura 8.7** Brazo para soporte de luminarias tipo A , B, C.

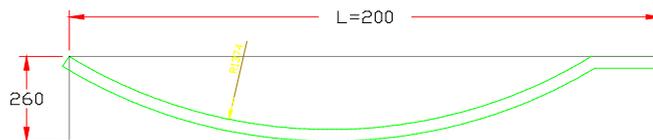
	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA</b> <b>DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN</b> <b>NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA</b> <b>NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 31 de 63



**Figura 8.8** Brazo para soporte de luminarias tipo D.



**DETALLE CURVA**



**Figura 8.9** Brazo para soporte de luminaria tipo E.

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 32 de 63

**Tabla 8.12.** Postes a utilizar en alumbrado de vías

Luminaria de Na (w)	Altura de poste * (m)	Carga de diseño en poste de concreto (kg)	Brazo tipo	Altura libre Brazo + anden (m)	Altura de montaje de Luminaria (m)
400	12	510	A	1,99	12,2
250	12	510	B	1,13	11,3
150	10	510	C	1,13	9,5
70	8	510	C	1,13	7,7
	7.25	Metálico	D	0.15**	7,7
	7.8	Metálico	E	0.33**	8,18

\* Los postes para alimentación subterránea deben tener conducto interno.

\*\* Altura libre del brazo incluye la altura de pedestal.

## 8.6 DATOS BÁSICOS DE ALUMBRADO

Es obligatorio el cálculo lumínico, para aquellos proyectos con vías atípicas y zonas verdes, sin embargo el interventor del OR podrá solicitar el cálculo lumínico para las vías normalizadas cuando lo considere conveniente. Se debe presentar el cálculo de regulación para todos los circuitos de alumbrado, (acogiéndose a los criterios de cálculo económico y cargabilidad eficiente de los conductores), de los proyectos que incluyan el diseño de alumbrado. En la Tabla 8.1, Tabla 8.2 y Tabla 8.4 se dan los criterios de control para el cálculo lumínico, en la Tabla 8.6, Tabla 8.7 y Tabla 8.8 se dan algunos parámetros para la selección del tipo de iluminación de acuerdo al tipo de vía, escenario deportivo o áreas especiales, en la Tabla 8.11 y Tabla 8.12 se especifican los brazos y postes; en el numeral 8.11.5 se explica el procedimiento para el cálculo de regulación. Para el cálculo lumínico refiérase a la norma NTC-900. En la presentación del cálculo lumínico se debe especificar las características fotométricas de las luminarias o proyectores y de las bombillas, así como también de los ángulos de inclinación para el caso de proyectores.

A continuación se detallan algunos criterios para el desarrollo de proyectos donde se requiere la instalación de luminarias para alumbrado público.

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 33 de 63

En aquellos casos en que los predios de los proyectos colinden con vías vehiculares o peatonales o zonas verdes de carácter público se deberá diseñar el alumbrado público bajo los criterios que se suministran en Tabla 8.3 y Tabla 8.6. Los transformadores que alimentan el alumbrado público deben ser aéreos e instalados en vías públicas y su uso debe ser independiente para alumbrado público, en cualquier estrato.

Cuando se requiera diseñar el alumbrado de avenidas que ya lo poseen en zonas adyacentes, la distribución de luminarias se hará en la misma forma en que lo tiene la vía.

Todos los proyectos que incluyan ubicación de postes, rotura de calzadas o andenes, sobre vías públicas deberán solicitar la respectiva viabilidad de ocupación de espacio público en la etapa de diseño y la respectiva Licencia de ocupación del espacio público de acuerdo con el Plan de ordenamiento territorial (POT) del municipio donde este ubicado el proyecto.

Para zonas verdes, canchas, vías, etc., que estén ubicadas en zonas privadas los requisitos lumínicos deben ser los mismos establecidos en la Tabla 8.3, con excepción del modelo de luminaria, que puede ser seleccionada libremente por el interesado, sin embargo se podrá utilizar la Tabla 8.6 que suministra los criterios de iluminación. En este caso los consumos de alumbrado deberán ser registrados por un medidor general.

Para proyectos de alumbrado de zonas comunes particulares cuya principal característica es que el paso tanto de peatones como el de vehículos esta limitado por una portería, el registro de sus consumos debe pasar por el medidor de las zonas comunes, exceptuando casos muy particulares donde la infraestructura física no permita el registro a través del medidor de las zonas comunes, como es el caso de algunas parcelaciones grandes. En ese caso se instalara una medición general en media tensión a la entrada de la parcelación y se descontaran a esta cuenta los usuarios que estén normalizados o se cargaran los consumos del alumbrado interno, como cargo fijo, a la cuenta del medidor de las zonas comunes.

En proyectos de urbanizaciones abiertas de construcción por etapas se requiere la instalación de un medidor general con cuenta a la constructora, que registre todo consumo a la salida del transformador el cual puede instalarse provisionalmente sobre el mismo poste del transformador. A esta cuenta se descontaran las cargas de usuarios normalizados con contador y las luminarias que ya hallan sido incluidas en el inventario de EMCALI EICE ESP y se clausurará en el momento que se de por terminada toda la obra y halla sido recibida por la interventoría de EMCALI EICE ESP.

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 34 de 63

Cuando el proyecto lo justifique por condiciones de vandalismo y a solicitud de EMCALI, deberán adaptarse a los elementos que forman parte del alumbrado publico, sistemas de seguridad (ver numeral 8.13.11)

### 8.6.1 Requerimientos para recibo de proyectos de alumbrado

En la etapa de construcción de las redes de alumbrado publico, tales como hincada de postes, construcción de la canalización y elaboración de cámaras (si es del caso), el contratista debe informar a EMCALI para su revisión y aprobación, con el fin de realizar la respectiva interventoría de las obras.

El recibo de los proyectos de alumbrado público por parte de EMCALI EICE ESP debe ser a través de acta donde se aprueba técnicamente el montaje por parte de EMCALI EICE ESP y se hace entrega a la empresa concesionaria del alumbrado para su respectivo, mantenimiento, operación y reposición.

Para la firma de dicha acta de deben cumplir los siguientes requisitos:

Todos los elementos requeridos para instalar en el Sistema de Alumbrado Público deben tener vigente el certificado de conformidad del producto, expedido por un organismo acreditado o reconocido por la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) en Colombia, o por un organismo internacional equivalente. En Colombia se encuentran acreditados por la SIC, instituciones como el ICONTEC, CIDET, BVQI y SGS. Para conocer las entidades internacionales de acreditación y organismos de certificación, se debe recurrir a la información que manejan organismos de carácter internacional como la *International Accreditation Forum-IAF-* o la *European Organization for Testing and Certification -EOTC-*.

Se requiere anexar las fichas técnicas y protocolos de pruebas de los elementos de alumbrado público.

Las luminarias a instalar dentro del área de influencia del operador de red de EMCALI deberán pintarse de color Verde Menta y deberán marcarse con una placa de características metálicas con los datos del Numero de Proyecto, Contrato, Código de inventario, además de las características propias de la luminaria como son: fabricante, potencia, tensión, referencia, tipo de fuente, año de fabricación, índice de protección para el conjunto óptico y eléctrico y el nombre de "EMCALI- MUNICIPIO DE \_\_\_\_\_"

Los elementos a instalar en el sistema de alumbrado público, tales como luminarias, bombillas y fotoceldas, deben ser entregados a la empresa concesionaria de alumbrado, para su revisión y su respectiva codificación. Una vez codificados estos elementos serán devueltos al constructor para su

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 35 de 63

instalación, los números de las luminarias deben ser relacionados el plano final con su respectiva ubicación geográfica, dicho plano debe ser entregado en medio impreso y digital georeferenciado.

El alumbrado público no podrá energizarse sin que se halla recibido formalmente mediante acta firmada por EMCALI EICE ESP y la empresa concesionaria para el mantenimiento. En caso de energizarse el alumbrado público antes del recibo definitivo y de no tener medición general para la obra se cobraran los consumos a la firma contratista o al constructor, de acuerdo con la carga instalada.

## 8.7 UBICACIÓN DE POSTERÍA

La localización de la postería, se determinará con base en la interdistancia recomendada (Numeral 8.3.7 Tabla 8.6 y Tabla 8.13) para cumplir con el diseño lumínico respectivo.

Todos los postes a utilizar en alumbrado público deben ser de concreto a excepción del alumbrado en vías peatonales que debe utilizar postes metálicos y en casos especiales de avenidas principales (determinados por el EMCALI).

Las características de los postes metálicos para alumbrado de vías peatonales se describen en el numeral numeral 8.13.10 de esta norma, Ver Figura 8.11.

Para la construcción de conjuntos que soportan la red preensamblada refiérase a la norma de red preensamblada de EMCALI.

La ubicación de los postes debe ser:

En el sector urbano: sobre el lado impar de las placas de las casas (lado izquierdo en el sentido de desplazamiento direccional ascendente) en las vías arterias o avenidas de una calzada, preferiblemente en el lindero de las propiedades.

En el sector rural: debe ser al lado de vías vehiculares, preferiblemente, ó peatonales.

En vías peatonales: sobre el lado impar de las placas de las casas (lado izquierdo en el sentido de desplazamiento direccional ascendente), preferiblemente en el lindero de las propiedades, en el límite con el antejardín. No se recomienda que los postes metálicos en vías peatonales estén ubicados en el centro de la vía peatonal.

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 36 de 63

En redes particulares: Sobre las zonas particulares que no interfieran el tráfico vehicular o peatonal.

## 8.8 Tensión de alimentación y control

En circuitos de alumbrado público que se alimenten de la red de baja tensión existente o proyectada, las luminarias se conectarán a 208 Voltios de los transformadores de distribución del operador de la red.

Para el caso de alumbrado público independiente las luminarias se conectarán a los transformadores para alumbrado a 240 Voltios.

El control del alumbrado público se realiza mediante fotoceldas independientes para cada luminaria.

Para Proyectores mediante por un fotocontrol o reloj por cada proyector instalado junto al proyector.

## 8.9 Redes aéreas de alumbrado

Se utilizara red aérea de alumbrado para la iluminación de vías vehiculares y zonas verdes con áreas menores de 5000 m<sup>2</sup> (siempre que el POT del respectivo municipio lo permita), sobre postes de concreto, con luminarias de sodio sujetas mediante brazos metálicos galvanizados.

Para el caso de vías peatonales, escenarios deportivos e iluminación con mástiles, no se aceptaran redes aéreas

### 8.9.1 Conexión a la red aérea de alumbrado

Las redes aéreas independientes para alumbrado deben ser en cable preensamblado, en este caso las luminarias se deberán conectar directamente al conductor de cada fase mediante conectores de perforación aislados. El brazo para la luminaria se sujetara mediante dos abrazaderas independientes o mediante pernos a las abrazaderas de la red preensamblada. La primera abrazadera que sujeta el brazo estará a 15 cm de la punta del poste, la segunda a 30 cm de la primera y la abrazadera para la red en cable preensamblado estará a 15 cm de la segunda abrazadera. (ver norma de construcción NDC-010501 y norma de materiales NM-79).

La alimentación de la red de distribución o alumbrado público independiente hacia las luminarias se realizará a través de dos conductores de alambre de cobre de 2.08 mm<sup>2</sup> (14 AWG) THWN aislado en polietileno para 75°C.

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 37 de 63

En redes de distribución existente con red abierta de 4 hilos, las luminarias (para alumbrado público únicamente) deberán conectarse directamente a cada fase de la red de distribución, se fijarán a los postes mediante abrazaderas, que deben ser las mismas de la red de distribución, si éstas existen, y grilletes, que son los herrajes para fijar propiamente el tubo metálico galvanizado que soporta la luminaria. Donde exista o se proyecte red preensamblada para distribución, la conexión de la luminaria (para alumbrado público únicamente) se hará a través de la caja de derivación si existen suficientes puestos disponibles o directamente desde la red secundaria por medio de dos conductores de alambre de cobre de 2.08 mm<sup>2</sup> (14 AWG) THWN aislado en polietileno para 75°C.

Cuando la red de alumbrado no es de uso público debe proveerse conductor independiente en cable preensamblado de tal forma que los consumos de las luminarias sean registrados por el contador de las zonas comunes.

#### **8.9.1 Calibres de conductores aéreos para alumbrado.**

Los calibres de conductores en red preensamblada aceptados para alimentación de circuitos de alumbrado deben ser de 21.14 mm<sup>2</sup> (4 AWG) y 53.50 mm<sup>2</sup> (1/0 AWG) - AAC, las dos fases deben ir aisladas. ( ver norma de materiales NM-80).

Para el cálculo de carga y regulación refiérase al numeral 8.11.5 de esta norma.

#### **8.10 Redes subterráneas de alumbrado**

Se utilizara redes subterráneas de alumbrado en general en todas las zonas verdes, y escenarios deportivos, para vías peatonales en donde no se cumpla con la distancia de seguridad. En el caso de vías vehiculares públicas las redes subterráneas serán de acuerdo a los requerimientos del POT del Municipio. Todos los postes para alumbrado con alimentación subterránea deben tener conducto interno y los postes de concreto tendrán una carga de diseño de 510 kg. o 750 Kg. en postes de gran altura.

##### **8.10.1 Conexión a la red subterránea**

Todas las conexiones entre conductores alimentadores o entre alimentador y luminarias se realizaran en las cámaras ubicadas cerca al poste de alumbrado, a través de conector de cobre tipo tornillo aislado con cinta auto fundente y aislante para impedir el paso de la humedad.

El bajante de la luminaria a la cámara se debe realizar mediante el conducto interno del poste de concreto, con dos conductores de alambre de cobre de 2.08 mm<sup>2</sup> (14 AWG) THWN aislado en polietileno para 75°C.

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 38 de 63

La red de alimentación subterránea para alumbrado público trazada sobre zona verde debe ir en conductor **TTU de cobre** si es autorizado por EMCALI para enterramiento directo a 60 cms de la superficie, en este caso las cámaras, incluyendo la tapa deben, quedar a **20 cms** de la superficie y cubrirse con tierra del sitio, la tubería de llegada y salida a las cámaras deberá cubrirse con concreto en un tramo de 1.5 mts. Ver Figura 8.10

La red de alumbrado trazada sobre andenes y vías debe utilizar conductor de cobre **THWN** en tubería cilíndrica de P.V.C (cloruro de polivinilo) y a través de cámaras subterráneas, las cuales quedaran por debajo de la superficie de concreto **5 cms**, de acuerdo con los criterios de canalización que se establecen en la norma de red subterráneas y en los numerales 8.10.3 y 8.10.5 de este capítulo. Ver Figura 8.11

En redes de distribución subterráneas existentes o proyectadas, las luminarias (para alumbrado público únicamente), deberán conectarse directamente de la red de distribución desde la cámara mas cercana.

Para el caso de alumbrado público con postes metálicos la conexión de la cámara a la luminaria debe realizarse con tres conductores de alambre de cobre de 2.08 mm<sup>2</sup> (14 AWG) THWN, el tercer conductor es el de tierra que conecta las partes conductoras de la luminaria con la carcasa de ésta, que se conectara a un electrodo de puesta a tierra Cu-Cu por poste ó se proveerá un tercer hilo aislado en la red de alimentación para tierra en calibre un numero menor que el de las fases, en este ultimo caso, debe instalase un electrodo de puesta a tierra en los extremos de los ramales de los circuitos de alumbrado. La selección entre electrodo de CU-CU en cada poste o la elección de un tercer hilo de tierra a lo largo del circuito alimentador depende de la evaluación económica del proyecto. En el caso que exista red de distribución esta tierra deberá conectarse al neutro del sistema de distribución. El valor máximo de la resistencia de puesta a tierra deberá ser de cinco (5) ohmios.

Cuando la red de alumbrado no es de uso público, debe proveerse conductor subterráneo independiente, de tal forma que los consumos de las luminarias sean registrados por el contador de las zonas comunes.

### **8.10.2 Calibres de conductores subterráneos para alumbrado**

Los conductores para enterramiento directo deben ser: tipo TTU - XLPE-PVC 600V (Thermoplastic Insulation, Thermoplastic Jacket, Underground, con aislamiento en polietileno reticular (90°C) en cable de cobre suave comprimido. En este caso se debe colocar una cinta de marcación de peligro a 30 cms de la

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 39 de 63

superficie de color amarilla (ver norma de redes subterráneas para especificaciones de la cinta)

Los conductores para instalación en conductos deben ser cable de cobre suave aislado para 75°C THWN, (Thermoplastic Insulation, Heat Resistant (90°C), Suitable for Wet Locations, Nylon Jacket)

Los calibres para las redes de alumbrado deben ser 8.36 mm<sup>2</sup> (8 AWG), 13.29 mm<sup>2</sup> (6 AWG), 21.14 mm<sup>2</sup> (4 AWG), 33.62 mm<sup>2</sup> (2 AWG), 53.50 mm<sup>2</sup> (1/0 AWG), las características físicas, mecánicas, de cargabilidad y constantes de los conductores se encuentran en las tablas 2-2, 2-6, 2-7 del capítulo 2.

En los pases subterráneos sobre vías para alimentar la red de alumbrado público, los conductores que se utilizarán serán de cobre suave aislamiento THWN (75°C) y los calibres se seleccionan de la siguiente manera:

**Tabla 8.13. Pases subterráneos para la red de alumbrado publico**

CAPACIDAD TRANSFORMADOR(KVA)	CALIBRE CONDUCTORES (COBRE THWN) mm <sup>2</sup> (AWG)
0-10	21.14 (4)
> 10-15	53.50 (1/0)
>15-25	107.21 (4/0)

Los conductores irán, en el poste, a través de conductos galvanizados adosados al mismo y cuya selección debe realizarse conforme la presente norma.

### 8.10.3 Ductería

En todos los cruces vehiculares, sobre vías peatonales, vías pavimentadas y sobre andenes se instalara tubería PVC corrugada. Los conductos que llegan a las cámaras deben emboquillarse.

El diámetro calibre mínimo de la tubería para cruces sobre vías debe ser de 2" a una profundidad de 80 cms de la superficie, se debe proveer un conducto de reserva. Los conductos de reserva de una canalización, o cuando los conductos van a permanecer libres, deben taponarse a fin de mantenerlos libres de basura, tierra, o residuos.

El diámetro mínimo sobre andenes y vías peatonales debe ser en 1" a una profundidad de 60 cms de la superficie.

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 40 de 63

La máxima ocupación de los conductores en la de la tubería de acuerdo al Código Eléctrico Colombiano NTC-2050 es del 40%.

La selección de la tubería de acuerdo a la cantidad de conductores se muestra en la Tabla 8.14, se debe tener en cuenta el factor de corrección de amperaje de acuerdo al número de conductores.

**Tabla 8.14.** *Numero de conductores en un tubo conduit PVC para alumbrado público*

CALIBRE DEL CONDUCTOR mm <sup>2</sup> (AWG) THWN	DIAMETRO DEL CONDUCTO EN PULGADAS			
	1 *	1 ¼	1 ½	2 **
8.36 (8)	2 a 5	6a 10	11 a 14	15 a 23
13.29 (6)	2 a 4	5 a 7	8 a 10	11 a 17
21.14 ( )4	2 a 3	4 a 5	6 a 8	9 a 13
33.62 (2)	2	3 a 4	5 a 6	7 a 9
53.50 (1/0)	1	2	3	4 a 5

\* El calibre mínimo de la tubería en zona dura deber ser 1" excepto para cruces de vías.

\*\* El calibre mínimo de la tubería para cruces sobre vías debe ser de 2"

#### **8.10.4 Ubicación de cámaras y acometidas.**

El tipo de cámaras a utilizar en alumbrado público independiente se denominan cajas de alumbrado, cuando la red de alumbrado público es compartida con la red de Baja tensión o Media tensión se utilizaran las cámaras propias de estas redes. Ver norma de redes subterráneas de EMCALI EICE ESP.

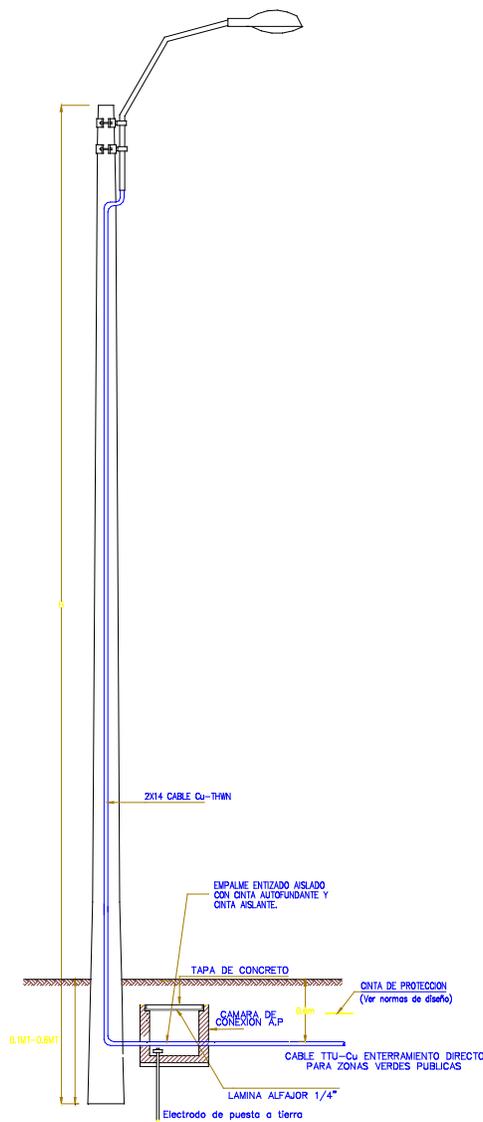
Para las canalizaciones que crucen vías vehiculares deberán ubicarse cámaras en ambos extremos del cruce de la vía, las cuales deberán ubicarse en dirección perpendicular al eje de la vía, los conductos deben estar a 80 cm de la superficie.

La localización de las cámaras se determina con base en la interdistancia máxima entre luminarias, recomendada en el numeral 8.3.7, Tabla 8.6, para cumplir con los requisitos lumínicos exigidos.

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA</b> <b>DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN</b> <b>NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA</b> <b>NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 41 de 63

En las cámaras de alumbrado publico ubicadas en zonas verdes, deberá instalarse debajo de la tapa de concreto una lamina en alfajor de 3/16" con pintura anticorrosiva y pegar al marco de la tapa con punto de soldadura en cada esquina ver numeral 8.13.11 elementos de seguridad.

Las cámaras ubicadas en zona verde deberán tener en cuenta las especificaciones mostradas en la Figura 8.10 y las ubicadas en andenes las indicadas en la Figura 8.11, las cuales se explican en el numeral 8.10.1.



**Figura 8.10** Poste de concreto para iluminación en zona verde.

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 42 de 63

### 8.10.5 Canalizaciones

El fondo de la zanja debe ser uniforme y se compacta con roca muerta para evitar posibles pandeos de la canalización y se debe tener una capa de arena de peña con un espesor mínimo de 40mm en el fondo de la zanja. Las uniones de conductos deben quedar traslapadas, nunca deben quedar una sobre otra.

El tendido de conductos se efectúa lo más recto posible y en caso de cualquier cambio de dirección se debe construir una caja de inspección para tal efecto. En los cruces de vías los conductos se instalan de forma perpendicular a la calzada.

Como señal preventiva en canalizaciones de redes eléctricas y con el fin de indicar la presencia de conductos instalados, se debe colocar a todo lo largo de la zanja una banda plástica, especificada en el capítulo de redes subterráneas de esta norma.

Cuando por los conductos van, además de los circuitos de alumbrado público, otros conductores como MT ó BT se deben aplicar los criterios de redes subterráneas de esta Norma.

## 8.11 CÁLCULO DE CARGA, CONDUCTORES Y REGULACION DE CIRCUITOS DE ALUMBRADO

### 8.11.1 Topología

Deberá, una vez realizado el diseño lumínico, seleccionarse una topología para cada circuito de cada transformador de alumbrado público y sobre ella ubicar los postes, las cámaras (si es red subterránea) y las luminarias. En el caso de redes independientes de alumbrado público debe ubicarse el transformador en el centro de carga.

### 8.11.2 Cálculo de las cargas.

Calcule la carga por tramo, así:

$$C_{AP} = \sum_{(i=1, k)} \# Lum_i \times KVA/Lum_i$$

Donde:

$C_{AP}$  : Carga de alumbrado publico, en KVA

$\Sigma$  : Sumatoria

$k$  : Numero de luminarias distintas en el diseño

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 43 de 63

$i$  : Indicativo del tipo de luminaria distinta

**#Lum<sub>i</sub>**: Numero de luminarias del tipo  $i$ , alimentadas desde el tramo en consideración

**KVA/Lum<sub>i</sub>**: Carga de la luminaria  $i$ , en KVA. Este dato debe tomarse de la Tabla 8.10.

### 8.11.3 Selección de Conductor.

Una vez calculada la carga de alumbrado público por tramo, el conductor para cada tramo se seleccionará de acuerdo con las Tabla 2- 4 y 2-5 de capítulo 2.

Se justifica el cambio de calibre de 53.50 mm<sup>2</sup> (1/0 AWG) a 21.14 (4 AWG), si, al menos, hay 3 tramos, después de un posible doble terminal secundario en un poste (para cambio de calibre).

### 8.11.4 Confirmación del Conductor.

Una vez seleccionado el conductor, la corriente eléctrica por tramo, se calcula así :

$$I_{AP} = \sum_{i=1}^K NL_i \times I_{L_i}$$

$I_{AP}$  : Corriente eléctrica debida al alumbrado público, en amperios.

$\Sigma$ : Sumatoria.

$K$  : Número de luminarias distintas en el diseño.

$i$  : Indicativo del tipo de luminaria distinta.

**NL<sub>i</sub>** : Número de luminarias del tipo  $i$ , alimentadas desde el tramo en consideración.

$I_{L_i}$  : Corriente eléctrica nominal, para cada tipo de luminaria  $i$ . Este dato debe tomarse de la Tabla 8-10.

Una vez calculada ésta corriente, debe compararse con el valor de la capacidad térmica del conductor del tramo, para lo cual debe referirse al capítulo 3 del

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 44 de 63

Código Eléctrico Colombiano, y si éste último es mayor o igual, está correcto el conductor por capacidad térmica.

### 8.11.5 Regulación.

Debe calcularse la regulación en cada nodo terminal del circuito secundario de cada transformador, de la siguiente manera:

$$REG = \sum_{i=1}^n KVAL_i \times L_i \times K_i$$

Donde:

- REG** : Porcentaje de regulación (%).
- $\Sigma$**  : Sumatoria.
- i*** : Numero indicativo de la secuencia de tramos hasta un terminal del ramal de circuito de Alumbrado.
- KVAL<sub>i</sub>*** : Número de luminarias distintas en el diseño
- L<sub>i</sub>*** : Longitud del tramo *i*, en metros
- K<sub>i</sub>*** : Constante que depende del tipo de sistema, del factor de potencia, de la carga, y del conductor, en (1/KVA x m. Esta constante debe tomarse de la tabla 2-7 (cobre) ó 2-6 (Aluminio)
- n*** : Numero de tramos hasta un terminal del circuito de alumbrado.

Una vez calculada la regulación debe verificarse que ésta sea: Menor o igual al **3.5%**. Si cumple con este requisito, el conductor está correcto.

Cumpliendo con capacidad térmica y regulación, el conductor seleccionado estará correcto. Si alguna o ambas de estas condiciones no se cumplen, debe realizarse un aumento de calibre, si esto fuere posible, y volver de nuevo a verificar las condiciones. Si no fuere posible aumentar calibre, debe rediseñarse de nuevo el circuito.

Cuando todos los tramos y las cargas de las luminarias son iguales la formula para el cálculo de regulación se puede simplificar así:

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 45 de 63

$$REG = \sum_{i=1}^n (1+2+\dots+n) \times KVAL \times L_i \times K_i$$

## 8.12 Selección de transformadores para alumbrado publico

Los transformadores para alumbrado público independiente serán del tipo convencional para ubicación exterior en poste, sumergidos en aceite, autor refrigerados y de las características generales suministradas en el capítulo 5 de la norma de transformadores

Las capacidades utilizadas serán de **15 y 25 KVA** monofásicos para iluminación independiente de vías. La selección de la capacidad del transformador en circuitos de alumbrado público independiente, se hará a partir de los kVA nominales de las luminarias, explicado en el numeral 8.11.2 de esta Norma, la capacidad del transformador seleccionado puede llegar al 100% de la carga de las luminarias a alimentar.

Se podrán seleccionar transformadores de mayor capacidad de acuerdo a la carga de las luminarias o proyectores, para escenarios deportivos, zonas verdes o áreas especiales.

### 8.12.1 Conexión a las Redes Aéreas.

La conexión de los transformadores a las redes aéreas en baja tensión se realizará a través de conductores de cobre, aislamiento THWN, duro (bajantes), en **2# 4 Cu-THWN para 15 KVA y 2# 1/0 Cu para a 25 KVA**. La unión entre los conductores de cobre y los conductores de la red aérea en baja tensión, se realizará mediante conectores de perforación aislados.

La conexión en media tensión entre los transformadores y la parte inferior de los cortacircuitos se realizará mediante conductor de cobre duro desnudo No 4.

**Tabla 8.15.** Bajantes de los transformadores de A.P a la red preensamblada

TRANSFORMADOR MONOFASICO (KVA)	CALIBRE (CU- THWN)
0-15	2 # 4
15-25	2 # 1/0

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 46 de 63

## 8.13 Características de los equipos de alumbrado

### 8.13.1 Fuentes luminosas eléctricas

Las fuentes luminosas eléctricas utilizadas en el alumbrado público son las que producen su radiación electromagnética por descarga de gas, específicamente las de Alta presión: Mercurio, Sodio y Metal- halide (haluros metálicos). Las bombillas de descarga en gas a alta presión, generalmente se denominan bombillas de descarga de alta intensidad HID (High Intensity Discharge).

Estas bombillas requieren de un balasto, para poder limitar la corriente y proporcionar tensiones adecuadas en condiciones de arranque y operación.

El Tiempo de encendido por arranque, afecta la vida útil de la bombilla de alta presión. Un excesivo incremento en la tensión causaría una reducción en la vida de la bombilla.

#### 8.13.1.1 Bombillas de mercurio a alta presión

Estas bombillas en general toman varios minutos en calentarse y alcanzar su potencia de operación. Una vez esté la bombilla de mercurio en operación, al interrumpirse la corriente en el circuito, el arco se extingue y si la bombilla está caliente, el reencendido no será inmediato, ya que necesita de varios minutos, para que el tubo de descarga se enfríe lo suficiente, la presión en él descienda al valor correspondiente y se restablezca el arco nuevamente.

El arco del tubo de descarga de la bombilla de mercurio a alta presión, produce un espectro discreto con rayos de emisión dentro de la banda visible, con longitudes de onda de amarillo, azul y verde, con ausencia de radiación roja y emite una parte importante de su energía en la región ultravioleta.

A pesar de ser adecuadas para operar en posición universal, cuando las bombillas de mercurio trabajan en posición horizontal, la potencia, la emisión luminosa y la eficacia disminuyen ligeramente, en razón a que la descarga del arco, tiende a colocarse en la parte superior del tubo de arco, reduciendo así ligeramente la presión del vapor en el arco.

Las bombillas de mercurio están diseñadas para operar en circuitos con reactancias simples y su eficacia es alrededor de 60 lúmenes por vatio.

Las bombillas de mercurio se utilizan en iluminación de parques y jardines por su reproducción fiable de los colores verdes, para áreas de almacenamiento y ambientes fríos. En las bombillas con recubrimiento fosforado, la ventaja de su

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 47 de 63

utilización radica en la alta fidelidad cromática. Para ambos tipos, su vida media es similar a la de las bombillas de sodio.

En particular, las desventajas de las bombillas de mercurio se deben a su baja eficacia con respecto al sodio y, en su contenido de mercurio que requiere de un manejo especial para su disposición final, con el fin de garantizar los aspectos de protección del medio ambiente.

### **8.13.1.2 Bombillas de vapor de sodio alta presión**

El tiempo de encendido completo de la bombilla es de 3 a 4 minutos, un poco menos que las bombillas de mercurio. Cuando la presión en el tubo de descarga se incrementa, la bombilla llega a su encendido completo con una luz dorada clara.

A diferencia de lo que sucede en las bombillas de mercurio, cuando una bombilla de sodio se desenergiza momentáneamente, ésta puede reencender en caliente después de aproximadamente un minuto.

Las bombillas de sodio son de amplia utilización para iluminación de autopistas y carreteras de alto tráfico, zonas céntricas, peatonales y plazas.

Su demanda obedece a la alta eficacia comparada con otros tipos de fuentes, que permite un mejor control óptico debido a su tamaño y forma -tubo de arco-, esto es, mayor eficiencia de la luminaria y a su vida media que es de duración moderada (de 10.000 a 12.000 horas).

En general, las bombillas de sodio estándar se utilizan en áreas en las cuales no es importante la resolución o reproducción del color.

### **8.13.1.3 Bombillas de metal-halide (haluros metálicos)**

La bombilla de metal-halide es la fuente de luz blanca de mayor eficacia disponible hoy en día. Con la adición de haluros metálicos al mercurio, se obtiene mayor cantidad de luz roja y se mejora la reproducción de los colores de la bombilla de vapor de mercurio a alta presión, con excelente uniformidad durante su vida útil, presentan una eficacia entre 80 y 125 lúmenes por vatio y presentan una vida media mayor que las bombillas de mercurio

Las bombillas metal halide pueden contener, entre otros elementos, disprosio, scandio, galio, indio, litio, sodio y talio en combinación con un halógeno (Yodo), de tal forma que emiten luz con énfasis en una tonalidad, como es el caso del azul (indio), anaranjado (sodio) y verde (talio).

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 48 de 63

Debido a que las bombillas metal halide presentan características muy particulares de cada fabricante, en relación con parámetros de tensión, corriente y potencia, exigen la utilización de balastos y arrancadores específicos para garantizar el buen resultado de un diseño, así como el tono de luz deseado, aspectos que se convierten en desventaja al momento de realizar mantenimiento.

Las bombillas metal halide se utilizan para iluminación de estaciones de combustible, escenarios deportivos de alta competencia que requieran de transmisión por televisión, fachadas y en general, donde la importancia se centre en la correcta reproducción del color. En áreas interiores, en razón a sus nuevos diseños y dimensiones, se utilizan para iluminación de áreas comerciales, supermercados e industriales como fábricas de cerámicas, textiles, pinturas.

#### **8.13.1.4 Especificaciones de bombillas**

Se utilizaran bombillas de sodio alta presión HID, tubular clara.

Las bombillas deben contar con marcada indeleble, en forma clara y permanente donde se especifique información de tensiones, potencias, fabricante, corrientes entre otros.

La bombilla debe estar homologada por una entidad reconocida, que garantice el cumplimiento de las características técnicas y lumínicas contempladas en la norma NTC-2470. Las características lumínicas de las bombillas se establecen en la Tabla 8.5 de esta norma.

#### **8.13.2 Luminarias**

Es la unidad que sirve para repartir, controlar o dirigir la luz de la bombilla incluyendo todos los elementos y accesorios ópticos y eléctricos necesarios para fijar y proteger las bombillas y conectarlas a la red de suministro de energía eléctrica.

Consta de las siguientes partes:

Reflector: elemento usado para dirigir el flujo luminoso de una fuente mediante el proceso de reflexión (devolución de una radiación por una superficie sin cambio de frecuencia). Se diseñan los reflectores para trabajar solos o en combinación con un refractor.

De acuerdo con el factor de reflexión, los reflectores se clasifican en reflectores de superficie difusa y reflectores de superficie especular.

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 49 de 63

Los reflectores de superficie difusa, tienen un factor de reflexión de 0.75 a 0.80 y están contruidos generalmente en lámina de aluminio anodizado y satinado o plancha de acero esmaltado, para producir una modificación difusa de la distribución luminosa de la bombilla.

Los reflectores que reflejan la luz de manera regular (especular) alcanzan factores de reflexión iguales o mayores de 0.85 y están contruidos en aluminio anodizado y brillantado, acero inoxidable pulido o plástico metalizado al vacío.

Refractor o Difusor: dispositivo utilizado para direccionar el flujo luminoso de una fuente, mediante el proceso de refracción (en el cual la dirección de un rayo de luz cambia conforme pasa oblicuamente de un medio a otro en el que su velocidad es diferente)

El refractor debe estar contruido en vidrio templado liso o policarbonato con protección U.V., resistente al impacto, compuesto de prismas o facetas interiores, destinados a orientar los rayos luminosos de acuerdo con las direcciones requeridas.

Protector: Elemento traslúcido de vidrio, policarbonato de alto impacto con protección UV o acrílico mejorado al impacto con protección UV, que se utiliza en lugar del refractor y sirve para proteger la bombilla y el reflector de los agentes externos, así como garantizar el IP de la luminaria. Sólo se aceptan protectores curvos.

Cuerpo de la luminaria: El cuerpo de las luminarias puede ser fabricado de diferentes materiales y formas geométricas cuya finalidad es soportar, alojar y proteger de los agentes externos al conjunto eléctrico cuando se trata de carcasa partida y, en algunos casos, también al conjunto óptico cuando la luminaria sea de carcasa entera.

### **8.13.2.1 Especificaciones de las luminarias.**

Especificaciones de las luminarias para utilización de alumbrado publico en el área de operación de EMCALI:

Las luminarias deben cumplir con las exigencias de la NTC-2230, debidamente homologadas por un laboratorio acreditado.

Deben ser del tipo Horizontal cerradas, de sodio alta presión, especialmente diseñadas para alumbrado vial.

Para operación de tensiones de alimentación 208 v/ 220 v/ 240 v.

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 50 de 63

Su fabricación deberá garantizar un nivel de aislamiento mínimo de 2 megohmios entre sus partes vivas aisladas y entre ellas y las partes no activas.

La carcasa debe ser rígida, enteriza en aluminio que garantice una buena resistencia mecánica y de temperatura.

El Reflector en aluminio de alta pureza, anodizado y abrigantado químicamente, que garantice buenas condiciones de rendimiento luminoso, resistencia mecánica y de temperatura, o cualquier otro material que garantice las mismas condiciones de los reflectores de aluminio.

Conexiones a tierra con terminales adecuados, sobre las superficies metálicas de la luminaria no conductoras de corriente.

Placa de característica metálica, donde se especifique: fabricante, potencia, tensión, referencia, tipo de fuente, año de fabricación, índice de protección para el conjunto óptico y eléctrico y el nombre de "EMCALI – MUNICIPIO DE \_\_\_\_\_"

El Índice de protección del conjunto óptico **IP  $\geq$  65**, para el conjunto eléctrico el **IP  $\geq$  43**.

Las luminarias deben presentar separador térmico entre el conjunto eléctrico y el conjunto óptico, los cuales deben garantizar temperaturas de operación, que no superen los valores máximos de temperatura tolerables para cada uno de sus componentes.

Refractor en vidrio templado liso o materiales plásticos, resistentes al impacto mecánico, choque térmico, intemperie y cambios de temperatura (El fabricante debe garantizar mediante un laboratorio reconocido las especificaciones técnicas).

Pintura electrostática resistente a la intemperie color verde Menta, con espesor mínimo de 40 micras.

Porta bombilla en porcelana esmaltada tipo pesado, con rosca tipo edison iridizada o niquelada, espesor mínimo 1.65 mm, apropiado para roscar un casquillo E-27 o E-40 según la potencia de la luminaria.

Plato de montaje para los elementos eléctricos, en lámina de acero con tratamiento galvánico, que permita fácilmente la revisión, el desmontaje, reposición y mantenimiento, de los elementos.

Bornera de conexión multipolar de nylon o material con una clase térmico no inferior a 90°C, que soporte temporalmente sin deteriorarse, temperaturas hasta

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 51 de 63

150 °C, con un valor de tensión mínimo igual a la especificada en la instalación de la luminaria.

Cables de conexión en cobre con aislamiento para 600V y 105°C, los del porta bombilla deben ser aislados en silicona 200°C y 600V.

La luminaria debe contener elementos para protección contra el vandalismo, tales como:

- Tornillo de seguridad de cabeza triangular con llave especial para cierre de la luminaria.
- La bombilla se debe soldar al porta bombilla mediante soldadura epóxica.
- Bloqueador de giro del fotocontrol (tornillo goloso)

### 8.13.3 Proyectores

El proyector es una luminaria que por medio de lentes o espejos concentra la luz, en un ángulo sólido determinado por su sistema óptico, lo cual permite conseguir una intensidad luminosa elevada.

El sistema de fijación de los proyectores cuenta con elementos de graduación, que permiten una orientación y fijación adecuada a las condiciones del espacio y a los requerimientos fotométricos de la aplicación específica.

En algunos proyectores se presenta el conjunto eléctrico independiente en un cofre, cuyas características deben satisfacer las condiciones eléctricas y mecánicas, de acuerdo con los requerimientos establecidos anteriormente para el cuerpo de la luminaria.

Los proyectores, se pueden clasificar de acuerdo con el tipo de construcción y el uso:

Proyectores clase HID: Proyector cerrado para trabajo pesado con carcasa exterior, con reflector separado y removible.

Proyectores clase GP: Proyector cerrado para uso general, con carcasa exterior que también puede cumplir la función de reflector.

Proyectores clase O: Proyector tipo abierto (sin protector).

Proyectores clase IO: Proyector abierto, similar al de clase O, el cual contiene un reflector auxiliar, interno, removible para modificar el haz.

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 52 de 63

Los proyectores para alumbrado público del área de operación de EMCALI serán tipo **HID**.

#### **8.13.4 Celdas fotoeléctricas para alumbrado público.**

Los circuitos de alumbrado público dispondrán para su operación, de un dispositivo de fotocontrol independiente para cada Luminaria, que le permita su operación, a partir de las variaciones de la iluminación exterior del medio ambiente. Las celdas fotoeléctricas deben conectar la carga entre niveles de iluminación de 3 a 20 luxes.

El dispositivo de fotocontrol o celda fotoeléctrica (fotocelda), se fijara directamente a cada Luminaria – control individual.

Para el caso de iluminación con mástiles a través de proyectores, se requiere de un circuito de mando (fotocontrol) para cada proyector. Dichos dispositivos de fotocontrol deben ser aptos para su fijación a los relevadores de los proyectores de alumbrado público, las bases de fijación deben permitir girar las celdas fotoeléctricas sobre su eje vertical, entre 0 grados y 360 grados, para permitir su orientación correcta; además, las partes metálicas exteriores deben permitir su conexión a tierra.

Las celdas fotoeléctricas deben ser tipo electromagnéticas o electrónico, multitensiones con tensión nominal para la conexión del circuito de mando de 120 a 277 voltios, rango de tensión de 105 a 285 voltios, con capacidad de carga (resistiva o inductiva) de 1.000 Vatios (1.800 VA). Para control individual o múltiple se requiere contactos normalmente cerrados (NC) y para control múltiple contactos normalmente abiertos (NA). Grado de protección **IP  $\geq$  54**

La base tripolar del fotocontrol debe tener contactos de conexión fabricados en un material resortado con un cubrimiento de plata o estaño, con un espesor mínimo de 1.5 mm, que haga buen contacto mecánico con el fotocontrol.

Fabricadas en material plástico, resistente a la acción de los rayos ultravioletas, que no sufra ningún deterioro o decoloramiento durante su vida útil.

Deben tener marcado en forma permanente, como mínimo información del fabricante, tensión nominal a aplicar en el circuito de mando, potencia activa y aparente de la carga, indicación de norte par su orientación, dirección de instalación y remoción.

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 53 de 63

### 8.13.5 Balasto

Es el elemento usado con una bombilla de descarga eléctrica, para obtener las condiciones necesarias del circuito (tensión, corriente y forma de onda) para el encendido y operación de la bombilla. Popularmente se conoce con el nombre de reactancia.

Hay diferentes tipos de balastos de acuerdo al tipo de bombilla. Los balastos para bombillas de alta intensidad de descarga (HID) son:

Tipo reactor

Tipo auto transformador

Tipo autorregulado (CWA)

Tipo regulado (CW)

El balasto tipo reactor: Sus componentes básicos son: una bobina hecha con alambre de cobre esmaltado y un núcleo de lámina magnética de acero al silicio, de gránulo orientado, normal o recocida.

Ventajas de este balasto: bajo costo inicial, liviano y pequeño, bajas pérdidas eléctricas ( $\leq 10\%$  de la potencia nominal). Desventajas: Bajo factor de potencia (50%), Regulación,(5%V, 12%W), corriente de operación alta, corriente de arranque mayor, bajo grado de protección, no aísla la carga de la entrada.

Balasto tipo auto transformador: Este balasto combina un auto transformador y un reactor en un solo núcleo.

Ventajas: Bajo costo inicial, liviano y pequeño. Las desventajas son iguales a las del tipo reactor.

Balasto tipo autorregulado: Las ventajas de este balasto son la regulación (10%V,5%W), alto factor de potencia (90%), alta tensiones de arranque y reencendido (metal halide), corriente de operación baja, corriente de arranque menor. Sus desventajas Alto costo inicial, altas pérdidas eléctricas ( $\pm 20\%$  potencia nominal), bajo grado de protección, no aísla la carga de la entrada, el condensador es particular a cada balasto (de acuerdo a la marca).

Balasto tipo regulado (CW): Las ventajas son el alto grado de seguridad, aísla la carga de la entrada, regulación (13%V,2%W), corriente de operación baja, corriente de arranque menor. Desventajas: Muy alto costo, requiere de tres

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 54 de 63

devanados por diseño del balasto, perdidas mayores que el CWA, el condensador es particular a cada balasto (según marca).

### 8.13.5.1 Especificaciones del balasto

El balasto debe ser tipo reactor o CWA, multitap para luminarias de sodio de alta presión (208/220/240V) con placa de características donde especifique fabricante, tipo, fuente, tensión de alimentación, capacidad del condensador requerido, potencia.

Se utilizaran potencias estándar de: 70 w, 150 w, 250 w, 400 w.

El alambre esmaltado de cobre de la bobina debe poder soportar la temperatura máxima de trabajo para la cual ha sido diseñado el balasto, de acuerdo con la clasificación establecida en las normas NTC 2117 y NTC 2118 (IEC 61347-2-9).

No deben superar el valor de pérdidas y temperatura máximas permisibles de acuerdo con los valores de Norma.

El núcleo del balasto, tanto para las luminarias de mercurio como de sodio, debe estar construido en lámina magnética acero al silicio de gránulo orientado, normal o recocida, y el ajuste entre las láminas debe ser soldado. No se aceptan ajustes con tornillos.

### 8.13.6 Arrancador

El arrancador es el dispositivo que, en asocio o no con otros componentes, genera los pulsos de tensión necesarios para encender la bombilla de alta intensidad de descarga, sin causar calentamiento de los electrodos.

Existen dos tipos de arrancadores, los tipo impulsador y los tipo superposición o serie.

Los arrancadores se clasifican de acuerdo con el método de instalación NTC-3200, así:

**i. Independiente**, diseñado para ser montado separadamente por fuera de la luminaria y sin caja adicional

**ii. Incorporado**, Consiste en una o más unidades separadas, diseñado para ser instalado exclusivamente dentro de la luminaria o cofre.

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 55 de 63

iii. **Integral**, Forma parte no reemplazable de una bombilla y no puede ser ensayado separadamente de ésta.

#### **8.13.6.1 Especificaciones del arrancador**

Se utilizará arrancadores para luminarias de sodio alta presión de 2 o 3 terminales encapsulado en un material auto extingible.

Los arrancadores deben contener datos de placa en tinta indeleble, donde se especifique información de tensiones, potencias, fabricante, corrientes entre otros.

#### **8.13.7 Condensadores**

Los condensadores para corrección del Factor de Potencia en las luminarias de Alumbrado Público, se construyen ya sean del tipo seco o en aceite dieléctrico.

Los condensadores tipo seco son mucho más livianos, tienen menor volumen (típicamente 20% a 30% menos) y por su condición de secos pueden colocarse en cualquier posición de operación.

Los condensadores en circuitos con balasto reactor son utilizados básicamente, para corregir el factor de potencia en las luminarias de alumbrado público al 90%; en los balastos autorregulados el condensador cumple una función estabilizadora.

Sólo se debe instalar un (1) condensador por balasto, o sea que de ninguna manera, deben conectarse condensadores en paralelo, para conseguir la capacitancia especificada por el fabricante del balasto, debido a que el valor de la tolerancia de su capacitancia puede ser mayor al permitido.

##### **8.13.7.1 Especificaciones de los condensadores**

Se utilizara condensador tipo seco para luminarias de sodio alta presión y cubierta exterior plástica auto extingible, con tensión mínimo 330 VAC

Debe contener valores de placa en tinta indeleble con información de fabricante, tensión, valor de capacitancia y frecuencia entre otros.

Se utilizaran condensadores según la potencia de la luminaria, como se describe a continuación

μF para luminarias de 70 w Na

20 μF para luminarias de 150 w Na

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 56 de 63

30  $\mu$ F para luminarias de 250 w Na

45  $\mu$ F para luminarias de 400 w Na

### 8.13.8 Brazos y herrajes

En el numeral 8.5 se especifican los diferentes tipos de brazos de acuerdo a la luminaria y al sitio donde se ubican las luminarias

Todos los brazos y herrajes deberán ser construidos en acero galvanizado, en calibre 12 o 1/8", resistente a la intemperie, además de cumplir con los requisitos contemplados en las normas NTC y las normas de diseño y construcción de EMCALI.

### 8.13.9 Mástiles

Los mástiles son elementos mecánicos cuya finalidad es sostener los proyectores para iluminación y permitir labores de mantenimiento en su canastilla, estos elementos serán empleados a la intemperie y sometidos a la contaminación atmosférica de la ciudad.

#### 8.13.9.1 Especificaciones para mástiles.

El cumplimiento de las especificaciones técnicas se verificará por medio de inspecciones y pruebas de control de calidad durante el proceso de fabricación y al momento de recepción de suministro, por parte de la interventoría de EMCALI.

El mástil debe suministrarse con los siguientes elementos: canastilla, pernos de anclaje en acero grado 50 (SAE 1045), escalera de ascenso, plantilla para fundición, pararrayos, línea de vida.

La cimentación del mástil deberá quedar 30 cms por encima del nivel de la superficie del terreno nivel 0.0.

Capacidad de carga vertical mínima en la cima = 300 kg.

Construcción de escalera sobre el mástil, a partir de los 7 metros, en varilla corrugada de hierro 5/8"

Impedimentos físicos para la subida de personal en los primeros 3 metros.

Forma del mástil cónica de sección circular o poligonal

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 57 de 63

Construcción de canastilla para operación y mantenimiento. Deben ser de tipo rectangular en los mástiles para canchas de fútbol y hexagonal o circular, para áreas circulares mayores de 5000 m<sup>2</sup>.

La base del poste con flanche con espesor de base de 12 mm, lado 400mm, distancia entre hueco 300 mm, diámetro de los huecos 28 mm.

Las barandas de la canastilla tendrán una altura mínima de 1.20 m, la base para la canastilla circular con diámetro mínimo 1.9 mt y de (2.4 mt x 1 mt) para la canastilla rectangular.

Se debe instalar una caja metálica para las conexiones eléctricas localizada sobre el mismo mástil, a tres (3) metros de altura con respecto al nivel del piso, con un sistema seguro de cerramiento tipo antivandalismo.

Instalación de los dispositivos eléctricos de las luminarias en un cofre metálico con protección IP-65 según Norma ICONTEC 2230, instalado, a su vez, a la altura de la baranda de la canastilla.

En Cada mástil deberá instalarse un pararrayos tipo Franklin con conexión de puesta a tierra en conductor 1/0 Cu aislado y se conectara a un electrodo de puesta a tierra Cu-Cu de 5/8"x 2.4 mts instalada en la cámara subterránea mas cercana al mástil.

El mástil debe venir adecuado para la instalación de pararrayos tipo Franklin de 2 mts de longitud.

Los mástiles se construirán con recubrimiento galvanizado en caliente totalmente por inmersión en caliente según norma ASTM A 123/ICONTEC 2076, la unión de todos los tramos debe ser embonado a presión en el sitio de montaje mediante la utilización en paralelo de dos elementos de tracción tipo TIFOR, no aceptará la unión entre los tramos con soldadura ni con flanche.

Una vez armado el mástil con su forma, exactitud en sus dimensiones, hechas las perforaciones, la caja para instalaciones eléctricas, canastilla para reflectores, escalera de ascenso, adaptación para instalación de pararrayos y cualquier adaptación que se le haga para evitar el vandalismo y de estar equipados con todos los accesorios, se aplicara el galvanizado en caliente.

El Mástil deberá llevar en la cima una tapa con galvanizado de las mismas características que las del poste, que se debe colocar a presión para impedir el acceso de agua para lo cual debe entrar embonada.

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 58 de 63

**Tabla 8.16.** Características técnicas de mástiles

DESCRIPCION	DIMENSIONES	DIMENSIONES
Longitud total (Mts)	18	20
Diámetro Base (mm)	380	407
Diámetro cima (mm)	200	200
Diámetro placa base (mm)	600	700
Peso aproximado (Kg)	520	650
Pernos de anclaje diámetro 1" x 1 mt longitud Tipo bastón.	8	8
Tipo de acero	A36	A36
Recubrimiento	Galvanizado en caliente NTC-2076 ASTM-A123-NTC-2036	Galvanizado en caliente NTC-2076 ASTM-A123-NTC-2036
Numero de tramos	4	4
Espesor del 1° tramo	4.5 mm	4.5 mm
Espesor del 2° tramo	3.0 mm	4.5 mm
Espesor del 3° tramo	3.0 mm	3.0 mm
Espesor del 4° tramo	3.0 mm	3.0 mm

### 8.13.9.2 Requisitos para el recubrimiento y acabado de mástiles y postes metálicos

Los mástiles y postes metálicos para el alumbrado público, deberán ser totalmente galvanizados por inmersión en caliente, deberán cumplir con las especificaciones técnicas de la norma NTC 2076, deben estar libres de burbujas, áreas con revestimiento, depósitos de escoria, manchas negras, excoiaciones y otro tipo de inclusiones que pueda causar interferencia en el uso específico del producto. Para zonas muy contaminadas se deben especificar galvanizados superiores a los indicados.

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 59 de 63

Las láminas deben ser de una sola pieza, libres de soldaduras intermedias, libres de deformaciones, fisuras, aristas cortantes y defectos de laminación. No se permiten dobleces ni rebabas en las zonas de corte, perforadas o punzadas.

Deberán llevar en forma clara y a una altura de 2 mts, una leyenda en bajo relieve o placa que indique:

- Nombre o razón social del fabricante
- Longitud del poste en metros por carga de diseño en Kg.

Fecha de fabricación.

#### **8.13.10 Postes metálicos**

Las características de los postes metálicos para alumbrado de vías peatonales se describen como sigue:

Altura 7.25 mts para postes en vías peatonales

Altura 7.8 mts utilizado en vías peatonales del sistema de transporte masivo **MIO** ver Fig 8.12

Altura 12 mts para postes en avenidas principales (en este caso puede incluirse el brazo para una o dos luminarias en el mismo poste )

El poste debe tener forma cónica de sección poligonal o circular **galvanizado en caliente** de 80 micras y espesor de lámina de 3 mm.

La base del poste debe tener flanche de espesor 16 mm, lado 400mm, distancia entre huecos 300 mm, diámetro de los huecos 22 mm.

El poste debe suministrarse con la respectiva plantilla y pernos en acero grado 5 (SAE1045)

El poste metálico utilizado en vías peatonales del sistema de transporte masivo **MIO** deberá llevar pintura BITUMINOSA de color gris en altura de 1 mt a partir de la base y deberán anclarse sobre un pedestal de 5 cms de altura. Los demás postes metálicos deberán anclarse sobre un pedestal de concreto de 30 cms altura.

Una vez armado el poste con su forma, exactitud en sus dimensiones, hechas las perforaciones, los elementos para sujetar el brazo, cualquier adaptación que se

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 60 de 63

le haga para evitar el vandalismo y de estar equipado con todos los accesorios (tuercas, grilletes, brazos para luminarias), se aplicara el galvanizado en caliente.

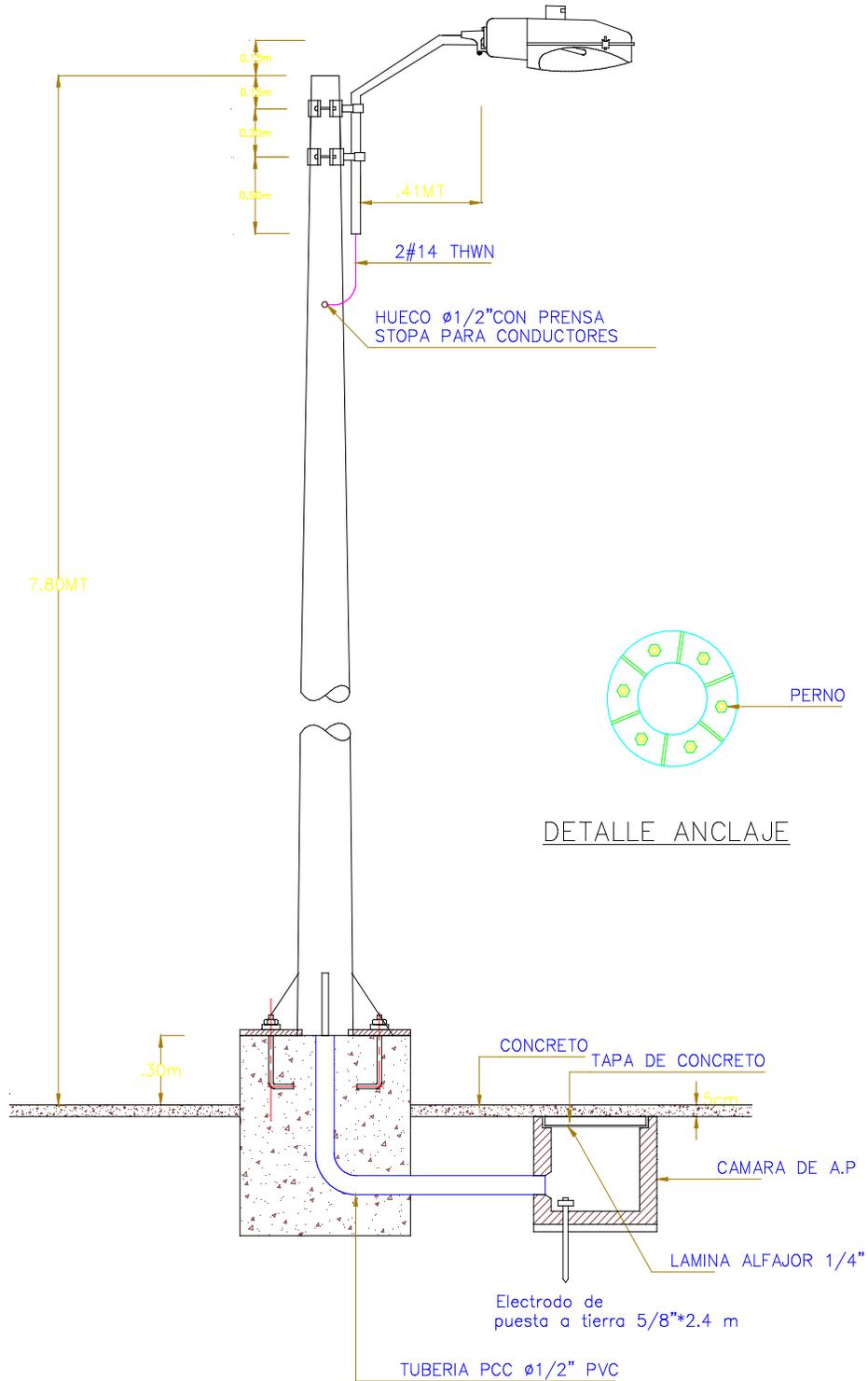
No se permitirán perforaciones ni uniones soldadas después de galvanizado el poste, ni uniones soldadas o bridas para completar la longitud total del poste.

El hueco de entrada de los conductores entre el brazo de la luminaria y el poste debe tener **prensaestopas** para evitar que se lesionen los conductores.

**Tabla 8.17.** Características técnicas de postes metálicos para alumbrado

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES	DIMENSIONES	DIMENSIONES
Longitud total (Mts)	7.25	7.8	12
Diámetro Base (mm)	160	160	195
Diámetro cima (mm)	115	115	115
Diámetro placa base (mm)	400	400	400
Peso aproximado (Kg)	88	90	120
Pernos de anclaje	4 de 3/4"	4 de 3/4"	4 de 3/4"
Tipo de acero	A36	A36	A36
Recubrimiento	Galvanizado en caliente NTC-2076 ASTM-A123- NTC-2036	Galvanizado en caliente NTC-2076 ASTM-A123- NTC-2036	Galvanizado en caliente NTC-2076 ASTM-A123- NTC-2036

	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA</b> <b>DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN</b> <b>NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA</b> <b>NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 61 de 63



**Figura 8.11** Poste metálico para alumbrado de vías peatonales

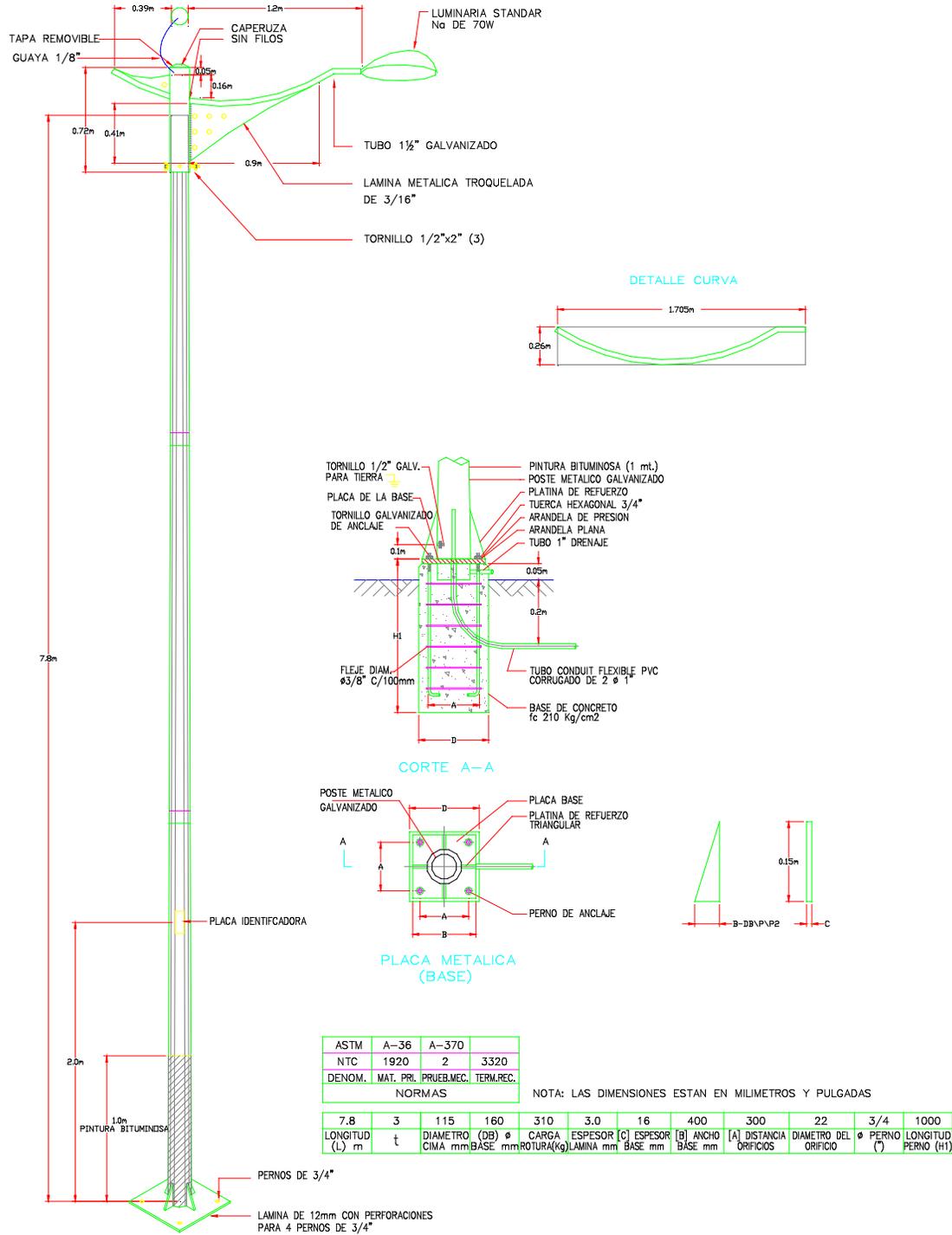


**UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO  
DE ENERGÍA  
DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN  
NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA  
NORMAS DE DISEÑO**

CODIGO: ND - 008  
Revisión: 00  
Fecha: diciembre de 2006  
Aprobó: Resolución 0407

**ALUMBRADO PÚBLICO**

**CAPITULO 8  
Página 62 de 63**



	<b>UNIDAD ESTRATÉGICA DE NEGOCIO DE ENERGÍA DIRECCIÓN DISTRIBUCIÓN NORMAS TÉCNICAS DE ENERGÍA NORMAS DE DISEÑO</b>	CODIGO: ND - 008 Revisión: 00 Fecha: diciembre de 2006 Aprobó: Resolución 0407
	<b>ALUMBRADO PÚBLICO</b>	<b>CAPITULO 8</b> Página 63 de 63

**Figura 8.12** Poste metálico para alumbrado de vías peatonales del sistema de transporte masivo **MIO**

### 8.13.11 Elementos de seguridad para el alumbrado público

Con el ánimo de evitar la acción vandálica sobre los elementos del alumbrado público se pueden implementar las siguientes alternativas, además de las descritas en el numeral 8.13.2.1:

Perno pasante y tuerca de cabeza fusible para aseguramiento del brazo a la luminaria.

Soldadura entre la luminaria y el brazo y entre las bandas, grilletes y brazo.

Las cámaras de alumbrado publico ubicadas en vías peatonales o andenes deben quedar por debajo de la superficie de concreto (5cms) y en zona verde se deben tapar con tierra (20 cms), además en este caso se debe instalar debajo de la tapa de la cámara una lamina de alfajor de 3/16" con pintura anticorrosiva y pegar al marco de la tapa con punto de soldadura. Deberá adoptarse una convención para ubicación de la cámara, (al lado derecho del poste mirando de frente al andén, en vías peatonales de frente a la vivienda, en zonas verdes al lado derecho del poste observando el norte).

- Instalar en los postes coronas antiescalamiento construidas en varilla de 1/4" (Figura 8.11).
- En los puentes donde se instalan luminarias del tipo aplique, se instalará una estructura metálica con malla que se fijan a la estructura del puente para minimizar el robo de las mismas y proteger el refractor o cubierta de impactos. Las luminarias que están diseñadas contra vandalismo y que así lo certifique, no requerirán de la mencionada protección.
- Las cámaras deberán reforzarse en las tapas con lámina de alfajor de 3/16", sujeta con puntos de soldadura al marco de la tapa.
- Variación de altura de postes tanto metálicos como de concreto.
- Los elementos que por condiciones especiales se requieran para el caso en particular.