

**PROYECTO DE DISEÑO LUMINICO ADECUACIÓN DE ESPACIO PÚBLICO PARA
EL MEJORAMIENTO DEL ENTORNO SOCIAL EN EL CENTRO POBLADO EL
CAGUÁN.**

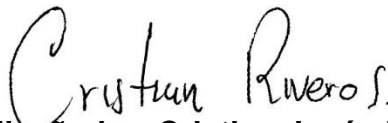
**PROPIETARIO
CIUDAD DE NEIVA, HUILA**

AGOSTO DEL 2025

**PROYECTO DE DISEÑO LUMINICO ADECUACIÓN DE ESPACIO PÚBLICO PARA
EL MEJORAMIENTO DEL ENTORNO SOCIAL EN EL CENTRO POBLADO EL
CAGUÁN.**

**PROPIETARIO
CIUDAD DE NEIVA, HUILA**

Proyectista: DIRECCION DE PROSPECTIVA

A handwritten signature in black ink, reading "Cristian Riveros". The signature is written in a cursive, flowing style.

Ingeniero diseñador: Cristian Jesús Riveros Gil

SN205-152473

AGOSTO DEL 2025

Tabla de contenido

1.	IDENTIFICACION DEL PROYECTO	4
2.	CATEGORIZACION DEL PROYECTO DE ILUMINACIÓN	4
3.	DESCRIPCION DEL PROYECTO	4
3.1.	Objeto y alcance	4
3.2.	Descripción del área a iluminar.....	4
3.3.	Tipo de iluminación asignada.....	5
3.4.	Red eléctrica	5
4.	MEMORIAS DE CÁLCULO.....	5
4.1.	Validación del software.	6
4.2.	Características del diseño.....	7
4.2.1.	Uso racional de energía en iluminación	7
4.2.2.	Factor de Mantenimiento (FM).....	7
4.3.	Diseño y resultados lumínicos	10
4.3.1.	Iluminación Exterior	10
4.3.2.	Resultados lumínicos.....	12
4.3.2.1.	Resultados implementando la luminaria HITECHS2- 37W	¡Error! Marcador no definido.
4.3.2.2.	Resultados implementando luminaria LED Street ZD229 – 35W	12
4.4.	ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE LA MEJOR PROPUESTA.....	¡Error! Marcador no definido.
4.4.1.	Análisis técnico de las propuestas	¡Error! Marcador no definido.
4.4.2.	Selección de la mejor propuesta.....	¡Error! Marcador no definido.
4.5.	Plan de Mantenimiento	20
4.5.1.	Mantenimiento preventivo	23
4.5.2.	Mantenimiento correctivo	24
4.6.	Análisis de riesgo en iluminación	24

1. IDENTIFICACION DEL PROYECTO

El proyecto de iluminación **PARQUE DE LA VEREDA CAGUAN, DE NEIVA-HUILA**, se encuentra ubicado en el cruce que lleva al municipio de la Ulloa en el municipio de Neiva, en el departamento del Huila, y el alcance del proyecto se resalta en la siguiente imagen.



2. CATEGORIZACION DEL PROYECTO DE ILUMINACIÓN

El presente proyecto es de tipo exterior y se debe regir bajo niveles de cumplimiento de valores mínimos de iluminancia de la Tabla 3.3.1.5.1.A del Libro 3 del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), al igual que el tipo de actividad que allí se presente. Las actividades contempladas dentro del alcance del proyecto son ciclo-rutas, senderos y pasos peatonales definidos, y plazoletas.

3. DESCRIPCION DEL PROYECTO

3.1. OBJETO Y ALCANCE

El objetivo del presente proyecto es cumplir con los niveles óptimos de iluminación dentro de las instalaciones o zonas motivo de estudio del presente proyecto, y así lograr una excelente uniformidad lumínica al igual que valores mínimos sostenidos de iluminancia.

3.2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA A ILUMINAR

Las áreas tipo exterior objeto de análisis dentro del alcance del proyecto y que se desean iluminar son:

- ❖ Vías vehiculares
- ❖ Plazoleta de comercio
- ❖ Áreas de circulación peatonal.

3.3. TIPO DE ILUMINACIÓN ASIGNADA

De acuerdo al Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP) en la Tabla 3.3.1.5.1.A del Libro 3, se clasifican todas las zonas que se encuentran dentro del alcance del proyecto, al igual que los niveles de iluminación mínimos que se deben garantizar en cada una de ellas.

3.4. RED ELÉCTRICA

Tipo de disposición: Subterránea

Tipo de conductor: Cable monopolar S8000 Al # 6 AWG.

4. MEMORIAS DE CÁLCULO

Los siguientes cálculos se desarrollan siguiendo los requerimientos y medidas del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), Resolución N. 40150 del 03 de mayo del 2024.

El diseño se realizó con productos certificados los cuales cumplen con las exigencias del RETILAP.

Se desarrollaron cálculos en zonas comprendidas como ciclo rutas, senderos peatonales y plazoletas, considerando los niveles de iluminación establecidos en la Tabla 3.3.1.5.1.a, la cual se muestra a continuación.

Tabla 3.3.1.5.1. a. Niveles de iluminación en parques urbanos y parques en reservas naturales.

ZONA	Iluminancia promedio mínima Emed.(lux)	Uniformidad mínima (Emin/Emed)
Zonas de Juegos de Niños, ubicados en parques urbanos dentro de ciudades o municipios	50	0,40
Plazas, Plazoletas o malecones, dentro de parques urbanos de ciudades o municipios.	30	0,30
Senderos peatonales en parques urbanos dentro de ciudades o municipios.	10	0,20
Zona de bancas o sillas dentro de parques urbanos de ciudades o municipios	10	0,20
Zonas verdes en parques urbanos de ciudades o municipios (ver condiciones en el presente artículo), o donde el Municipio o Distrito determine casos particulares o excepcionales, en los cuales se otorgará autorización para instalar iluminación de seguridad. ²	2	0,20
Senderos Peatonales o ciclorrutas dentro del casco urbano alejados de zonas de vías vehiculares o ubicados en humedales, en rondas de ríos, que estén estipuladas como de uso nocturno ¹	10	0,20
Ciclorrutas ubicadas dentro de parques recreativos que estén estipuladas como de uso nocturno ¹	10	0,20
Senderos peatonales ubicados dentro de parques recreativos que estén estipuladas como de uso nocturno ¹	7,5	0,20
Ciclorrutas en parques forestales o de reserva natural que estén estipuladas como de uso nocturno ¹	3	0,20

Fuente propia adaptada de Retilap 2010.

Tabla. 3.3.1.2. a. Requisitos fotométricos mantenidos por clase de iluminación para tráfico motorizado con base en la luminancia de la calzada y sus espacios adyacentes. Adaptada de la norma CIE 115-2010.

Clase de iluminación	Superficie de la carretera					Ciclorrutas adyacentes				En andenes adyacentes			
	Estado seco					Emed (lux)	Punto min. Emin (lux)	Ilumin. Vertical mínima (Evmin, lux)	Ilumin. Semi cilíndrica mínima (Esc,min, lux)	Emed (lux)	Punto min. Emin (lux)	Ilumin. Vertical mínima (Evmin, lux)	Ilumin. Semi cilíndrica mínima (Esc,min, lux)
	Luminancia promedio o Lprom (cd/m ²)	Uo (min/med)	UL (min/max)	fTI	Relación de entorno mínimo EIR								
M1	2.0	0,4	0.7	10	0,35	15 - 22,5	3	5	3	15 - 22,5	2	3	2
M2	1,5	0,4	0.7	10	0,35	15 - 22,5	3	5	3	15 - 22,5	2	3	2
M3	1,0	0,4	0.6	15	0,30	10 - 15	2	3	2	10 - 15	2	3	2
M4	0,75	0,4	0.6	15	0,30	5 - 7,5	1	1,5	1	5 - 7,5	1	1,5	1
M5	0,50	0,35	0.4	15	0,30	5 - 7,5	1	1,5	1	5 - 7,5	1	1,5	1
M6	0.30	0.35	0.4	20	0,30	3 - 4,5	1	1	0,6	3 - 4,5	1	1	0,6

4.1. VALIDACIÓN DEL SOFTWARE.

El proyecto fue desarrollado con ayuda del software para diseño fotométrico

especializado DIALUX, este software especializado no requiere de un certificado de conformidad de producto, pero si requiere de acuerdo con el numeral 3.1.3.3. del Libro del RETILAP validar al menos tres de sus aplicaciones mediante pruebas y mediciones realizadas por un organismo de inspección acreditado. En este caso DIALUX ha realizado pruebas comparativas de control con el procedimiento estándar de control previsto por las recomendaciones CIE40-52, obteniendo la perfecta correspondencia con los valores previstos. Se adjunta en los anexos la validación del software.

Este software de diseño de alumbrado utiliza en sus rutinas de cálculo la metodología de la norma CIE 140 y de las planteadas en el reglamento RETILAP.

4.2. CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO

4.2.1. Uso racional de energía en iluminación

Incorporando los conceptos de uso racional y eficiente de energía, para conseguir una iluminación eficiente sin desatender las demandas visuales, los conceptos que se aplicaran son los siguientes:

Se utilizarán luminarias para con fotometrías que permitan la mayor Inter distancia y menor altura del montaje.

Se utilizarán luminarias con el más bajo flujo de hemisférico superior (FHS) posible.

Conjunto óptico con el mejor factor de utilización y la mejor eficacia lumínica de la bombilla.

Seguir las recomendaciones sobre posiciones de instalación.

Usar iluminación localizada en puestos de trabajo, mayor que la general.

En concordancia a lo ya mencionado se desarrollan intrínsecamente los siguientes cálculos, cumpliendo con los parámetros USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGIA (URE), Artículo 210.3 RETILAP resolución 18054 (30-03-2010).

4.2.2. Factor de Mantenimiento (FM).

El factor de mantenimiento (f_m) está dado por la fórmula:

$$f_m = f_{LF} \times f_s \times f_{LM} \times f_{SM}$$

Donde:

f_{LF} es el factor de (depreciación) flujo luminoso.

f_s es el factor de supervivencia.

f_{LM} es el factor de mantenimiento (ensuciamiento) de la luminaria.

f_{SM} es el factor de mantenimiento (ensuciamiento) de la superficie.

Para el presente proyecto, en donde el proyecto de iluminación está enfocado a áreas de tipo exterior, el f_{SM} se asume como 1, de acuerdo con la sección 3.2.1.10.1 del RETILAP, y también el f_S se asume como 1, como lo establece el RETILAP en la sección 3.3.1.9.

Entonces el f_m se calcula así:

$$f_m = f_{LF} \times 1 \times f_{LM} \times 1$$

En la sección 3.3.1.9 del RETILAP se establece el factor de mantenimiento que se debe implementar en las vías vehiculares, los cuales se describen en la Tabla 3.3.1.9.c.

Tabla 3.3.1.9. c. Factores de Mantenimiento a utilizar para proyectos de alumbrado público.

Clasificación de iluminación de la vía	Grado de contaminación	Factor de mantenimiento a utilizar en el diseño o cálculo de iluminación
M1	ALTO	0,86
M2	ALTO	0,86
M3	ALTO	0,86
M4	MEDIO	0,87
M5	BAJO	0,88
M6	BAJO	0,88

También en la sección anteriormente mencionada se establece que, para las ciclorrutas y alamedas adyacentes a vías vehiculares, se debe aplicar el factor de mantenimiento correspondiente a clasificación de la vía vehicular; y en el caso de los parques ubicados en una zona urbana se debe tomar un grado de contaminación media, de acuerdo a los tres grados de contaminación descritos en la Tabla 3.3.1.9.b del RETILAP.

Tabla 3.3.1.9. a. Clasificación de los niveles de contaminación en las vías

Contaminación del sitio	Descripción	Nivel de partículas	Observaciones
BAJO	Ambientes poco polucionados	Bajo Menor que 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	No existen actividades generadoras de polvo o humos en la cercanía. Tráfico ligero, generalmente limitado a áreas residenciales o rurales regularmente estipulados en vías M5 y M6.
MEDIO	Ambientes medianamente polucionados	Medio 80 – 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Existen actividades generadoras de polvo o humos en la cercanía. Tráfico pesado, generalmente limitado a áreas residenciales e industriales ligeras. Estipulados para vías secundarias tipo M4.
ALTO	Ambientes muy polucionados y zonas industriales	Alto 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en adelante	Existen actividades generadoras de nubes de polvo o humos en la cercanía, que pueden envolver ocasionalmente las instalaciones. Áreas altamente industriales. Niveles de contaminación presentes en vías M1, M2 y M3.

De acuerdo con lo anterior, y considerando que la vía aledaña al proyecto tiene una clasificación de vía M3, se establece un factor de mantenimiento igual a:

$$f_m = 0,86$$

En cuanto al factor de ensuciamiento de la luminaria (f_{LM}) se selecciona de 0,92, de acuerdo con lo estipulado en la Tabla 3.3.1.9.b del RETILAP, en donde se tiene en consideración el periodo de limpieza de la luminaria y el grado de contaminación existente en la zona del proyecto.

Tabla 3.3.1.9. b. Valores del factor de depreciación luminosa f_{LM} , de acuerdo con la contaminación del sitio.
Adaptado de la norma CIE 154.

Clasificación IP del compartimento óptico	Contaminación del sitio	Periodo de limpieza en años				
		1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
IP 6X	ALTA	0,91	0,9	0,88	0,85	0,83
	MEDIA	0,92	0,91	0,89	0,88	0,87
	BAJA	0,93	0,92	0,91	0,90	0,90

Por último, como ya están determinados los valores del factor de mantenimiento y de ensuciamiento de la luminaria, se establece el factor de depreciación de flujo luminoso f_{LF} así:

$$f_m = f_{LF} \times f_{LM}$$

$$f_{LF} = \frac{f_m}{f_{LM}}$$

$$f_{LF} = 0,93$$

De acuerdo con el factor f_{LF} , y con lo establecido en el RETILAP, en donde se debe tomar como base la depreciación del flujo luminoso del 5% a las 50.000 horas de vida útil de la luminaria, se proyecta un tiempo de operación de la luminaria de 70.000 horas.

En conclusión, el factor de depreciación de la luminaria por ensuciamiento es de 0,93, con un tiempo de operación proyectado de máximo 70.000 horas, y con período de limpieza del conjunto óptico de 12 meses o reemplazo de la misma por fallo, teniendo en cuenta:

- La hermeticidad de las luminarias de acuerdo con los datos suministrados por el fabricante es IP66.
- Las luminarias de alumbrado público deben contar como mínimo con grado de resistencia al impacto mecánico de IK 08.

4.3. Diseño y resultados lumínicos

4.3.1. Iluminación Exterior

En la sección 3.3.2.1.1 del RETILAP se establece la categorización de los proyectos de alumbrado público y de tipo exterior, y teniendo en consideración las zonas objeto de análisis y el alcance del proyecto, el presente proyecto tiene una categoría de Nivel A.

Tabla 3.3.2.1.1. a Categorización de los proyectos de alumbrado público

Proyectos nuevos o expansiones		Nivel A	Nivel B	Nivel C
Clase de iluminación de la vía o Tipo de área		Bajo Impacto	Medio Impacto	Alto Impactos
Sistema vial	M1 – M2	$P \leq 25$ o $L < 1.000$	$25 < P \leq 75$ o $L \leq 1.000$	$P > 75$ o $L > 1.000$
	M3 – M4	$P \leq 25$ o $L < 1.000$	$25 < P \leq 100$ o $1.000 \leq L \leq 2.000$	$P > 100$ o $L > 2.000$
	M5 - M6	$P \leq 25$ o $L < 1.000$	$26 \leq P \leq 100$ o $1.000 \leq L \leq 2.000$	$P > 100$ o $L > 2.000$
Otras áreas	Alamedas, ciclorrutas, parques, paseos, plazas, plazoletas, vías peatonales, puentes túneles vehiculares, túneles peatonales, canchas y placas deportivas, pistas para diferentes deportes entre otros.	$P \leq 25$ o $L < 1.000$	$25 < P \leq 50$ o $1.000 \leq L \leq 2.000$	$P > 50$ o $L > 2.000$
Especiales [1*]	Zonas históricas de conservación, y otros que por sus características revista de un especial interés para el municipio.	$P \leq 25$	$25 < P \leq 50$	$P > 50$

NOTAS:

P: Cantidad de luminarias [u].

L: Longitud de excavación ductería, red subterránea de alumbrado público [m] o longitud de la red aérea(m).

1) Para Proyectos Especiales, el municipio definirá de entre al menos dos alternativas a presentar de dos fabricantes distintos la mejor oferta y definirá las condiciones de entrega de las propuestas con sus diferentes requerimientos.

LED Street ZD216 - 66W

Se realizará el análisis y diseño con la luminaria de la marca SYLVANIA y el modelo es LED STREET ZD216 66W. La ficha técnica de la luminaria se muestra a continuación:

LED Street Light

LED STREET LIGHT ZD216 66W NW V2

P27998



Luminaria LED para iluminación vial y exterior, con diseño moderno y robusto, driver de corriente constante integrado en la luminaria. Montaje en brazo horizontal. Proyección uniforme de la luz, reduce los costos de consumo de energía y de mantenimiento.

CARACTERÍSTICAS

Diseño moderno con fuente LED SMD y lentes en policarbonato

Chasis robusto en aluminio inyectado, liviano con disipador de calor integrado

Driver de alta precisión con salida de corriente constante y protección de sobrecalentamiento

Certificación RETILAP

APLICACIONES

Alumbrado público en vías

Iluminación general en exteriores

Parques y plazoletas



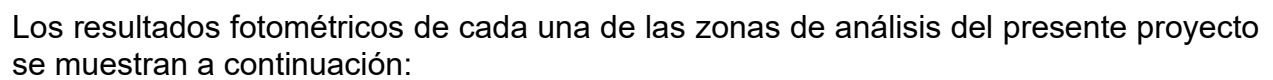
DATOS ÓPTICOS		DATOS FÍSICOS		DATOS ELÉCTRICOS	
Temperatura de color	4000K (NW)	Acabado	Pintura gris	Potencia de entrada	66 W
Flujo luminoso	8910 lm	Grado de protección IP IK	IP65 / IK08	Tensión de operación	100-240V 50/60Hz
Tipo de distribución	Tipo II S	Dimensiones (WxLxH)	400x190x86 mm	Corriente de entrada	0.3 A @ 220 V
Reproducción de color (IRC)	≥70	Tipo de montaje	Brazo horizontal	Factor de potencia	0.95
Vida útil	100000 h *	Chasis	Aluminio inyectado	Distorsión armónica (THD)	<20%
Eficacia	135 lm/W	Material óptica	Lente PMMA	Tipo de driver	Independiente CC
Chip LED	SMD (CREE 3030)	Temperatura de operación Ta	-25°C ~ +40°C	Protección Transitorios	DPS 10KV
Numero de Chips LED	63pcs	Diámetro soporte	60 mm	Atenuable	No - (Opcional S/P)
				Base Fotocelda	Nema 3 Pin

4.3.2. Resultados lumínicos

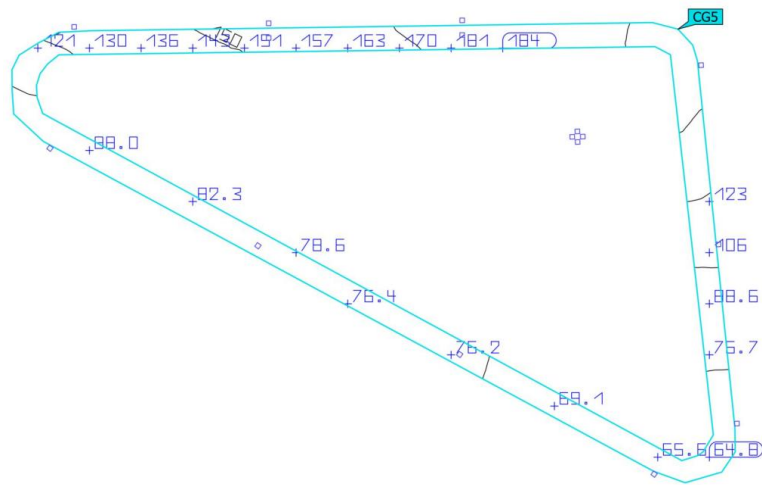
Tomando en cuenta los parámetros ya establecidos con anterioridad (ver Tabla 3.3.1.5.1. del RETILAP), se procede a realizar una distribución de iluminación en las áreas de análisis del proyecto.

4.3.2.1. Resultados implementando luminaria LED Street ZD216 - 66W

Las características fotométricas de la luminaria LED Street ZD216 - 66W se observan a continuación:

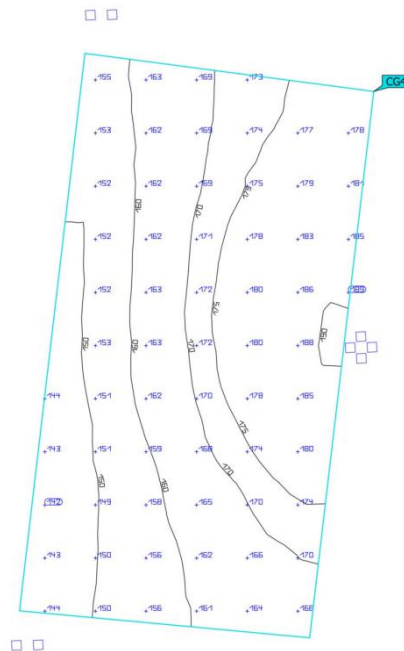


Propiedades	E	$E_{\min}$	$E_{\max}$	U_o (g ₁)	g_2	Índice
anden 1 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m	149 lx	93.3 lx	205 lx	0.63	0.46	CG1

❖ **Paso peatonal 2**

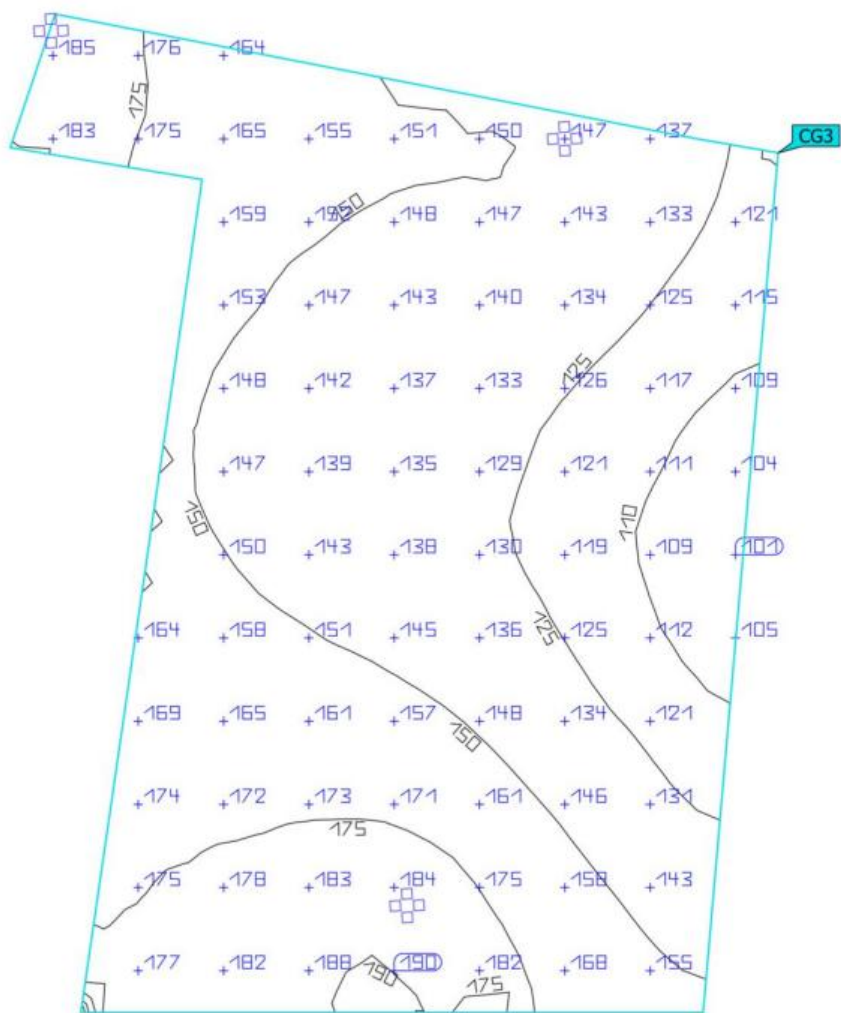
Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_o (g_1)$	g_2	Índice
anden 2 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m	113 lx	64.1 lx	187 lx	0.57	0.34	CG5

 BAHIA



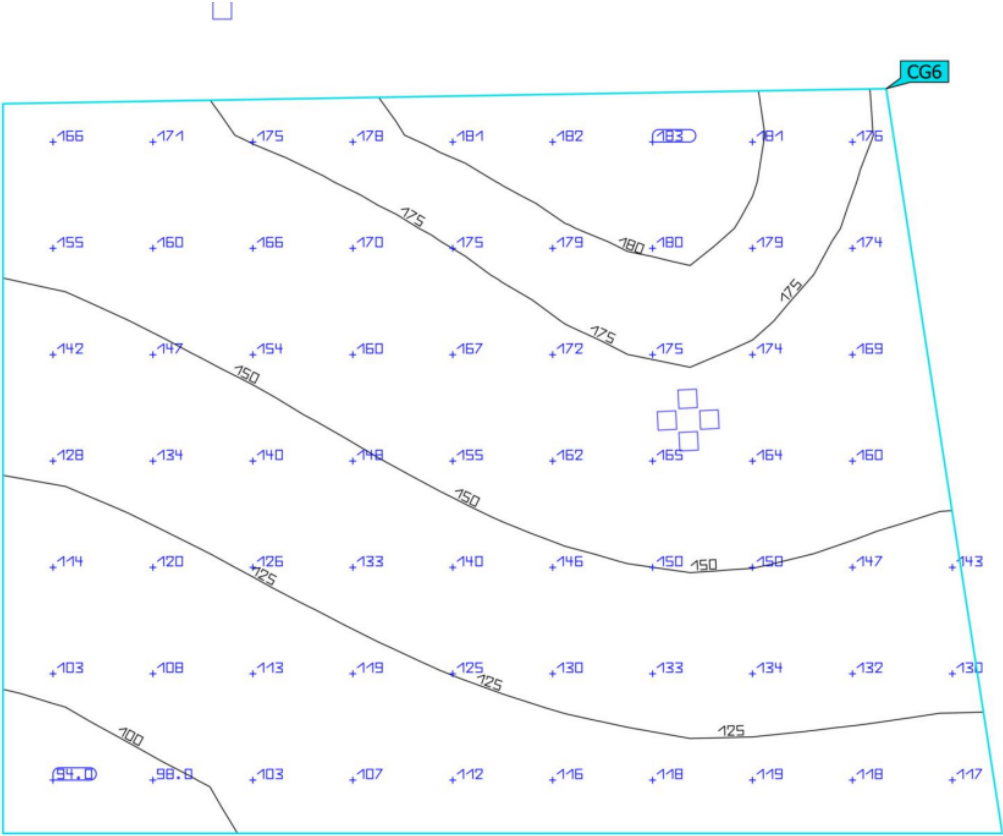
Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_o (g_1)$	g_2	Índice
bahia 1 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m	166 lx	141 lx	191 lx	0.85	0.74	CG4

❖ ESPACIO PUBLICO 1



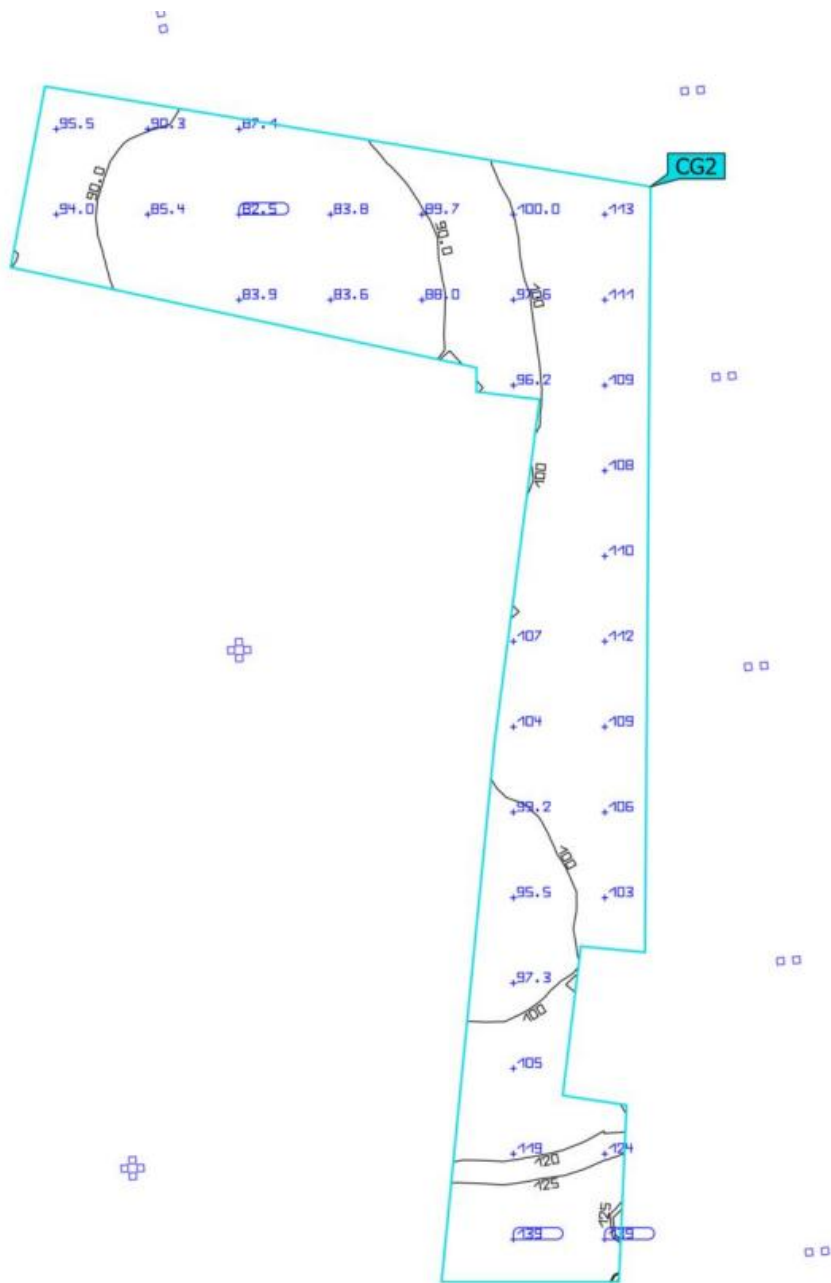
Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_o (g_1)$	g_2	Índice
espacio publico Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m	148 lx	101 lx	191 lx	0.68	0.53	CG3

❖ **ESPACIO PUBLICO 2**



Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_o (g_1)$	g_2	Índice
espacio publico 2 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m	146 lx	92.6 lx	183 lx	0.63	0.51	CG6

❖ **PLAZOLETA**

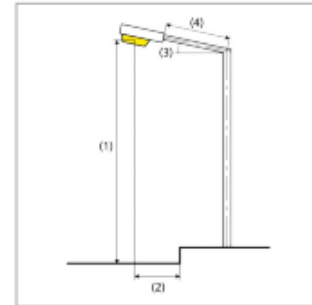


Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_o (g_1)$	g_2	Índice
plazoleta Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m	102 lx	82.1 lx	150 lx	0.80	0.55	CG2

❖ VIA PRINCIPAL

SYL ZD216 66W NW T2S V3 DIM (unilateral arriba)

Distancia entre mástiles	8.400 m
(1) Altura de punto de luz	7.980 m
(2) Saliente del punto de luz	0.000 m
(3) Inclinación del brazo	0.0°
(4) Longitud del brazo	0.000 m
Horas de trabajo anuales	4000 h: 100.0 %, 66.2 W
Vatios / recorrido	7877.8 W/km
ULR / ULOR	0.00 / 0.00
Intensidad lumínica máx Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).	$\geq 70^\circ$: 448 cd/klm $\geq 80^\circ$: 63.1 cd/klm $\geq 90^\circ$: 0.00 cd/klm
Clase de potencia lumínica Los valores de intensidad lumínica en [cd/klm] para el cálculo de la clase de potencia lumínica se refieren al flujo luminoso de luminaria conforme a EN 13201:2015.	G*4
Clase de índice de deslumbramiento	D.5
MF	0.86

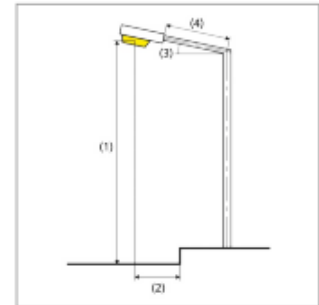


	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Calzada 1 (M3)	L _m	1.65 cd/m ²	$\geq 1.00 \text{ cd/m}^2$	✓
	U _o	0.64	≥ 0.40	✓
	U _l	0.91	≥ 0.60	✓
	TI	1 %	$\leq 15 \%$	✓
	R _{gl}	0.74	≥ 0.30	✓

❖ VIA SECUNDARIA.

SYL ZD216 66W NW T2S V3 DIM (unilateral abajo)

Distancia entre mástiles	10.000 m
(1) Altura de punto de luz	8.000 m
(2) Saliente del punto de luz	0.000 m
(3) Inclinação del brazo	0.0°
(4) Longitud del brazo	0.000 m
Horas de trabajo anuales	4000 h: 100.0 %, 66.2 W
Vatios / recorrido	6620.0 W/km
ULR / ULOR	0.00 / 0.00
Intensidad lumínica máx Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).	$\geq 70^\circ$: 448 cd/klm $\geq 80^\circ$: 63.1 cd/klm $\geq 90^\circ$: 0.00 cd/klm
Clase de potencia lumínica Los valores de intensidad lumínica en [cd/klm] para el cálculo de la clase de potencia lumínica se refieren al flujo luminoso de luminaria conforme a EN 13201:2015.	G*4
Clase de índice de deslumbramiento	D.5
MF	0.86



	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Calzada 1 (M3)	L _m	1.10 cd/m ²	$\geq 1.00 \text{ cd/m}^2$	✓
	U ₀	0.70	≥ 0.40	✓
	U _I	0.90	≥ 0.60	✓
	TI	1 %	$\leq 15 \%$	✓
	R _{EI}	0.75	≥ 0.30	✓

A continuación, se presenta la tabla en donde se encuentran el cálculo de la Iluminancia Promedio Mínima, la Uniformidad Mínima, y el cumplimiento o no de los valores mínimos de iluminancia exigidos por el RETILAP, para cada una de las cinco zonas de análisis del proyecto.

AREA DE ANALISIS	ILUMINACION PROMEDIO MINIMA EMED[Lux]	UNIFORMIDAD MINIMA (Emin/Emed)	CUMPLE (SI/NO)
PASO PEATONAL 1	149	0.63	SI
PASO PEATONAL 2	113	0.57	SI
BAHIA	166	0.85	SI
ESPACIO PUBLICO 1	148	0.68	SI
ESPACIO PUBLICO 2	148	0.63	SI
PLAZOLETA	102	0.8	SI

AREA DE ANALISIS	ILUMINACION PROMEDIO MINIMA EMED[cd /m2]	UNIFORMIDAD MINIMA (Emin/Emed)	UL (min/max)	EIR	CUMPLE (SI/NO)
PRINCIPAL	1.65	0.64	0.91	0.74	SI
SECUNDARIAS	1.1	0.7	0.9	0.75	SI

4.4. PLAN DE MANTENIMIENTO

Para garantizar en el transcurso del tiempo el mantenimiento de los parámetros luminotécnicos adecuados y la eficiencia energética de la instalación, se deberá elaborar en el proyecto un plan de mantenimiento de las instalaciones de iluminación que contemplará, entre otras las siguientes acciones:

- Reposición de lámparas con la frecuencia de reemplazo.
- La limpieza de luminarias y de la zona iluminada, incluyendo en ambas la periodicidad necesaria.

En la Figura 3.3.4.3.a se muestra un esquema de mantenimiento para una instalación de alumbrado exterior.

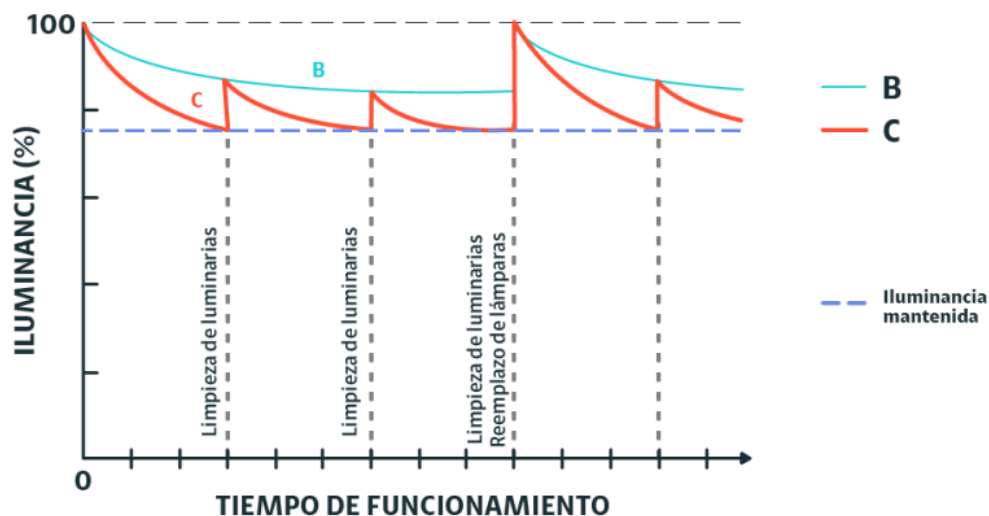


Figura 3.3.4.3. a. Esquema de mantenimiento de una instalación de alumbrado público. (Fuente propia)

La curva B indica la reducción de la iluminancia si solo actuara la depreciación de flujo luminoso de la luminaria (f_{LF}).

La curva C la variación real de los niveles de iluminancia como resultado del mantenimiento realizado

Cuando se efectúa limpieza de luminarias únicamente (por ejemplo, al final de los años 1 y 2) no se restablece el nivel de iluminancia hasta el nivel dado por la curva A, ya que actúa también la depreciación del local (curva B).

En la Tabla 1 se evidencia los factores y parámetros de la zona del presente proyecto, resaltando que el factor de depreciación de flujo luminoso es de 0.438% por cada año.

CÁLCULO FACTOR DE MANTENIMIENTO		
SITIO DE INSTLACIÓN	80 - 150	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
HORAS DE USO AL AÑO	4380	h
FACTORES A CONSIDERAR		
FACTOR DE SUPERVIVENCIA (f_s)	1	
FACTOR DE ENSUCIAMIENTO (f_{LM})	0.95	
DEPRECIACIÓN DEL FLUJO LUMINOSO (f_{LF})	0.438% / 4380 horas	
PERIODO DE LIMPIEZA	12 meses	

Tabla 1. Factores de terreno.

El esquema de mantenimiento del presente proyecto se detalla en la Tabla 2, en donde se resalta que implementado un factor depreciación del flujo luminoso de 0.438% por año, un factor de mantenimiento de 0,86 la luminaria y un periodo de limpieza de la

luminaria de 12 meses, la luminaria se debe cambiar a las 26280 horas de operación, lo cual corresponde a 6 años. También en la Figura 1 se presenta la curva del factor de mantenimiento, y se observa el comportamiento del factor de depreciación y del factor de mantenimiento a través del tiempo de operación de la luminaria.

AÑOS	TIEMPO OPERACIÓN	DBL	FE	FM	OBSERVACION
0	0	100%	100%	100%	Condición inicial
0.5	2190	99%	96%	95%	
1	4380	99%	91%	90%	
1	4381	99%	100%	99%	EFFECTUAR LIMPIEZA
1.5	6570	98%	96%	94%	
2	8760	97%	91%	89%	
2	8761	97%	100%	97%	EFFECTUAR LIMPIEZA
2.5	10950	97%	96%	92%	
3	13140	96%	91%	87%	
3	13141	96%	100%	96%	EFFECTUAR LIMPIEZA
3.5	15330	95%	96%	91%	
4	17520	95%	91%	86%	
4	17521	95%	100%	95%	EFFECTUAR LIMPIEZA
4.5	19710	94%	96%	90%	
5	21900	93%	91%	85%	
5	21901	93%	100%	93%	EFFECTUAR LIMPIEZA
5.5	24090	93%	96%	89%	
6	26280	92%	91%	84%	
6	26280	100%	100%	100%	CAMBIO DE LUMINARIA
6.5	28470	99%	96%	95%	
7	30660	99%	91%	90%	
7	30661	99%	100%	99%	EFFECTUAR LIMPIEZA
7.5	32850	98%	96%	94%	
8	35040	97%	91%	89%	
8	35041	97%	100%	97%	EFFECTUAR LIMPIEZA
8.5	37230	97%	96%	92%	
9	39420	96%	91%	87%	

Tabla 2. Esquema de mantenimiento.

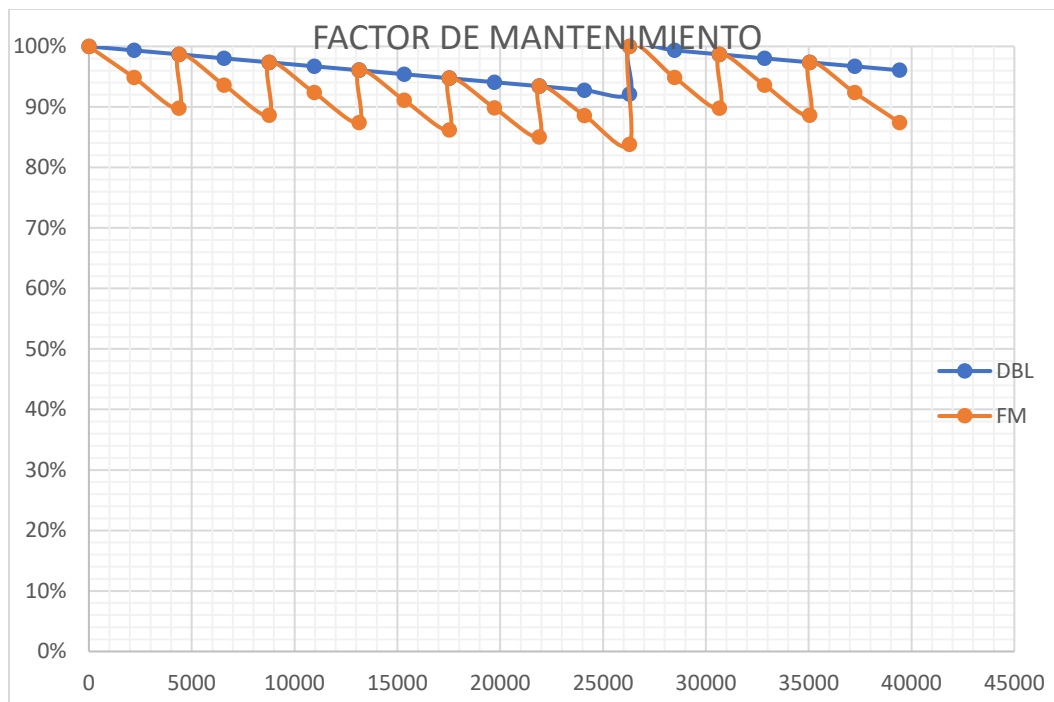


Figura 1. Curva del factor de mantenimiento.

Dentro del plan de mantenimiento también se deben considerar los mantenimientos de tipo preventivo y correctivo.

4.4.1. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo debe determinar las acciones para evitar o eliminar las causas de las fallas potenciales del sistema y prevenir su ocurrencia, mediante la utilización de técnicas de diagnóstico y administrativas que permitan su identificación. Dentro de las técnicas de diagnóstico se deben considerar:

- A. Las mediciones eléctricas en diferentes puntos de la red de los perfiles de tensión, niveles de armónicos.
- B. La medición de los parámetros eléctricos de operación de las luminarias y sus componentes.
- C. Las mediciones fotométricas a la calzada y alrededores (para túneles aplica solamente medición en luminancia) (Uo), Uniformidad longitudinal sobre la calzada(UL), para determinar si es necesario tomar acciones de mantenimiento con mayor de periodicidad.

La elaboración de un programa de mantenimiento preventivo debe ser elaborado por el operador del servicio de alumbrado y aprobado por la interventoría, teniendo en cuenta:

- D. Operaciones de limpieza de luminarias y soportes, donde se programe esta labor teniendo en cuenta el grado de hermeticidad de la luminaria y el nivel de contaminación de su sitio de instalación. Esta labor se debe realizar tanto interior como exteriormente. Al mismo tiempo, se debe efectuar una inspección visual del sistema óptico y del estado de todos los componentes de la luminaria
- E. Se deben aprovechar estos desplazamientos al sitio, para realizar todo el mantenimiento de la luminaria, es decir:
 - Orientación correcta de la luminaria en ángulo y rotación.
 - Revisión de los accesorios eléctricos o equipos auxiliares.
 - Revisión de las partes mecánicas de la luminaria.
- F. Coordinar con las entidades municipales competentes y con el operador de alumbrado público, la poda de los árboles circundantes a los equipos de iluminación, para despejar el cono de intensidad máxima de cada luminaria, así como eliminar las interferencias de los árboles con las redes exclusivas de alumbrado público.

4.4.2. Mantenimiento correctivo

Se debe localizar el equipo en falla, reparar y adecuar las instalaciones para que funcionen el máximo número de horas posible, con el desempeño para el que fueron diseñadas. Para la ejecución del mantenimiento correctivo es importante tener en consideración los siguientes aspectos, principalmente en lo que tiene que ver con las luminarias:

- Revisar el correcto encendido, apagado y funcionamiento general del dispositivo de control, y detectar fallas eléctricas.
- Limpiar el conjunto óptico de las luminarias.
- Realizar remplazo de luminaria, fuente, driver, herrajes u otros componentes si es necesario.
- Realizar el mantenimiento mecánico, eléctrico y del sistema de alimentación.
- Realizar la gestión con las entidades competentes de la poda de los árboles circundantes a los equipos de iluminación, para despejar el cono de intensidad máxima de cada luminaria.

4.5. ANÁLISIS DE RIESGO EN ILUMINACIÓN

- Una iluminación inadecuada, por exceso o defecto, puede llevar a patologías asociadas como dolores de cabeza, irritación de los ojos, trastornos músculo-

esquelético, debido a posiciones constantes y generalmente inadecuadas, asociadas a la utilización rápida y repetitiva de ciertos grupos musculares, que se traducen en cansancio muscular que lleva a malas posturas con alteraciones dolorosas de columna vertebral, principalmente en la región cervical y lumbar.

- El cansancio visual por variaciones en la acomodación del ojo puede llevar a la presentación de mareos, originados por el efecto cebrá y el efecto parpadeo.
- El efecto de parpadeo o flicker se produce por cambios periódicos de los niveles de luminancia en el campo de visión, según unas frecuencias críticas, entre 2,5 y 15 ciclos/segundo, que provocan incomodidad y mareos.
- Utilizar fuentes de iluminación con un color de luz no apropiado para la actividad que se desarrolla en sitios con iluminación artificial, puede producir Discromatopsias, que son alteraciones que implican trastornos en la discriminación de colores.
- Niveles de Iluminación. Para la elaboración del diseño se cumplieron los requisitos exigidos por el RETILAP en cuanto a los niveles de iluminación mínimos establecidos.
- Uniformidad de los Niveles de Iluminación: Los índices de iluminación indicados en los cálculos igualan o exceden a los mínimos requeridos en las tablas del RETILAP.
- Control del Deslumbramiento. Las luminarias empleadas en el diseño cuentan con un sistema constructivo apropiado para limitar el exceso de deslumbramiento molesto para los peatones, como se puede constatar en los documentos fotométricos.
- Temperatura de Color de las Fuentes Luminosas. Como las actividades a desarrollar en áreas exteriores no son de gran exigencia visual y se orientan más a factores como seguridad o la identificación de obstáculos en la vía, no se considera necesario el uso de fuentes con temperaturas de color neutras o frías, o con índices de reproducción de color altos.
- Condiciones de Localización para Operación y Mantenimiento. Los equipos de iluminación estarán instalados en postes metálicos de baja altura, lo que facilita las labores de mantenimiento. Al mismo tiempo, las luminarias brindan el tipo de protección mecánica y eléctrica necesarias y exigidas por las respectivas normas para evitar que cualquier tipo de falla pueda que pueda ocurrir no represente riesgos para los usuarios del sistema de iluminación.