

MEMORIA DE DISEÑO DE ILUMINACIÓN ALUMBRADO PUBLICO MUNICIPIO DE LA DORADA CALDAS

1. INTRODUCCIÓN

El Municipio de La Dorada cuenta con la necesidad de finalizar la transformación al 100% del parque lumínico existente, la cual cuenta aún con puntos lumínicos en otras tecnologías diferentes a Led, con la presentación de tres opciones de luminarias, la selección de una de ellas como propuesta lumínica, se presentan los perfiles existentes en el municipio se busca lograr cubrir cada uno de los aspectos importantes para el desarrollo del sistema de alumbrado público del municipio de La Dorada de acuerdo con Retilap, como lo son las expansiones, modernizaciones y repotenciaciones.

2. CONCEPTO TÉCNICO

2.1. DEFINICIÓN DE GLOSARIO:

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 (en una vía): Distancia vertical entre la superficie de la vía por iluminar y el centro óptico de la fuente de luz de la luminaria.

Campo visual: Lugar geométrico de todos los objetos o puntos en el espacio que pueden ser percibidos cuando la cabeza y los ojos de un observador se mantienen fijos. El campo puede ser monocular o binocular.

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 540×10^{12} Hz y en la cual la intensidad radiante en esa dirección es $1/683$ W por estereorradián.

Candela por metro cuadrado (cd/m²): Unidad de luminancia.

Capacidad visual: Es la propiedad fisiológica del ojo humano para enfocar a los objetos a diferentes distancias, variando el espesor y por tanto la longitud focal del cristalino, por medio del músculo ciliar.

Curva ISOLUX: Línea que une todos los puntos que tengan la misma iluminancia en el plano horizontal, para una altura de montaje de 1 o 10 m y un flujo luminoso de 1.000 lm.

Deslumbramiento: Sensación producida por la luminancia dentro del campo visual que es suficientemente mayor que la luminancia a la cual los ojos están adaptados y que es causa de molestias e incomodidad o pérdida de la capacidad visual y de la visibilidad.

Fuente luminosa: Dispositivo que emite energía radiante capaz de excitar la retina y producir una sensación visual.

Iluminancia (E): Densidad del flujo luminoso que incide sobre una superficie. La unidad de iluminancia es el lux (lx).

Iluminancia promedio horizontal mantenida (E prom): Valor por debajo del cual no debe descender la iluminancia promedio en el área especificada. Es la iluminancia promedio en el período en el que debe ser realizado el mantenimiento. También se le conoce como Iluminancia media mantenida.

Índice de deslumbramiento unificado (UGR): Es el índice de deslumbramiento molesto procedente directamente de las luminarias de una instalación de iluminación interior, definido en la publicación CIE (Comisión Internacional de Iluminación) N° 117.

Lumen (lm): Unidad de medida del flujo luminoso en el Sistema Internacional (SI). Radiométricamente, se determina de la potencia radiante;

fotométricamente, es el flujo luminoso emitido dentro de una unidad de ángulo sólido (un estereorradián) por una fuente puntual que tiene una intensidad luminosa uniforme de una candela.

Luminancia (L): En un punto de una superficie, en una dirección, se interpreta como la relación entre la intensidad luminosa en la dirección dada producida por un elemento de la superficie que rodea el punto, con el área de la proyección ortogonal del elemento de superficie sobre un plano perpendicular en la dirección dada. La unidad de luminancia es candela por metro cuadrado. (Cd/m²).

Luminaria: Aparato de iluminación que distribuye, filtra o transforma la luz emitida por una o más bombillas o fuentes luminosas y que incluye todas las partes necesarias para soporte, fijación y protección de las bombillas, pero no las bombillas mismas y, donde sea necesario, los circuitos auxiliares con los medios para conectarlos a la fuente de alimentación.

Lux (lx): Unidad de medida de iluminancia en el Sistema Internacional (SI). Un lux es igual a un lumen por metro cuadrado (1 lx = 1 lm/m²).

RETILAP: Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público emitido por el Ministerio de Energía para obligatorio cumplimiento en todo el territorio colombiano, avalado mediante. **Valor de eficiencia energética de la instalación (VEII):** Valor que mide la eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona de actividad diferenciada, cuya unidad de medida es (W/m²) por cada 100 luxes. **Visibilidad:** Calidad o estado de ser perceptible por el ojo. En muchas aplicaciones en exteriores, la visibilidad se define en términos de distancia a la cual un objeto puede ser percibido escasamente por el ojo.

1.1.1. Metodología Diseños de Iluminación de Alumbrado Público

De acuerdo con lo establecido en Retilap 2024, en el contenido del Artículo 3.3.1 del libro 3, los criterios, la planificación y la metodología con que se realiza el diseño de Iluminación de Alumbrado Público de La Dorada es el siguiente:

CRITERIOS GENERALES PARA GARANTIZAR LA SEGURIDAD DE LOS USUARIOS:

1. Requerimientos de visibilidad donde la iluminación proporcionada por un sistema de alumbrado público debe ser adecuada para permitir el desarrollo normal y proporcionar una percepción de seguridad en la movilidad tanto vehicular como peatonal, así como de otras actividades que puedan realizarse de manera habitual en espacios públicos.
2. La cantidad y calidad de luz es el objetivo del alumbrado público
3. Verificar que no se violen los indicadores de densidad de potencia instalada.
4. Brindar una comodidad visual donde se debe entender como la calidad del sistema de iluminación que permite su aprovechamiento sin generar cansancio visual y tensión nerviosa
5. verificar que los valores de relación de entorno (EIR) se encuentren dentro de los valores requeridos por Retilap
6. Evaluación técnico-económica para todos los proyectos de alumbrado público donde se incluyan no solo los costos de inversión sino los costos de operación y mantenimiento durante la vida útil del proyecto de alumbrado público, de acuerdo con la clasificación de proyecto, tipo B o C.
7. El Uso Racional y Eficiente de la energía debe ser tenido en cuenta en todos los proyectos de alumbrado público y tener en cuenta las demás leyes nacionales que lo fomentan.
8. Determinar las condiciones ambientales, así como las condiciones particulares del medio donde se implementará la instalación, en especial aquellas que

- impliquen contaminación ambiental, presencia de agentes corrosivos, características climáticas del sitio, viabilidad y periodicidad del mantenimiento, para determinar las características de los productos que resulten necesarias para el desarrollo del proyecto
9. Seguir los requerimientos de las normas de urbanismo y el Plan de Ordenamiento Territorial – POT de cada ciudad o municipio, donde deben estar estipuladas las clasificaciones de las vías de acuerdo con su importancia
 10. En los sistemas de alumbrado público existentes que hagan uso de la infraestructura de redes eléctricas compartidas, se deben realizar los ajustes necesarios para dar cumplimiento a los niveles de iluminación exigidos en RETILAP.
 11. En plazas públicas y vías con identidad histórica o turística, definidas por las autoridades municipales, es necesario mantener el estilo, el color y la distribución, de tal manera que resulten concordantes con las prescripciones arquitectónicas
 12. Los diseños se deben realizar con recubrimiento en concreto usado R2 ($Q_o 0,07$) y para asfalto usado R3 ($Q_o 0,07$) según corresponda al tipo de recubrimiento. Para vías con destinación histórica o turística donde los recubrimientos sean diferentes de asfalto o concreto, el cálculo de iluminación de la vía se debe realizar de la siguiente forma: Si el recubrimiento es adoquín gris se puede realizar el cálculo con recubrimiento R2 $Q_o(0,07)$. Si es adoquín color ladrillo o vía empedrada se debe realizar con recubrimiento R3 $Q_o(0,07)$.
 13. Para el caso de vías sin pavimento se debe realizar el cálculo con recubrimiento R2 $Q_o(0,07)$.
 14. La iluminación del sistema de alumbrado público debe permitir, en particular, ver en conjunto el campo visual del conductor, el cual incluye las aceras o zonas peatonales, separadores, cruces peatonales y vehiculares, la señalización y en general toda la geometría de la vía, por lo cual la memoria de cálculo debe incluir todas las zonas en el mismo cálculo.
 15. En el diseño de la instalación de alumbrado se debe considerar en una misma memoria de cálculo la iluminación de aceras y ciclorrutas, limitando los valores de deslumbramiento de acuerdo con lo exigido en el Reglamento y manteniendo la estética de la instalación.
 16. En instalaciones de sistemas de iluminación en carreteras se debe asegurar la continuidad visual sobre el carril de circulación teniendo en cuenta la geometría de la vía, a fin de elevar la seguridad en función de la velocidad de circulación.
 17. El diseñador debe tener en cuenta tres variables al seleccionar o asignar la Clase de Iluminación en el diseño de una instalación de alumbrado público para una determinada vía: La velocidad de circulación, La frecuencia y naturaleza de los obstáculos posibles en la vía y, El tipo de usuarios de la vía.
 18. Se debe tener en cuenta la geometría de la vía (rectilínea, curva), el número de carriles de circulación, las reglas de tránsito, la superficie de la vía y las guías visuales, así como los puntos particulares que se pueden encontrar sobre ella (cruces, puentes, túneles, etc.)
 19. En principio, todas las vías que respondan de similar manera a los criterios definidos anteriormente pueden ser iluminadas de manera idéntica. En consecuencia, las vías se pueden agrupar en varios conjuntos, con el objetivo que respondan a un mismo tipo de iluminación, en función de los fines un mismo conjunto.
 20. Para la corroboración de los niveles de iluminación en campo, utilizando los recubrimientos que se encuentran dentro de las dos clasificaciones (R2 concreto usado o R3 asfalto usado), se debe hacer la comparación de los niveles de iluminación obtenidos en la memoria de cálculo en luminancia con los resultados medidos en campo, o de acuerdo con lo estipulado en la metodología del Libro 4.
 21. Los productos usados en instalaciones de alumbrado público o para ambientes húmedos deben tener un grado de protección mínimo de IP 65 o NEMA 4.

A continuación, cada uno de los pasos a tener en cuenta para el diseño de iluminación de acuerdo a Retilap 2024.

- Determinar variables ambientales como: temperatura promedio, altura sobre el nivel del mar y grado de contaminación del proyecto.
- Definir las dimensiones básicas de los espacios a iluminar, sean senderos peatonales, estaciones de esparcimiento o vías de circulación vehicular. Lo anterior en base a la topografía aplicada al proyecto.
- Determinar la categoría del proyecto, la clasificación de la vía, la situación de la iluminación y el tipo de iluminación a utilizar en el proyecto.
- Escoger el tipo de luminaria a utilizar por el cliente y/o de catálogo técnico de fabricantes de luminarias. Determinar el factor de mantenimiento para el proyecto.
- Determinar los niveles de iluminancia promedio que exige RETILAP para cada área del proyecto.
- Elaborar el diseño en el Software DIALux.
- Calcular los niveles de luminancia y uniformidad del proyecto en el Software DIALux.
- En caso de que los valores de luminancia no cumplan con los valores exigidos por la Norma, se realizan iteraciones en el software cambiando el valor de las variables de las luminarias como son: altura de montaje y ángulo de inclinación hasta obtener los resultados esperados.

1.1.2. Parámetros fotométricos por cumplir

Clasificación de Vías Vehiculares, Vías Peatonales y Ciclista

La clasificación de las vías vehiculares se realizará teniendo en cuenta la información contenida en el libro 3 – Instalaciones de Proyectos de Alumbrado Público (Normativa aplicable- RETILAP).

Los espacios públicos que, de acuerdo con las disposiciones nacionales, municipales o distritales, que implementan alumbrado público, deben tener en cuenta los siguientes criterios de diseño, donde prima el reglamento técnico sobre las recomendaciones dadas en las cartillas desarrolladas por los municipios, procurando garantizar la seguridad de los usuarios de dichos espacios.

Son consideradas otras áreas de espacio público con fines de esparcimiento, actividades lúdicas, bienes de interés cultural y relajación. Entre ellas están contemplados los parques zonales o vecinales (tanto recreacionales como de esparcimiento), plazas, plazoletas, alamedas, ciclorrutas, espacios peatonales, parqueaderos, zonas verdes destinadas a las diferentes actividades físicas o lúdicas o de esparcimiento de la comunidad (no se incluyen en estas zonas verdes las destinadas exclusivamente a los ecosistemas de fauna y flora; islas de parqueo o similares adyacentes a vías vehiculares y también se incluye la iluminación de fachadas de edificios gubernamentales, de iglesias y monumentos que dentro de los acuerdos municipales sean incluidos como alumbrado público, siempre y cuando esté de acuerdo con lo estipulado en el Decreto 943 de 2018 o los que lo sustituyan, modifiquen o reemplacen.

Vías Vehiculares

Para la adecuada identificación de cada espacio en la vía, es necesario atender los perfiles típicos de vías que tiene aprobado el POT, EOT o PBOT en cada ciudad,

municipio o distrito, los cuales deben estar actualizados de acuerdo con lo estipulado en el presente Reglamento en el numeral 3.3.1.1.

En caso de que el municipio no posea clasificación, se deben atender los criterios de clasificación de vías de acuerdo con lo estipulado en la Tabla 3.3.1.1. a, y 3.3.1.1. b. además, el municipio debe incluir en el POT, EOT o PBOT la clasificación de sus vías. Cuando el operador de red o propietario de la infraestructura de la red de uso general realice la modernización, debe realizar el diseño y adecuación de dichas redes considerando el cumplimiento de las exigencias del servicio de alumbrado público de conformidad con el presente Reglamento.

Las vías se clasifican según la descripción de la vía, la velocidad de circulación permitida por la ley y la importancia de la misma, por lo cual se les asignará una clase de iluminación conforme a la siguiente Tabla 3.3.1.1. a. Una vez determinadas las características de las vías y sus requerimientos visuales, se debe asignar una clase de iluminación y con esto, los requisitos fotométricos mínimos mantenidos. Dichos requisitos se encuentran consignados en la Tabla 3.3.1.3 a del RETILAP. Los valores de la tabla son para piso seco.

Tabla 3.3.1.1. a. Clases de iluminación para vías vehiculares.

Clase de iluminación	Descripción vía	Velocidad de circulación (km/h)		Tránsito de vehículos T (Veh/h/carril)	
M1	Autopistas y carreteras	Extra alta	$V \geq 80$	Muy importante	$T > 1000$
M2	Vías de acceso controlado y vías rápidas	Alta	$45 \leq V < 80$	Importante	$1000 > T > 700$
M3	Vías principales y ejes viales	Media	$40 \leq V < 45$	Media	$700 > T > 500$
M4	Vías primarias o colectoras	Reducida	$30 \leq V < 40$	Reducida	$500 > T > 300$
M5	Vías secundarias en barrios	Muy reducida	$20 \leq V < 30$	Muy reducida	$300 > T > 150$
M6	Vías dentro de conjuntos residenciales cerrados y condominios	Muy reducido	$V < 20$	Muy reducido	$T < 150$

Tabla 1. Clases de iluminación en áreas críticas particulares. Adaptado de la norma CIE 115 de RETILAP

Para el efecto, una vez realizada la asignación de clase de iluminación principal, se deben tener en cuenta otros factores como son la complejidad de la circulación, la existencia de controles del tráfico, los tipos de usuarios permitidos en la vía y la existencia de separadores.

Tabla 3.3.1.1. b. Variación en las Clases de iluminación por tipo de vía, complejidad de circulación y control del tráfico.

Descripción de la vía	Tipo de iluminación
Vías de extra alta velocidad, con calzadas separadas exentas de cruces a nivel y con accesos completamente controlados (Autopistas expresas). Con densidad de tráfico y complejidad de circulación (1):	
Alta $T > 1000$ (Veh. /h/carril)	M1
Vías de alta y media velocidad, vías con doble sentido de circulación. Con confluencias de tráfico, glorietas cruces semaforizados, pasos a nivel y desnivel, diferentes usuarios de vía (2) y separación (2):	
Alta $1000 > T > 700$ (Veh. /h/carril)	M2
Vías intermedias y colectoras en entradas de barrios de tráfico urbano, vías distribuidoras. Con control de tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía, vías de barrio en sectores comerciales:	
Medio $700 > T > 500$ (Veh. /h/carril)	M3
Descripción de la vía	Tipo de iluminación
Bajo $500 > T > 300$ (Veh. /h/carril)	M4
Vías de bajo flujo vehicular, vías de barrio o residenciales. Vías de acceso a propiedades individuales y a otras vías privadas. Con control de tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía:	
Bajo $305 > T > 150$ (Veh. /h/carril)	M5
Bajo $150 > T$ (Veh. /h/carril)	M6

Tabla 2. Clases de iluminación en áreas críticas particulares. Adaptado de la norma CIE 115 de RETILAP

2.2.1 Áreas Críticas y Zonas públicas

Una vez determinadas las otras zonas públicas, áreas críticas y sus requerimientos

visuales, se debe asignar una clase de iluminación y con esto, los requisitos fotométricos mínimos mantenidos. Dichos requisitos se encuentran consignados en la Tabla 3.3.1.3 b del RETILAP.

Tabla 3.3.1.3. b. Clases de iluminación en áreas críticas particulares. Adaptado de la norma CIE 115

Área crítica	Clase de iluminación del área crítica(C) ¹
Pasos subterráneos para peatones o ciclistas	C0
Rampas vehiculares, puentes vehiculares, entradas a divergencias o convergencias en vías.	C1
Sobre y bajo Puentes Vehiculares	C1

Área crítica	Clase de iluminación del área crítica(C) ¹
Puentes peatonales y zonas aledañas a estos espacios ²	C2
Cruces ferroviarios	C1
Glorietas, rotondas.	C0
Área vehicular en fila de espera (p.ej. Aeropuertos, terminales de transporte, estaciones de metro, entre otros)	C0
TUNELES dentro de Ciudades, zonas urbanas o cualquier tipo de vía intermunicipal, interdepartamental o vía Nacional, aplica para todos los túneles independiente de su longitud.	NORMA CIE 88, CIE 189, CIE 193

Tabla 3. Clases de iluminación en áreas críticas particulares. Adaptado de la norma CIE 115 de RETILAP

NOTAS: (1) Todos los niveles de iluminación deben ser cumplidos con una uniformidad U0 mayor o igual a 0,4. (2) Se considera zona aledaña a la franja de 2 m que circunda horizontalmente el área del puente, rampa y escaleras.

Para la parte de andenes peatonales se debe mantener los siguientes parámetros de iluminación:

Tabla 3.3.1.5 b. Criterios guía para la escogencia de zonas estipuladas con Clases de iluminación P para otras zonas del espacio público.

Clase de iluminación	Tipos de aplicación
P1	Zonas peatonales adyacentes a vías principales con clase de iluminación M1 y M2
P2	Zonas peatonales adyacentes a vías con clase de iluminación M3, senderos peatonales no adyacentes a vías y con alto índice de circulación de personas, paseos peatonales comerciales abiertos, zonas peatonales alrededor de zonas de parqueo abiertos y zonas de parqueo en zonas de reserva forestal.
P3	Senderos peatonales con alta afluencia de personas adyacentes o dentro de parques recreativos, polideportivos o similares, senderos peatonales no adyacentes a vías vehiculares
P4	Zonas peatonales adyacentes a vías con clase de iluminación M4 y M5.
P5	Zonas peatonales adyacentes a vías con clase de iluminación M6.
P6	Zonas verdes dentro de parques urbanos o iluminación de Zonas peatonales dentro de reservas naturales, senderos rurales, complejos de protección ecológicos y de protección de fauna silvestre. ¹ , o zonas dentro de estos complejos, donde se autorice implementar iluminación de seguridad.

Tabla 4 Criterios guía para la escogencia de zonas estipuladas con clases de iluminación P para otras zonas del espacio publico

Para zonas de reserva natural excepto zona de tránsito de vehículos en las vías de acceso la altura máxima de instalación de la luminaria es de 5 metros, con distribución fotométrica que no emita flujo luminoso (FHS) encima de la horizontal, solo se deben iluminar senderos peatonales que conduzcan a edificios o parqueaderos dentro de la reserva forestal, es de criterio del diseñador no iluminar estos espacios de no ser necesario, allí prima el no perturbar a la fauna.

2.2.2 Valores en vías vehiculares, ciclorutas y vía peatonal

La siguiente tabla ilustra cada una de los parámetros o bases que deben cumplir los resultados obtenidos de cada simulación.

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)	Illumin. Vertical mínima (Evmin, lux)	Illumin. Semi cilíndrica mínima (Esc,min, lux)	Emed (lux)	Punto min. Emin (lux)	Illumin. Vertical mínima (Evmin, lux)	Illumin. Semi cilíndrica mínima (Esc,min, lux)
	Luminancia promedio o Lprom (cd/m²)	Uo (min/med)	UL (min/max)	ITI	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

Tabla 5 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.

2.2.1 Máxima densidad de potencia eléctrica para alumbrado de vías

El cálculo de los indicadores de prestación energética, están constituidos por la densidad de potencia instalada PDI (Dp), indicador Anual de consumo de energía ECI (DE) y el consumo de potencia de la instalación por kilómetro. Estos parámetros deben ser tenidos en cuenta para ser ponderados como complemento del análisis técnico económico; para este análisis se deben entregar las memorias de cálculo donde se informe del valor en luminancia e iluminancia.

Los valores máximos permitidos en instalaciones viales, para cada uno de los valores de Dp y DE se tienen los siguientes valores.

De la Tabla 3.3.1.8. b – Valores máximos permitidos para el Indicador de densidad de potencia Dp en $W \cdot lx^{-1} \cdot m^{-2}$.

Clase de alumbrado	Tipo de Fuente
	LED
M1	0,025
M2	0,018
M3	0,015
M4	0,012
M5	0,09
M6	0,06

Tabla 6. Tabla 3.3.1.8. b RETILAP

De la Tabla 3.3.1.8. c – Valores máximos permitidos para el Indicador de consumo anual de energía DE en $kWh \cdot m^{-2}$.

Clase de alumbrado	Tipo de Fuente
	LED
M1	2,4
M2	1,25
M3	1,1
M4	1
M5	0,7
M6	0,4

Tabla 7Tabla 3.3.1.8. c. RETILAP

Como parámetro complementario se debe tener en cuenta que se le debe dar alta ponderación a un diseño de iluminación al que tenga menor consumo de energía por Km por lo cual se debe tener en cuenta el cálculo de este parámetro mediante la siguiente formula.

$$\text{Consumo de energía x km} = (\text{Int}/1000) W$$

Donde:

Int: Interdistancia entre luminarias dato obtenido de la memoria de cálculo.

W: potencia consumida por las luminarias presentes en un punto luminoso o poste, para el caso de disposiciones bilaterales opuestas se debe multiplicar por dos este consumo.

Para diseños de otros espacios del espacio público se debe determinar el solo el valor del DE, y el valor máximo de nivel de iluminación promedio en luxes definido para cada una de las zonas no debe exceder en un 15 % el valor mínimo permitido por el reglamento.

3. CATEGORIZACIÓN DEL PROYECTO

3.1 UBICACIÓN GEOGRAFICA

El servicio de alumbrado público se prestará en todo el territorio urbano y rurales del municipio de La Dorada, se establecerá en los diez centros poblados que tiene bajo su jurisdicción Buenavista, Camelias, Doña Juana, Guarinocito, Horizonte, La Agustina, La Atarraya, la Haban, Prosocial la Humerada y Puernio.

El Municipio de La Dorada se localiza a 5° 27" latitud norte y 74° 40" de longitud este del meridiano de Greenwich, sobre la margen izquierda del Río Grande de La Magdalena. Está a 178 metros de altura sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio de 34 °C que sobrepasa los 42 °C en época de verano; ocupa una superficie de 574 km², que corresponden al 6.67 % del área total del departamento de Caldas siendo su cabecera Municipal la segunda ciudad en importancia del departamento después de su capital Manizales

Grafica 1. Localización municipio de La Dorada – Departamento de Risaralda

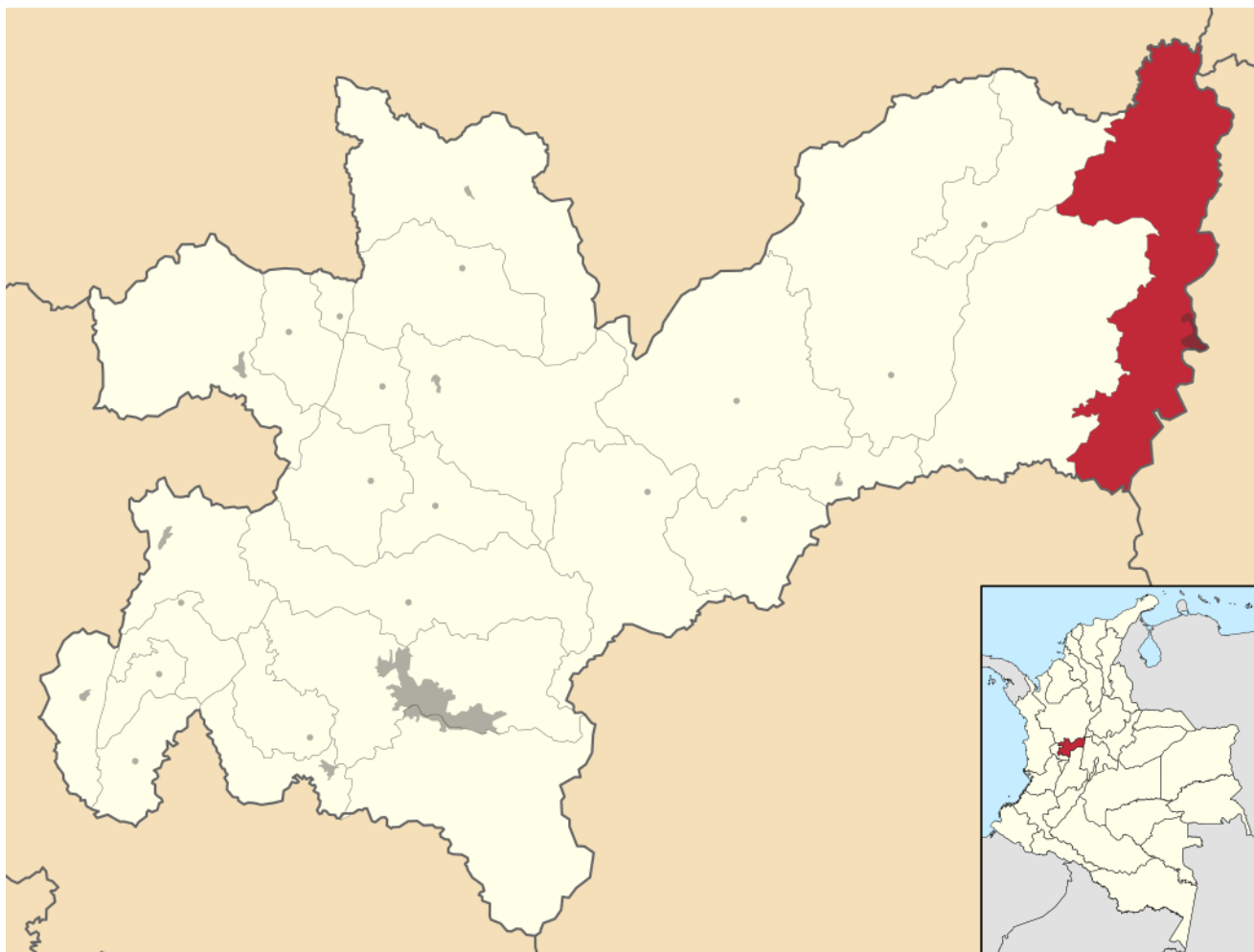


Imagen 1. Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/La_Dorada_\(Caldas\)](https://es.wikipedia.org/wiki/La_Dorada_(Caldas))

3.2 CLASIFICACIÓN DE VÍAS EN EL MUNICIPIO

Para la clasificación de vías del municipio de La Dorada, se revisa los perfiles tipos encontrados en PLAN BÁSICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL 2013-2027 LA DORADA - CALDAS , junto con los recorridos y muestras realizadas en el municipio dando como resultado las siguientes tablas:

CALLE	ZONA	DESCRIPCION DE VIA	Buenavista		
CLL 2 Buenavista	BUENAVISTA	via secundaria	CLL 10	CASCO URBANO	via principal y eje vial
CLL 3 Buenavista	BUENAVISTA	via secundaria	CLL 10 BIS	CASCO URBANO	via principal y eje vial
CLL 3A Buenavista	BUENAVISTA	via secundaria	CLL 11	CASCO URBANO	via principal y eje vial
CLL 4 Buenavista	BUENAVISTA	via secundaria	CLL 14A	CASCO URBANO	via primaria o colectora
CLL 4 Buenavista	BUENAVISTA	via secundaria	CLL 14B	CASCO URBANO	via primaria o colectora
CLL 5 Buenavista	BUENAVISTA	via secundaria	CLL 15	CASCO URBANO	via primaria o colectora
CRA 0 Buenavista	BUENAVISTA	via secundaria	CLL 16	CASCO URBANO	via secundaria
CRA 1 Buenavista	BUENAVISTA	via primaria o colectora	CLL 16A	CASCO URBANO	via secundaria
CRA 2 Buenavista	BUENAVISTA	via secundaria	CLL 16B	CASCO URBANO	via secundaria
CRA 3 Buenavista	BUENAVISTA	via secundaria	CLL 16C	CASCO URBANO	via secundaria
CRA 4 Buenavista	BUENAVISTA	via secundaria	CLL 17	CASCO URBANO	via secundaria
CRA 5 Buenavista	BUENAVISTA	via secundaria	CLL 17A	CASCO	via secundaria
CRA 6 Buenavista	BUENAVISTA	via secundaria			
CRA 7 Buenavista	BUENAVISTA	via secundaria			
CRA 8 Buenavista	BUENAVISTA	via secundaria			
Via ferrea	BUENAVISTA	via secundaria			

	URBANO				URBANO	
CLL 3 SUR	CASCO	via secundaria		CRA 19 NORTE	CASCO	via secundaria
	URBANO				URBANO	
CLL 42 NORTE	CASCO	via primaria o colectora		CRA 7 BIS	CASCO	via primaria o colectora
CLL 43 NORTE	CASCO	via principal y eje vial		Cra 9	URBANO	via secundaria
CLL 43 NORTE	CASCO	via primaria o colectora		DIAG 1	CASCO	via secundaria
CLL 43 NORTE	CASCO	via secundaria		DIAG 3	URBANO	
CLL 43A NORTE	CASCO	via secundaria		DIAG 4	CASCO	via primaria o colectora
	URBANO				URBANO	via secundaria
CLL 43A NORTE	CASCO	via secundaria		Via ferrea Rural 1	CASCO	via secundaria
	URBANO				URBANO	
CLL 44 NORTE	CASCO	via secundaria		Via ferrea urbana	CASCO	via secundaria
	URBANO				URBANO	
CLL 45 NORTE	CASCO	via secundaria		Via Norcasia-La dorada	CASCO	via principal y eje vial
	URBANO				URBANO	
CLL 46 NORTE	CASCO	via secundaria		CLL 1 RURAL 4	HORIZONTES	via primaria o colectora
	URBANO					
CLL 47 NORTE	CASCO	via primaria o colectora		CLL 2 RURAL 4	HORIZONTES	via secundaria
	URBANO				HORIZONTES	
CLL 48 NORTE	CASCO	via primaria o colectora		CRA 1 RURAL 4	HORIZONTES	via secundaria
	URBANO				HORIZONTES	
CLL 48 NORTE	CASCO	via primaria o colectora		CRA 2 RURAL 4	HORIZONTES	via secundaria
	URBANO				CRA 1 Rural 2	
CLL 49 NORTE	CASCO	via primaria o colectora		CRA 2 Rural 2	LA AGUSTINA	via primaria o colectora
	URBANO				LA AGUSTINA	
CLL 50 NORTE	CASCO	via secundaria		Via ferrea Rural 2	LA AGUSTINA	via primaria o colectora
	URBANO				LA AGUSTINA	
CLL 51 NORTE	CASCO	via secundaria		CRA 1 Rural 3	LAS CAMELIAS	via primaria o colectora
	URBANO				LAS CAMELIAS	
CLL 51A NORTE	CASCO	via secundaria		CRA 2 Rural 3	LAS CAMELIAS	via principal y eje vial
	URBANO					
CLL 52 NORTE	CASCO	via secundaria		CLL 1 Purnio	PURNIO	via secundaria
	URBANO				PURNIO	
CLL 53 NORTE	CASCO	via secundaria		CRA 1 Purnio	PURNIO	via primaria o colectora
	URBANO				PURNIO	
CLL 54 NORTE	CASCO	via secundaria		CRA 1 Purnio	PURNIO	via primaria o colectora
	URBANO				PURNIO	
CLL 55 NORTE	CASCO	via secundaria		CRA 2 Purnio	PURNIO	via secundaria
	URBANO			Via ferrea Purnio	PURNIO	via secundaria
CLL 56 NORTE	CASCO	via secundaria				
	URBANO					
CRA 10 NORTE	CASCO	via secundaria		CALLE	ANCHO VIA	TIPO VIA
	URBANO			CLL 2 Buenavista	5	m5
CRA 11 NORTE	CASCO	via secundaria		CLL 3 Buenavista	5	m5
	URBANO			CLL 3A Buenavista	5	m5
CRA 12 NORTE	CASCO	via secundaria		CLL 4 Buenavista	5	m5
	URBANO			CLL 4 Buenavista	5	m5
CRA 13 NORTE	CASCO	via secundaria		CLL 5 Buenavista	5	m5
	URBANO			CRA 0 Buenavista	5	m5
CRA 13C	CASCO	via primaria o colectora		CRA 1 Buenavista	6	m4
	URBANO			CRA 2 Buenavista	5	m5
CRA 14	CASCO	via primaria o colectora		CRA 3 Buenavista	5	m5
	URBANO			CRA 4 Buenavista	5	m5
CRA 14 NORTE	CASCO	via secundaria		CRA 5 Buenavista	5	m5
	URBANO			CRA 6 Buenavista	5	m5
CRA 14A	CASCO	via primaria o colectora		CRA 7 Buenavista	5	m5
	URBANO			CRA 8 Buenavista	5	m5
CRA 15 NORTE	CASCO	via secundaria		Via ferrea Buenavista	5	m5
	URBANO			CLL 10	6	m3
CRA 16	CASCO	via secundaria		CLL 10 BIS	6	m3
	URBANO			CLL 11	7	m3
CRA 16 NORTE	CASCO	via secundaria		CLL 14A	5	m4
	URBANO			CLL 14B	5	m4
CRA 17	CASCO	via secundaria				
	URBANO					
CRA 17 NORTE	CASCO	via secundaria				
	URBANO					
CRA 18 NORTE	CASCO	via secundaria				

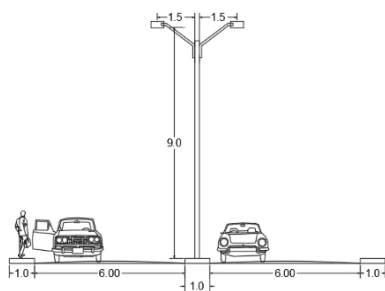
CLL 15	5	m4
CLL 16	5	m5
CLL 16A	5	m5
CLL 16B	5	m5
CLL 16C	5	m5
CLL 17	5	m5
CLL 17A	5	m5
CLL 3 SUR	5	m5
CLL 42 NORTE	6	m4
CLL 43 NORTE	5	m3
CLL 43 NORTE	5	m4
CLL 43 NORTE	5	m5
CLL 43A NORTE	5	m5
CLL 43A NORTE	5	m5
CLL 44 NORTE	5	m5
CLL 45 NORTE	5	m5
CLL 46 NORTE	5	m5
CLL 47 NORTE	5	m4
CLL 48 NORTE	5	m4
CLL 48 NORTE	5	m4
CLL 49 NORTE	5	m4
CLL 50 NORTE	5	m5
CLL 51 NORTE	5	m5
CLL 51A NORTE	5	m5
CLL 52 NORTE	5	m5
CLL 53 NORTE	5	m5
CLL 54 NORTE	5	m5
CLL 55 NORTE	5	m5
CLL 56 NORTE	5	m5
CRA 10 NORTE	5	m5
CRA 11 NORTE	5	m5
CRA 12 NORTE	5	m5
CRA 13 NORTE	5	m5
CRA 13C	5	m4
CRA 14	5	m4
CRA 14 NORTE	5	m5
CRA 14A	5	m4
CRA 15 NORTE	5	m5
CRA 16	5	m5
CRA 16 NORTE	5	m5
CRA 17	5	m5
CRA 17 NORTE	5	m5
CRA 18 NORTE	5	m5
CRA 19 NORTE	5	m5
CRA 7 BIS	5	m4
Cra 9	5	m5
DIAG 1	5	m5
DIAG 3	5	m4
DIAG 4	5	m5
Via ferrea Rural 1	5	m5
Via ferrea urbana	5	m5
Via Norcasia-La dorada	6	m3
CLL 1 RURAL 4	6	m4
CLL 2 RURAL 4	5	m5
CRA 1 RURAL 4	5	m5
CRA 2 RURAL 4	5	m5
CRA 1 Rural 2	5	m4
CRA 2 Rural 2	5	m4
Via ferrea Rural 2	5	m4

CRA 1 Rural 3	6	m4
CRA 2 Rural 3	7	m3
CLL 1 Purnio	5	m5
CRA 1 Purnio	5	m4
CRA 1 Purnio	6	m4
CRA 2 Purnio	5	m5
Via ferrea Purnio	5	m5

Luego de validar la información del POT, la revisión en campo de los levantamientos de Caracterización de Vías (Informe Anexo G) donde se valida la velocidad de cada vía, tipo y características generales se procede a Clasificar las vías del municipio, se presenta en el Anexo D del presente documento Estudio Técnico de Referencia, se presenta plano de la clasificación de vías del municipio de La Dorada, en resumen La Dorada cuenta con:

NUMERO	PERFIL	DISPOSICIÓN	interdistancia	TIPO DE VÍA	DIRECCIÓN REFERENCIA	LATITUD	LONGITUD
1	PERFIL 27W M4 6.6U	Unilateral	27	M4	CARRERA 1 CON CALLE 43 Y 43	5.478421	-74.669307
2	PERFIL 37W M4 7.6U	Unilateral	35	M4	ENTRADA A CIUDADELA XVI DE JULIOE	5.47993	-74.67661
3	PERFIL 37W M4 7.6U	Unilateral	25	M4	VIA BUENAVISTA LA DORADA, INTERSECCIÓN CON CARRERA 5a Y CARRERA 4a	5.7659	-74.675256
4	PERFIL 70W M3 7.6M	Unilateral	28	M3	CALLE 10, INTERSECCIÓN CON CARRERA 2	5.450369	-74.661665
5	PERFIL 70W M3 7.6U	Unilateral	36	M3	CARRERA 2 ENTRE CALLE 3 SUR Y CALLE 2 SUR	5.44478	-74.657604
6	PERFIL 103W M3 9.4CD	CENTRAL DOBLE	45	M3	CARRERA NORCASIA- LA DORADA, ADYACENTE CALLE 34A	5.475836	-74.669584
7	PERFIL 103W M3 9.4CD	CENTRAL DOBLE	44	M3	ruta NACIONAL 45, DIAGONAL A COLTOLIMA LA DORADA	5.462197	-74.668431
8	PERFIL 103W M3 9.4U	Unilateral	34	M3	CALLE 32 CON INTERSECCIÓN CON CARRERA 3a	5.467428	-74.666564
9	PERFIL 103W M3 9.4UA	Unilateral	44	M3	CALLE 24, INTERSECCIÓN CON CARRERA 6 DIAGONAL CON DISTACOM LA VARIANTE	5.461638	-74.668648
10	PERFIL 103W M3 9.4UB	Unilateral	30	M3	CALLE 32 ENTRE CARRERA 4 Y CARRERA 3	5.467027	-74.666831

Perfil 103W M3 9.4CD



Descripción:

Ancho de vía: 6 metros

Tipo de vía: M3

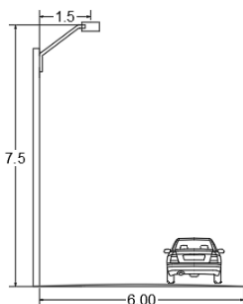
Altura de luminaria: 9 metros

Disposición de las luminarias: central doble

Andenes laterales : 1 metro

Anden central: 1 metro

Perfil 70W M3 7.6U



Descripción:

Ancho de vía: 6 metros

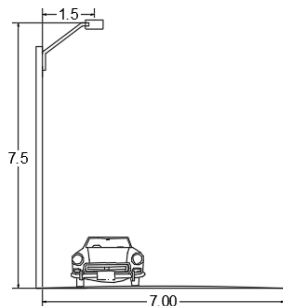
Tipo de vía: M3

Altura de luminaria: 7.6 metros

Disposición de las luminarias: unilateral

Andenes laterales : 1 metro

Perfil 70W M3 7.6U



Descripción:

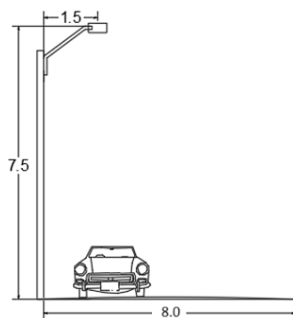
Ancho de vía: 6 metros

Tipo de vía: M3

Altura de luminaria: 7.5 metros

Disposición de las luminarias: unilateral

Perfil 103W M3 9.4U



Descripción:

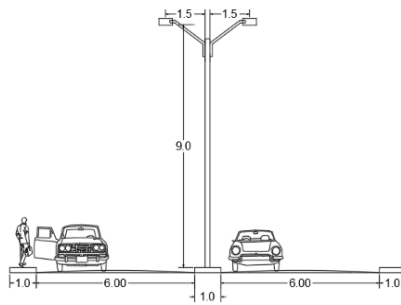
Ancho de vía: 8 metros

Tipo de vía: M3

Altura de luminaria: 9.4 metros

Disposición de las luminarias: unilateral

Perfil 103W M3 9.4CD



Descripción:

Ancho de vía: 6 metros

Tipo de vía: M3

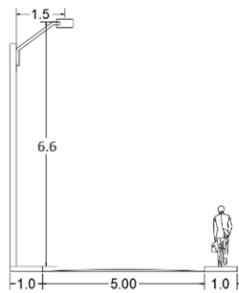
Altura de luminaria: 9 metros

Disposición de las luminarias: central doble

Andenes laterales : 1 metro

Anden central: 1 metro

Perfil 27W M4



Descripción:

Ancho de vía: 5 metros

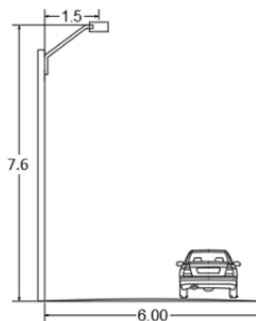
Tipo de vía: M4

Altura de luminaria: 6.6 metros

Disposición de las luminarias: unilateral

Andenes laterales : 1 metro

Perfil 37W M4 7.6U



Descripción:

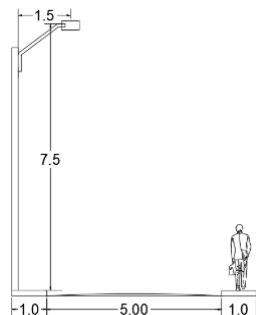
Ancho de vía: 6 metros

Tipo de vía: M4

Altura de luminaria: 7.6 metros

Disposición de las luminarias: unilateral

Perfil 37W M5 7.6U



Descripción:

Ancho de vía: 5 metros

Tipo de vía: M5

Altura de luminaria: 7.5 metros

Disposición de las luminarias: unilateral

Andenes laterales : 1 metro

3.3 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

Para el diseño de iluminación del municipio de La Dorada, se debe identificar las características propias y esenciales para las simulaciones, de acuerdo a lo establecido en el reglamento RETILAP.

- 3.3.1. Georeferenciación: Se utiliza herramienta de georeferenciación, por ejemplo, Google Maps y Earth, GPS junto levantamiento de campo.
Ejercicio: Se verifica ubicación exacta de cada vía/zona a verificar para poder darle una asignación como muestra para en campo realizar la caracterización.
- 3.3.2. Nomenclatura: Nombre de la vía/zona.
Ejercicio: luego de georeferenciada la vía/zona se procede a comparar ubicación con la cartografía oficial del municipio aterrizada en el POT.
- 3.3.3. Velocidad de la Vía: Verificación de señales de velocidad existente.
Ejercicio: Determinar la velocidad máxima permitida por la ley de la vía.
- 3.3.4. Importancia de la vía: Tipo de vía según POT.
Ejercicio: se debe validar por medio del POT, nombre clasificatorio de la Vía, por ejemplo, vía Principal, secundaria o terciaria, la cual va directamente al tránsito de vehículos, junto con este y el anterior ítem se establece tipo de vía a designar para simular.
- 3.3.5. Altura de Poste actuales: Verificación por medio de visita a campo la altura de los postes, y promedio libre disponible.
Ejercicio: a través del Levantamiento de campo realizado, validar en placa características de los postes para definir altura típica para el perfil.
- 3.3.6. Tipo de Material de la Vía: Inspección visual de material que existe en la vía/zona.
Ejercicio: Identificar si la vía es de tipo R2 (Asfalto, Qo 0.07) o R3 (Concreto, Qo 0.07), lo cual afecta la reflectancia reflejada en el pavimento, por ende, los niveles de iluminación necesaria.
- 3.3.7. Andenes Peatonales, Ciclorrutas y Zonas de Descanso: Identificar y señalar estas zonas para validar parámetros a cumplir.
Ejercicios: en cada caracterización de vía/zona identificar y señalar las medidas de andenes, ciclorrutas y zonas de descanso, su ubicación geográfica y tratar como zonas de importancia debido al paso peatonal, el cual implica, mantener el nivel adecuado de iluminación que se traduce en seguridad peatonal.
- 3.3.8. Zonas Críticas: Evaluación de riesgos y análisis de Tráfico.
Ejercicio: Validar existencia de zonas críticas dentro del municipio, como intersecciones, cruces, intercambiadores, cruces, etc; zonas que deben ser clasificadas como áreas C y que requieren un nivel diferente a las vías vehiculares.

4. EVALUACIÓN TÉCNICA Y DISEÑO FOTOMÉTRICO

Para la planificación de la iluminación del municipio de La Dorada se utilizó el software Dialux Evo, que permitió evaluar cada perfil establecido. En esta evaluación, se contrastaron los resultados teóricos con los obtenidos en cada una de la simulación de los perfiles, de acuerdo con RETILAP.

4.1 CALCULO FACTOR DE MANTENIMIENTO

Todo diseño de un sistema de iluminación debe considerar el factor de mantenimiento. El esquema de iluminación se debe diseñar teniendo en cuenta un factor de mantenimiento general (fm) calculado para cada equipo de iluminación seleccionado, el entorno y el programa de mantenimiento especificado, de acuerdo con la ISO/CIE TS 22012.

El diseñador debe:

- 1) Establecer el fm y documentar todas las suposiciones realizadas en la obtención de este valor.
- 2) Especificar el equipo de iluminación adecuado para el entorno de la aplicación.
- 3) Elaborar un programa de mantenimiento completo que incluya la frecuencia de sustitución de las fuentes luminosas y luminarias, los intervalos de limpieza de luminarias (difusor/ópticas), de las superficies del espacio, habitaciones, locales o espacios a iluminar y especificar el método de limpieza, entre otros.

A efectos de obtener más información sobre la obtención del fm para sistemas eléctricos de iluminación interior, se puede acudir a la norma CIE 97.

El factor de mantenimiento se determina mediante la siguiente ecuación 1: fm

$$= fLF \times fS \times fLM \times fSM \text{ Ecuación 1}$$

fLM es el factor de mantenimiento (ensuciamiento) de la luminaria,

fSM es el factor de mantenimiento (ensuciamiento) de la superficie.

Para ello, se deben aplicar las siguientes definiciones:

Factor de (depreciación) flujo luminoso (fLF): Expresa la depreciación del flujo luminoso a lo largo del tiempo debido al envejecimiento de la fuente luminosa o luminaria durante el funcionamiento normal (excluyendo factores externos). Se define como la relación entre el flujo luminoso depreciado (en un momento dado de su vida) y su flujo luminoso inicial.

Factor de supervivencia (fS): Expresa la probabilidad de que la fuente luminosa y/o luminaria continúen funcionando en un momento dado.

Factor de mantenimiento de la luminaria (fLM): Expresa la salida relativa de la luminaria debido a la suciedad depositada sobre las fuentes luminosas, componentes ópticos u otros componentes que influyen en el rendimiento de la luminaria.

Factor de mantenimiento de la superficie (fSM): La depreciación de la reflexión de la superficie se tendrá en cuenta mediante el factor de mantenimiento de la superficie. Para aplicaciones en interiores, se refiere a todas las superficies reflectantes relevantes, como paredes y techos. Este factor se basa en la distribución de la luminaria, la reflectancia de las superficies principales (techo / pared / suelo), la categoría de contaminación ambiental y el intervalo de renovación de la superficie.

Por lo general, en exteriores, las paredes y/o techos no se tienen en cuenta en el diseño de iluminación (es decir, la reflexión de la luz sobre estas superficies no se considera dentro de los resultados de cálculo), el factor de mantenimiento de la superficie, fSM, generalmente se establece en 1,00.

De acuerdo con la última actualización de RETILAP, cada simulación se trabaja según lo establecido para cada tipo de vía.

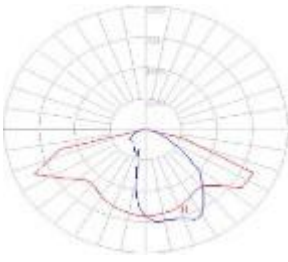
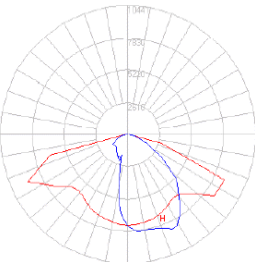
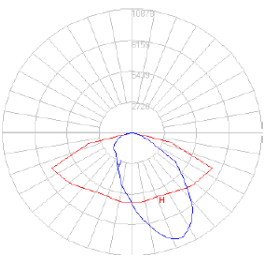
4.2 ASPECTOS TECNICOS DEL PRODUCTO

Cada uno de los perfiles del municipio se valido con tres tipos de luminarias de diferentes fabricantes, las cuales a continuación se muestran por fabricante.

ROY ALPHA, con las siguientes características:

TECNOLOGÍA	FLUJO LUMINOSO (LM)	EFICACIA (LM/W)	REFERENCIA
LED	3738	138.4	RALED I
LED	5180	148	RALED II
LED	6764	136.5	RALED II
LED	14710	142.8	RALED II
LED	18054	141	RALED II

Tabla 11. Características luminaria ROY ALPHA.

LUMINARIA ROY ALPHA				
ITEM	DESCRIPCIÓN	RALED I	RALED II	RALED II
2.1	Vida Útil	L70B10 100.000 horas	L70B10 100.000 horas	L70B10 100.000 horas
2.2	Curvas polares			
2.3	potencia de la luminaria W	27	35 - 57 - 128	103
2.4	Eficiencia Lm/W	138.44	148 - 139.5 - 141	142.8
2.5	Flujo Luminoso	3738	5180 - 7603 - 18054	14710
2.6	Tensión de Alimentación	120-277	120-277	120-278
2.7	Clase Eléctrica	Clase I	Clase I	Clase I

2.8	Temperatura de color ENTRE 4000 A 4500K	4000K	4000K	4000K
2.9	Índice de reproducción cromática CRI >70	70	70	70
2.10	IP>66 e IK 0.8 es aceptable	IP 66 IK08	IP 66 IK09 IK08	IP 66 IK09 IK09
2.11	Certificaciones y homologación que normas cumple	ISO 9001: 2015 ISO 14001: 2015 OHSAS 18001: 2007	ISO 9001: 2015 ISO 14001: 2015 OHSAS 18001: 2007	ISO 9001: 2015 ISO 14001: 2015 OHSAS 18001: 2008

Tabla 12. Características técnicas ROY ALPHA.

PHILIPS, con las siguientes características:

TECNOLOGÍA	FLUJO LUMINOSO (LM)	EFICACIA (LM/W)	REFERENCIA
LED	5760	146.6	BGP761x LED64-4S
LED	6760	150.6	BGP761x LED109-4S
LED	14240	151.5	BGP762x LED159-4S
LED	16580	150.6	BGP762x LED220-4S

Tabla13. Características luminarias PHILIPS.

LUMINARIA PHILIPS					
ITEM	DESCRIPCIÓN	BGP761 x LED64- 4S	BGP761 x LED109-4S	BGP762 x LED159-4S	BGP762 x LED220-4S
2.1	Vida Útil	L70 100.000 horas	L70 100.000 horas	L70 100.000 horas	L70 100.000 horas

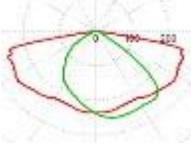
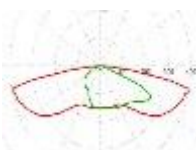
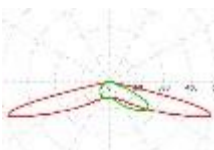
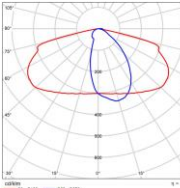
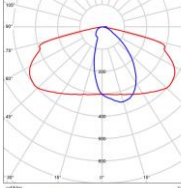
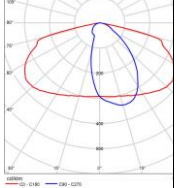
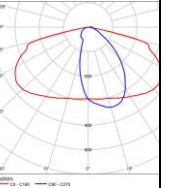
2.2	Curvas polares				
2.3	potencia de la luminaria W	38.5	65	94	130
2.4	Eficiencia Lm/W	149.6	150	151.5	150.6
2.5	Flujo Luminoso	5760	9790	14240	19580
2.6	Tensión de Alimentación	220-240	220-240	220-240	220-240
2.7	Número de Leds	64	109	159	220
2.8	Clase Eléctrica	Clase I	Clase I	Clase I	Clase I
2.9	Temperatura de color ENTRE 4000 A 4500K	4000K	4000K	4000K	4000K
2.10	Indice de reproducción cromática CRI >80	70	70	70	70
2.11	IP>66 e IK 0.8 es aceptable	IP 66 IK09 IK09	IP66 IK09	IP66 IK09	IP66 IK09
2.12	Certificaciones y homologaciones que cumple	ISO 9001	ISO 9001	ISO 9001	ISO 9001

Tabla 14. Características técnicas PHILIPS.

Schreder, con las siguientes características:

TECNOLOGÍA LUMINARIA	FLUJO LUMINOSO (LM)	EFICACIA (LM/W)	REFERENCIA
LED	4622 lm	148.8 lm/W	IZYLUM 3 5301 40 LEDs@200mA CW 757 230V 00-36-646 Back Light
LED	10352 lm	131.7 lm/W	IZYLUM 3 5301 40 LEDs@500mA CW 757 230V 00-36-649 Back Light
LED	6933 lm	153.1 lm/W	IZYLUM 3 5301 60 LEDs@200mA CW 757 230V 00-36-649 Back Light
LED	15517 lm	134.7 lm/W	IZYLUM 3 5301 60 LEDs@500mA CW 757 230V 00-36-982 Back Light

Tabla15. Características de las luminarias Sylvania.

ITEM	DESCRIPCIÓN	IZYLUM 3 5301 40 LEDs@200mA CW 757 230V 00-36-646 Back Light	IZYLUM 3 5301 40 LEDs@500mA CW 757 230V 00-36-649 Back Light	IZYLUM 3 5301 60 LEDs@200mA CW 757 230V 00-36-649 Back Light	IZYLUM 3 5301 60 LEDs@500mA CW 757 230V 00-36-982 Back Light
2.1	Vida Util	100000	100000	100000	100000
2.2	Curvas polares				
2.3	potencia de la luminaria W	24.3	61.5	35.4	90

2.4	Eficiencia Lm/W	148.8	131.7	153.1	134.7
2.5	Flujo Luminoso	4622	8101	6933	15517
2.6	Tensión de Alimentación	100-277	100-277	100-277	100-277
2.8	Clase Eléctrica	Clase I	Clase I	Clase I	Clase I
2.9	Temperatura de color r ENTRE 4000 A 4500K	4000K	4000K	4000K	4000K
2.10	Índice de reproducción cromática CRI >80	>70	>70	>70	>70
2.11	IP>66 e IK 0.8 es aceptable	IP 66 IK08 IK08	IP 66 IK08 IK08	IP 66 IK08 IK08	IP 66 IK08 IK08
2.12	Certificaciónes y homologación que norma s cumple	ISO 9001	ISO 9001	ISO 9001	ISO 9001

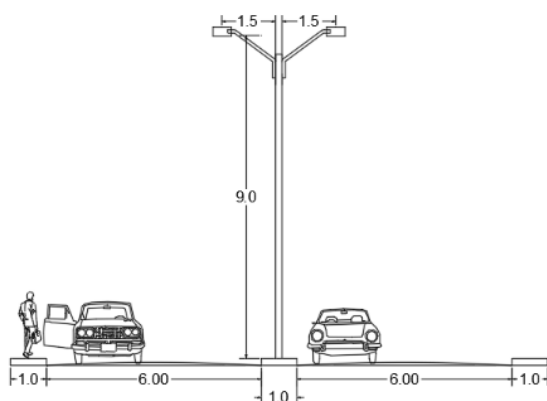
Tabla 16. Características técnicas SYLVANIA.

4.3 SIMULACIONES

Las simulaciones de cada perfil se realizaron por medio del software de iluminación Dialux Evo 12.1 de acuerdo con las especificaciones de cada perfil muestra realizado en el municipio, mostrado en el apartado “3.2 Clasificación de vías del Municipio, Tabla 8 Perfiles del municipio.” Junto con las otras características mostradas a continuación:

Dentro de cada perfil se ajustan los únicos parámetros que se pueden mover como lo son el montaje de altura de las luminarias, el brazo y el ángulo de inclinación de cada una, dando como resultado los siguientes perfiles con sus respectivos resultados en la tabla posterior

ROY ALPHA
 Perfil 103W M3 9.4CD



Descripción:

Ancho de vía: 6 metros

Tipo de vía: M3

Altura de luminaria: 9 metros

Disposición de las luminarias: central doble

Andenes laterales: 1 metro

Anden central: 1 metro

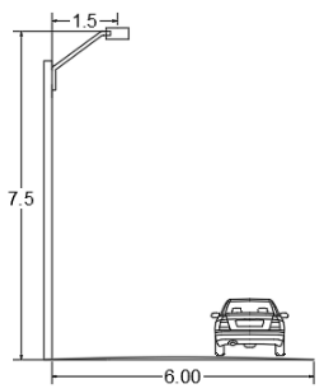
Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.86.

	Tamaño	Calculado	Nominal
Camino peatonal 2 (P4)	E_m	17.29 lx	[5.00 - 7.50] lx
	E_{min}	8.06 lx	≥ 1.00 lx
Calzada 2 (M3)	L_m	1.42 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²
	U_o	0.49	≥ 0.40
	U_l	0.52	≥ 0.60
	TI	14 %	≤ 15 %
	R_{BI}	0.73	≥ 0.30
Calzada 1 (M3)	L_m	1.44 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²
	U_o	0.45	≥ 0.40
	U_l	0.52	≥ 0.60
	TI	14 %	≤ 15 %
	R_{BI}	0.73	≥ 0.30
Camino peatonal 1 (P4)	E_m	17.29 lx	[5.00 - 7.50] lx
	E_{min}	8.06 lx	≥ 1.00 lx

Perfil 70W M3 7.6U



Descripción:

- Ancho de vía: 6 metros
- Tipo de vía: M3
- Altura de luminaria: 7.6 metros
- Disposición de las luminarias: unilateral
- Andenes laterales: 1 metro

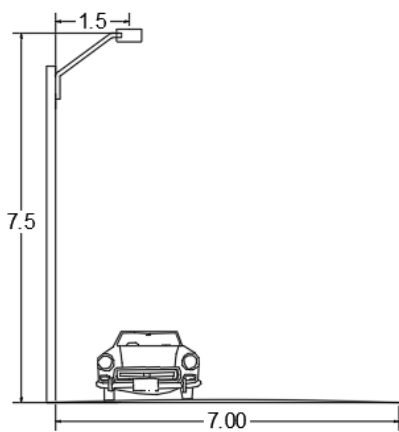
Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.86.

	Tamaño	Calculado	Nominal
Calzada 1 (M3)	L _m	1.65 cd/m²	≥ 1.00 cd/m²
	U ₀	0.54	≥ 0.40
	U ₁	0.72	≥ 0.60
	TI	10 %	≤ 15 %
	R _{gl}	0.40	≥ 0.30

Perfil 70W M3 7.6U



Descripción:

- Ancho de vía: 6 metros
- Tipo de vía: M3
- Altura de luminaria: 7.5 metros
- Disposición de las luminarias: unilateral

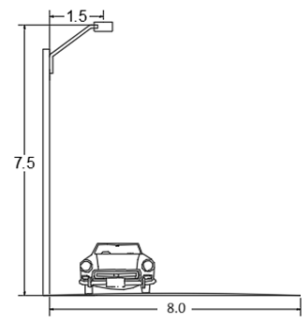
Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.86.

	Tamaño	Calculado	Nominal
Calzada 1 (M3)	L _m	1.09 cd/m²	≥ 1.00 cd/m²
	U _b	0.49	≥ 0.40
	U _l	0.50	≥ 0.60
	TI	14 %	≤ 15 %
	R _{gl}	0.33	≥ 0.30

Perfil 103W M3 9.4U



Descripción:

Ancho de vía: 8 metros

Tipo de vía: M3

Altura de luminaria: 9.4 metros

Disposición de las luminarias: unilateral

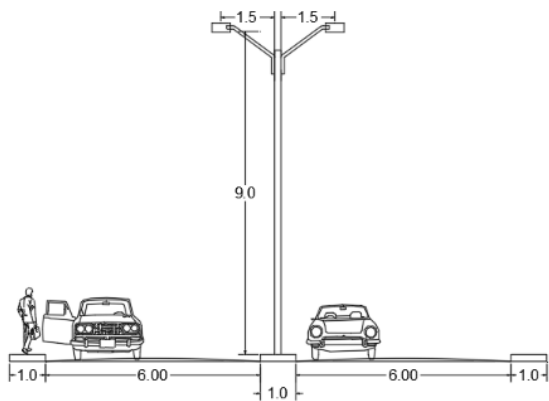
Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.86.

	Tamaño	Calculado	Nominal
Calzada 1 (M3)	L _m	1.63 cd/m²	≥ 1.00 cd/m²
	U _o	0.49	≥ 0.40
	U _l	0.59	≥ 0.60
	Tl	15 %	≤ 15 %
	R _{gl}	0.31	≥ 0.30

Perfil 103W M3 9.4CD



Descripción:

- Ancho de vía: 6 metros
- Tipo de vía: M3
- Altura de luminaria: 9 metros
- Disposición de las luminarias: central doble
- Andenes laterales: 1 metro
- Anden central: 1 metro

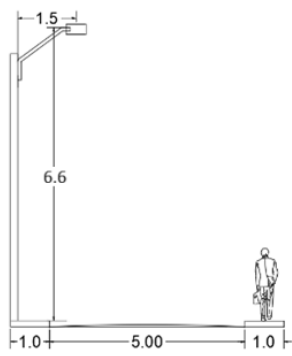
Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.86.

	Tamaño	Calculado	Nominal
Camino peatonal 2 (P4)	E _m	18.93 lx	[5.00 - 7.50] lx
	E _{min}	7.87 lx	≥ 1.00 lx
Calzada 2 (M3)	L _m	1.61 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²
	U _o	0.47	≥ 0.40
	U _l	0.48	≥ 0.60
	TI	14 %	≤ 15 %
	R _{EI}	0.78	≥ 0.30
Calzada 1 (M3)	L _m	1.63 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²
	U _o	0.44	≥ 0.40
	U _l	0.46	≥ 0.60
	TI	14 %	≤ 15 %
	R _{EI}	0.78	≥ 0.30
Camino peatonal 1 (P4)	E _m	18.93 lx	[5.00 - 7.50] lx
	E _{min}	7.87 lx	≥ 1.00 lx

Perfil 27W M4



Descripción:

Ancho de vía: 5 metros
Tipo de vía: M4
Altura de luminaria: 6.6 metros
Disposición de las luminarias: unilateral
Andenes laterales: 1 metro

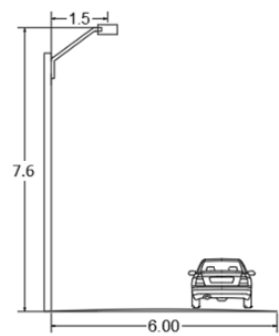
Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.87.

	Tamaño	Calculado	Nominal
Camino peatonal 2 (P4)	E _m	9.06 lx	[5.00 - 7.50] lx
	E _{min}	5.23 lx	≥ 1.00 lx
Calzada 1 (M4)	L _m	0.79 cd/m ²	≥ 0.75 cd/m ²
	U _o	0.54	≥ 0.40
	U _l	0.68	≥ 0.60
	TI	10 %	≤ 15 %
	R _{gl}	0.39	≥ 0.30
Camino peatonal 1 (P4)	E _m	6.12 lx	[5.00 - 7.50] lx
	E _{min}	4.02 lx	≥ 1.00 lx

Perfil 37W M4 7.6U



Descripción:

Ancho de vía: 6 metros
Tipo de vía: M4
Altura de luminaria: 7.6 metros
Disposición de las luminarias: unilateral

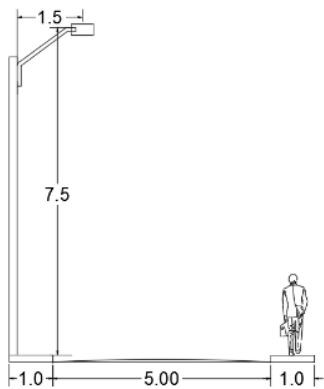
Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.87.

	Tamaño	Calculado	Nominal
Camino peatonal 2 (P4)	E _m	11.15 lx	[5.00 - 7.50] lx
	E _{min}	7.98 lx	≥ 1.00 lx
Calzada 1 (M4)	L _m	0.99 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²
	U _o	0.57	≥ 0.40
	U _l	0.76	≥ 0.60
	TI	9 %	≤ 15 %
	R _{gl}	0.40	≥ 0.30
Camino peatonal 1 (P4)	E _m	8.95 lx	[5.00 - 7.50] lx
	E _{min}	6.11 lx	≥ 1.00 lx

Perfil 37W M5 7.6U



Descripción:

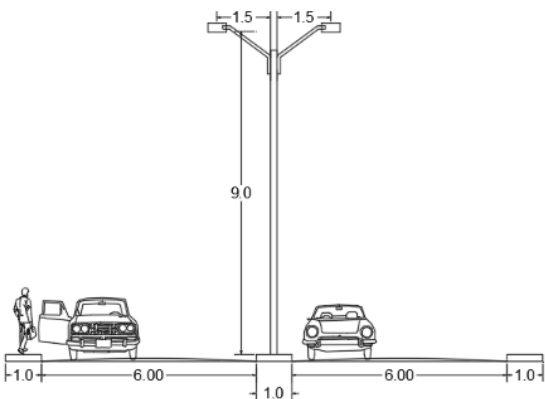
- Ancho de vía: 5 metros
- Tipo de vía: M5
- Altura de luminaria: 7.5 metros
- Disposición de las luminarias: unilateral
- Andenes laterales: 1 metro

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación
Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.88.

	Tamaño	Calculado	Nominal
Camino peatonal 2 (P4)	E_m	9.55 lx	[5.00 - 7.50] lx
	E_{min}	4.34 lx	≥ 1.00 lx
Calzada 1 (M4)	L_m	0.77 cd/m ²	≥ 0.75 cd/m ²
	U_o	0.50	≥ 0.40
	U_l	0.52	≥ 0.60
	TI	10 %	≤ 15 %
	R_{EI}	0.44	≥ 0.30
Camino peatonal 1 (P4)	E_m	6.48 lx	[5.00 - 7.50] lx
	E_{min}	3.45 lx	≥ 1.00 lx

PHILIPS
Perfil 103W M3 9.4CD



Descripción:

- Ancho de vía: 6 metros
- Tipo de vía: M3
- Altura de luminaria: 9 metros
- Disposición de las luminarias: central doble
- Andenes laterales: 1 metro
- Anden central: 1 metro

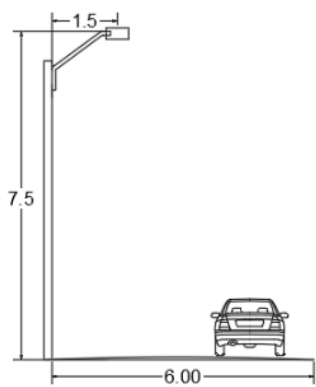
Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.86.

	Tamaño	Calculado	Nominal
Camino peatonal 2 (P4)	E_m	13.51 lx	[5.00 - 7.50] lx
	E_{min}	8.38 lx	≥ 1.00 lx
Calzada 2 (M3)	L_m	1.30 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²
	U_o	0.49	≥ 0.40
	U_l	0.44	≥ 0.60
	TI	19 %	≤ 15 %
	R_{gl}	0.85	≥ 0.30
Calzada 1 (M3)	L_m	1.30 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²
	U_o	0.49	≥ 0.40
	U_l	0.44	≥ 0.60
	TI	19 %	≤ 15 %
	R_{gl}	0.85	≥ 0.30
Camino peatonal 1 (P4)	E_m	13.51 lx	[5.00 - 7.50] lx
	E_{min}	8.38 lx	≥ 1.00 lx

Perfil 70W M3 7.6U



Descripción:

- Ancho de vía: 6 metros
- Tipo de vía: M3
- Altura de luminaria: 7.6 metros
- Disposición de las luminarias: unilateral
- Andenes laterales: 1 metro

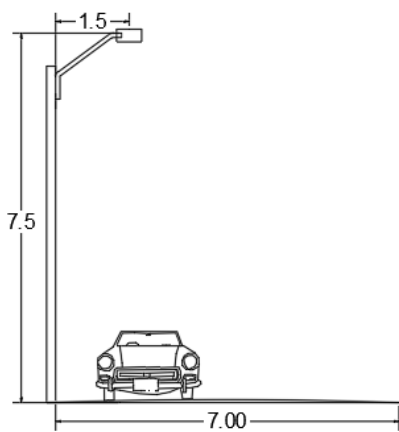
Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.86.

	Tamaño	Calculado	Nominal
Calzada 1 (M3)	L _m	1.67 cd/m²	≥ 1.00 cd/m²
	U ₀	0.65	≥ 0.40
	U _l	0.82	≥ 0.60
	TI	11 %	≤ 15 %
	R _{BT}	0.66	≥ 0.30

Perfil 70W M3 7.6U



Descripción:

- Ancho de vía: 6 metros
- Tipo de vía: M3
- Altura de luminaria: 7.5 metros
- Disposición de las luminarias: unilateral

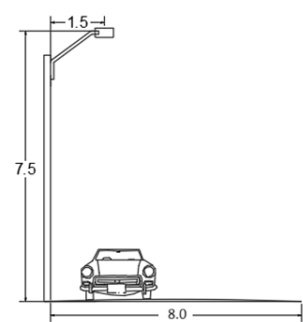
Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.86.

	Tamaño	Calculado	Nominal
Calzada 1 (M3)	L _m	1.09 cd/m²	≥ 1.00 cd/m²
	U _o	0.49	≥ 0.40
	U _i	0.50	≥ 0.60
	TI	14 %	≤ 15 %
	R _{gl}	0.33	≥ 0.30

Perfil 103W M3 9.4U



Descripción:

Ancho de vía: 8 metros
Tipo de vía: M3
Altura de luminaria: 9.4 metros
Disposición de las luminarias: unilateral

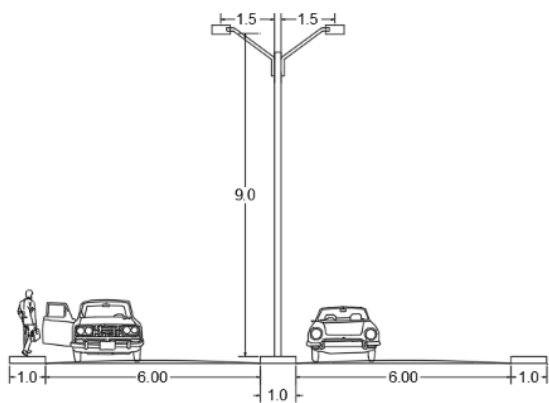
Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.86.

	Tamaño	Calculado	Nominal
Calzada 1 (M3)	L_m	1.08 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²
	U_o	0.58	≥ 0.40
	U_l	0.68	≥ 0.60
	TI	12 %	≤ 15 %
	R_{gl}	0.63	≥ 0.30

Perfil 103W M3 9.4CD



Descripción:

- Ancho de vía: 6 metros
- Tipo de vía: M3
- Altura de luminaria: 9 metros
- Disposición de las luminarias: central doble
- Andenes laterales: 1 metro
- Anden central: 1 metro

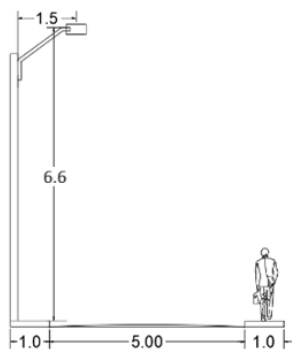
Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.86.

	Tamaño	Calculado	Nominal
Camino peatonal 2 (P4)	E _m	13.14 lx	[5.00 - 7.50] lx
	E _{min}	8.76 lx	≥ 1.00 lx
Calzada 2 (M3)	L _m	1.26 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²
	U ₀	0.52	≥ 0.40
	U ₁	0.47	≥ 0.60
	TI	18 %	≤ 15 %
	R ₀	0.78	≥ 0.30
Calzada 1 (M3)	L _m	1.26 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²
	U ₀	0.52	≥ 0.40
	U ₁	0.47	≥ 0.60
	TI	18 %	≤ 15 %
	R ₀	0.78	≥ 0.30
Camino peatonal 1 (P4)	E _m	13.14 lx	[5.00 - 7.50] lx
	E _{min}	8.76 lx	≥ 1.00 lx

Perfil 27W M4



Descripción:

Ancho de vía: 5 metros
Tipo de vía: M4
Altura de luminaria: 6.6 metros
Disposición de las luminarias: unilateral
Andenes laterales: 1 metro

Resumen (hacia EN 13201:2015)

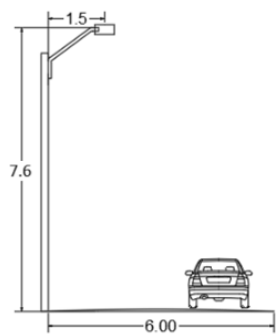
Resultados para campos de evaluación

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.87.

	Tamaño	Calculado	Nominal
Camino peatonal 2 (P4)	E_m	10.59 lx	[5.00 - 7.50] lx
	E_{min}	5.48 lx	≥ 1.00 lx
Calzada 1 (M4)	L_m	1.07 cd/m ²	≥ 0.75 cd/m ²
	U_o	0.55	≥ 0.40
	U_l	0.85	≥ 0.60
	TI	11 %	≤ 15 %
	$R_E^{(1)}$	0.61	-
Camino peatonal 1 (P4)	E_m	11.93 lx	[5.00 - 7.50] lx
	E_{min}	4.30 lx	≥ 1.00 lx

(1) Informativo, no es parte de la evaluación

Perfil 37W M4 7.6U



Descripción:

Ancho de vía: 6 metros
Tipo de vía: M4
Altura de luminaria: 7.6 metros
Disposición de las luminarias: unilateral

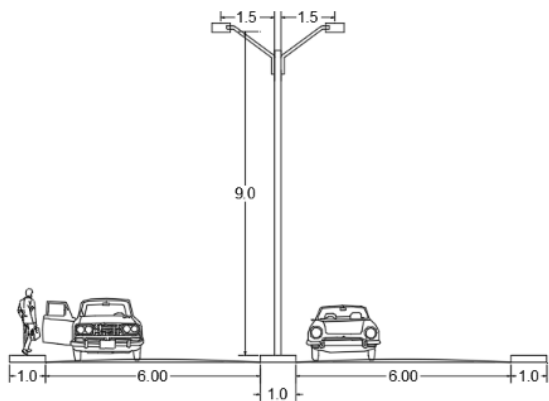
Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación
Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.87.

	Tamaño	Calculado	Nominal
Camino peatonal 2 (P4)	E _m	12.59 lx	[5.00 - 7.50] lx
	E _{min}	10.57 lx	≥ 1.00 lx
Calzada 1 (M4)	L _m	1.02 cd/m ²	≥ 0.75 cd/m ²
	U _o	0.67	≥ 0.40
	U _l	0.86	≥ 0.60
	TI	9 %	≤ 15 %
	R _{gl}	0.66	≥ 0.30
Camino peatonal 1 (P4)	E _m	11.41 lx	[5.00 - 7.50] lx
	E _{min}	5.64 lx	≥ 1.00 lx

SCHREDER

Perfil 103W M3 9.4CD



Descripción:

Ancho de vía: 6 metros
Tipo de vía: M3
Altura de luminaria: 9 metros
Disposición de las luminarias: central doble
Andenes laterales: 1 metro
Anden central: 1 metro

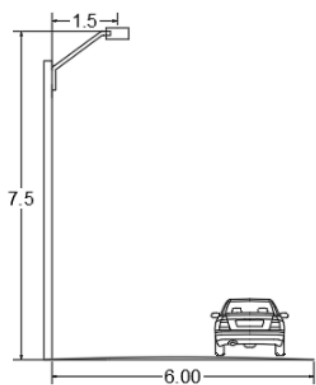
Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.86.

	Tamaño	Calculado	Nominal
Camino peatonal 2 (P4)	E_m	17.32 lx	[5.00 - 7.50] lx
	E_{min}	9.49 lx	≥ 1.00 lx
Calzada 2 (M3)	L_m	1.25 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²
	U_o	0.47	≥ 0.40
	U_l	0.60	≥ 0.60
	TI	12 %	≤ 15 %
	R_{gl}	0.62	≥ 0.30
Calzada 1 (M3)	L_m	1.25 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²
	U_o	0.47	≥ 0.40
	U_l	0.60	≥ 0.60
	TI	12 %	≤ 15 %
	R_{gl}	0.62	≥ 0.30
Camino peatonal 1 (P4)	E_m	17.32 lx	[5.00 - 7.50] lx
	E_{min}	9.49 lx	≥ 1.00 lx

Perfil 70W M3 7.6U



Descripción:

Ancho de vía: 6 metros

Tipo de vía: M3

Altura de luminaria: 7.6 metros

Disposición de las luminarias: unilateral

Andenes laterales: 1 metro

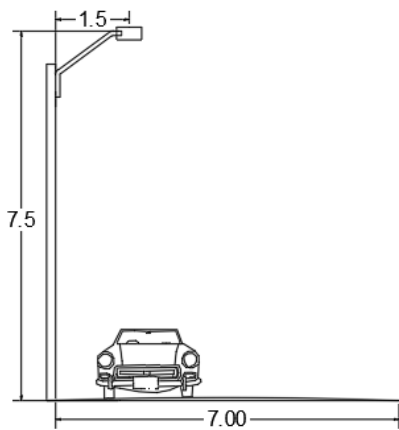
Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.86.

	Tamaño	Calculado	Nominal
Calzada 1 (M3)	L _m	1.88 cd/m²	≥ 1.00 cd/m²
	U _o	0.50	≥ 0.40
	U _i	0.81	≥ 0.60
	TI	11 %	≤ 15 %
	R _{gt}	0.29	≥ 0.30

Perfil 70W M3 7.6U



Descripción:

Ancho de vía: 6 metros
Tipo de vía: M3
Altura de luminaria: 7.5 metros
Disposición de las luminarias: unilateral

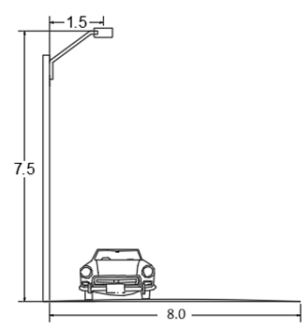
Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.86.

	Tamaño	Calculado	Nominal
Calzada 1 (M3)	L _m	1.88 cd/m²	≥ 1.00 cd/m²
	U ₀	0.50	≥ 0.40
	U ₁	0.81	≥ 0.60
	TI	11 %	≤ 15 %
	R ₀₅	0.29	≥ 0.30

Perfil 103W M3 9.4U



Descripción:

Ancho de vía: 8 metros
Tipo de vía: M3
Altura de luminaria: 9.4 metros
Disposición de las luminarias: unilateral

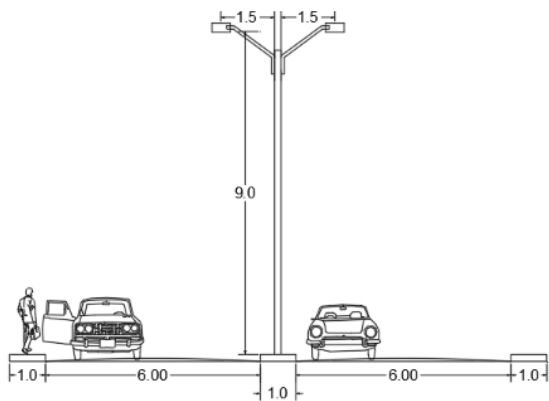
Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.86.

	Tamaño	Calculado	Nominal
Calzada 1 (M3)	L _m	1.84 cd/m²	≥ 1.00 cd/m²
	U ₀	0.21	≥ 0.40
	U _I	0.62	≥ 0.60
	TI	19 %	≤ 15 %
	R ₀	0.24	≥ 0.30

Perfil 103W M3 9.4CD



Descripción:

- Ancho de vía: 6 metros
- Tipo de vía: M3
- Altura de luminaria: 9 metros
- Disposición de las luminarias: central doble
- Andenes laterales: 1 metro
- Anden central: 1 metro

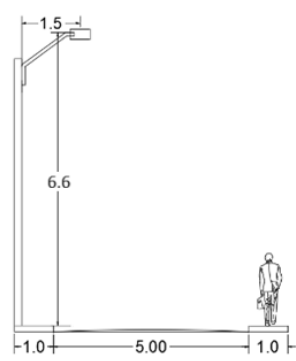
Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.86.

	Tamaño	Calculado	Nominal
Camino peatonal 2 (P4)	E_m	16.80 lx	[5.00 - 7.50] lx
	E_{min}	9.57 lx	≥ 1.00 lx
Calzada 2 (M3)	L_m	1.66 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²
	U_o	0.51	≥ 0.40
	U_l	0.60	≥ 0.60
	TI	12 %	≤ 15 %
	R_{gl}	0.56	≥ 0.30
Calzada 1 (M3)	L_m	1.66 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²
	U_o	0.51	≥ 0.40
	U_l	0.60	≥ 0.60
	TI	12 %	≤ 15 %
	R_{gl}	0.56	≥ 0.30
Camino peatonal 1 (P4)	E_m	16.80 lx	[5.00 - 7.50] lx
	E_{min}	9.57 lx	≥ 1.00 lx

Perfil 27W M4



Descripción:

Ancho de vía: 5 metros
Tipo de vía: M4
Altura de luminaria: 6.6 metros
Disposición de las luminarias: unilateral
Andenes laterales: 1 metro

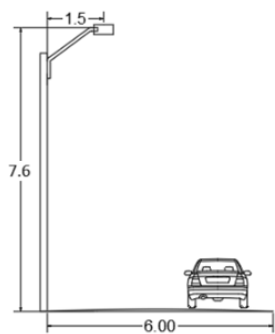
Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.87.

	Tamaño	Calculado	Nominal
Camino peatonal 2 (P4)	E _m	8.22 lx	[5.00 - 7.50] lx
	E _{min}	4.98 lx	≥ 1.00 lx
Calzada 1 (M4)	L _m	1.04 cd/m ²	≥ 0.75 cd/m ²
	U _o	0.56	≥ 0.40
	U _l	0.73	≥ 0.60
	TI	12 %	≤ 15 %
	R _g ⁽¹⁾	0.27	-
Camino peatonal 1 (P4)	E _m	6.87 lx	[5.00 - 7.50] lx
	E _{min}	1.67 lx	≥ 1.00 lx

Perfil 37W M4 7.6U



Descripción:

Ancho de vía: 6 metros

Tipo de vía: M4

Altura de luminaria: 7.6 metros

Disposición de las luminarias: unilateral

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.88.

	Tamaño	Calculado	Nominal
Camino peatonal 2 (P4)	E _m	11.14 lx	[5.00 - 7.50] lx
	E _{min}	6.87 lx	≥ 1.00 lx
Calzada 1 (M4)	L _m	1.07 cd/m ²	≥ 0.75 cd/m ²
	U ₀	0.52	≥ 0.40
	U ₁	0.64	≥ 0.60
	TI	12 %	≤ 15 %
	R _{gt}	0.33	≥ 0.30
Camino peatonal 1 (P4)	E _m	7.54 lx	[5.00 - 7.50] lx
	E _{min}	1.54 lx	≥ 1.00 lx

Análisis de Resultados

En la parte de Perfiles vehiculares se puede analizar que las tres referencias cumplen en las calzadas, se puede observar en cada uno de los resultados, algunos se van por exceso, sin embargo se mantiene el nivel de iluminación, en algunos Schreder maneja mejores niveles de iluminación sin embargo en aras de mantener una homogeneidad dentro del parque lumínico, esto se traduce en menos referencias variadas, lo que podría repercutir en trabajos de instalación mejor estructurados por zonas y mejor manejo para los planes y futuros mantenimientos, se recomienda el fabricante Roy Alpha, quien además de ser mas económico en referencia a Schreder y Philips maneja buenos niveles de iluminación para este proyecto que se propone, cumpliendo a su vez con lo exigido por el reglamento.