ESTUDIO TÉCNICO DE REFERENCIA DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL MUNICIPIO DE BECERRIL DEPARTAMENTO DEL CESAR - COLOMBIA



ELABORADO POR:
E&R ASESORES JURIDICOS SAS
CONTRATO PCMC No. 005 – 2025
AGOSTO 2025

Contenido

INTRODUCCIÓN 7
GLOSARIO DE TÉRMINOS 8
ASPECTOS GENERALES DEL SECTOR OBJETO DE ESTUDIO 10
1. Departamento del Cesar 10
1.1. Historia 11
1.2. Hidrografía 12
1.3. Clima 13
1.4. División Político-Administrativa 13
1.5. Economía 14
1.6. Demografía 15
2. Municipio de Becerril 16
2.1. Geografía 16
2.2. Población 17
2.3. División Político-Administrativa 18
2.4. Clima 19
2.5. Economía 20
2.6. Transporte Y Vías 21
2.7. Cobertura De Servicios 21
NORMATIVIDAD GENERAL Y JURISPRUDENCIA RELEVANTE APLICABLE AL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO-SAP 24
1. Normatividad General 24
2. Jurisprudencia Relevante 27
3. Marco Legal en Materia de Alumbrado Público 29
4. Resolución CREG 101 013 De 2022 33
4.1. Costo Máximo del Suministro de Energía Eléctrica para el SALP (CSEE) 34
4.2. Costo máximo de la Actividad de Inversión (CINV) 34
4.3. Costo máximo de la Actividad de Administración, Operación y Mantenimiento (CAOM) . 34
4.4. Otros Costos para la Prestación del Servicio del Alumbrado Público 36
CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO - SAP 38
1. Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP 38
1.1. Exigencias De Visibilidad Estipula Por El Reglamento Técnico De Iluminación Y Alumbrado Público – RETILAP 38
1.2. Cantidad y Calidad de Luz 39
1.3. Confiabilidad de la Percepción 39
1.4. Comodidad Visual 40
1.5. Relación de Alrededores 41
1.6. Evaluación Económica y Financiera 41
1.7. Uso Racional y Eficiente de la Energía 41
1.8. Condiciones Ambientales de la Localidad 42
1.9. Requerimientos de las Normas de Mobiliario Urbano 42

2. Aspectos Ambientales Para Considerar 42
2.1. Efectos Ambientales 42
2.2. Coexistencia de las Luminarias con los Árboles en las Vías 46
2.3. Uso Racional de Energía 47
3. Aspecto Generales Para Los Diseños De Iluminación 49
3.1. Uso del Software 49
3.2. Clases de Iluminación Según las Características de las Vías 51
3.3. Requisitos de Iluminación Mantenidos para Vías Vehiculares 55
3.4. Guías de Visibilidad en Vías de Velocidades Elevadas 57
3.5. Localización de Luminarias 57
3.6. Configuraciones Básicas de Localización de Puntos de Iluminación 58
3.7. Criterios de Diseño 63
3.8. Topología de la Red Eléctrica 66
3.9. Iluminación de Otras Áreas del Espacio Público 67
3.10. Contaminación Lumínica 67
ASPECTOS FINANCIEROS 74
1. Análisis Contractual y Financiero de la Prestación del Servicio del Alumbrado Público en el Municipio de Becerril - Cesar 74
1.1. Esquemas de Prestación del Servicio de Alumbrado Público 74
1.2. Estructura Orgánica de la Operación del Sistema de A. P. Del Municipio de Becerril 74
1.3. Antecedentes Contractuales 75
1.4. Interventoría del Contrato de Concesión 79
1.5. Acuerdo No 005 de 27 de mayo de 2014 - Tarifas Alumbrado Público 83
2. Estado de la Prestación de Servicio 87
2.1. Infraestructura del Sistema de Alumbrado Público 87
2.2. Infraestructura Vial del Municipio 91
2.3. Cobertura del Sistema de Alumbrado Público 93
2.4. Valorización del sistema de Alumbrado público en el municipio de Becerril 93
PERFILES TIPOS PARA LA PROYECCIÓN DE POTENCIAS Y CANTIDADES DE PERFILES LUMINARIAS 95
1. Perfil 1 Tipo M5 98
2. Perfil 2 Tipo M4 100
3. Perfil 3 Tipo M5 102
4. Perfil 4 Tipo M5 104
5. Perfil 5 Tipo M5 106
6. Perfil 6 Tipo M5 108
7. Perfil 7 Tipo M5 110
8. Perfil 8 Tipo M5 112
9. Perfil 9 Tipo M5 114
10. Perfil 10 Tipo M3 116
PROYECCIONES DEL SISTEMA DE ALUMBRADO DE MUNICIPIO DE BECERRIL 118
1. Proyección De Cantidades Para La Inversión 118
2. Proyección De Ahorro De Energía 118
3. Características Técnicas Mínimas De La Luminaria A Instalar 122

ANÁLISIS DE COSTOS DEL SISTEMA DE ALUMBRADO DE MUNICIPIO DE BECERRIL 124
1. Costo De La Inversión Inicial 124
2. Costos De Administración Operación Y Mantenimiento 128
2.1. Cálculo de administración Operación y Mantenimiento Actual 130
2.2. Cálculo de administración Operación y Mantenimiento Luego de la inversión Inicial 131
3. Costo De La Inversión Del Sistema De Alumbrado Público 132
3.1. Costos de CINV 133
3.2. Costos De Interventoría 133
3.3. Estabilidad Financiera de la Prestación del Servicio 134
ANALISIS DE ESQUEMAS JURIDICOS PARA LA MODERNIZACIÓN, EXPANSIÓN Y PRESTACIÓN INTEGRAL DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO 136
1. Contrato de suministro 136
2. Contrato de suministro con prestaciones adicionales de instalación y puesta en funcionamiento 140
3. Contrato de suministro y contrato de obra para la instalación y puesta en funcionamiento de los equipos 143
4. Contrato de concesión del servicio de alumbrado público 145
5. Constitución de una empresa de servicios públicos mixta como entidad descentralizada encargada de la prestación del servicio 150
6. Matriz ventajas y desventajas de los modelos contractuales descritos 157
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 158
ANEXOS 159

Contenido de Tablas

Tabla 1. Aspectos geográficos del municipio de Becerril 17
Tabla 2. Resumen geografía y clima del municipio 20
Tabla 3. Cobertura de los servicios 22
Tabla 4. Cobertura del servicio de energía del municipio 22
Tabla 5. Resumen de las normativas que rigen el SAP y su prestación 29
Tabla 6. Vista Dialux evo. 51
Tabla 7. Clasificación de las vías vehiculares. 52
Tabla 8. Variación de las Clases de Iluminación 52
Tabla 9. Iluminación Tipos de Vías en Áreas Peatonales y Ciclistas 53
Tabla 10. Requisitos fotométricos mantenidos por clases de iluminación 55
Tabla 11. Valores mínimos mantenidos de iluminación 55
Tabla 12. Clases de Iluminación en áreas de vías vehiculares 56
Tabla 13. Cálculo del Valor del Recaudo 87
Tabla 14. Inventario de Infraestructura del Municipio de Becerril 87

Tabla 15. Tipos de Vías del Municipio de Becerril. 92
Tabla 16. Cobertura del Sistema de Alumbrado Público 93
Tabla 17. Inventario del AP del municipio 93
Tabla 18. Proyección de las luminarias a modernizar 118
Tabla 19. Inventario del Alumbrado Público del Municipio de Becerril 119
Tabla 20. Inventario de la carga del municipio de Becerril 120
Tabla 21. Características Técnicas Mínimas de las Luminarias a Instalar 122
Tabla 22. Costos de unidades constructivas 127
Tabla 23. Proyección de costos de la inversión inicial 128
Tabla 24. Cálculo del CAOM del Municipio de Becerril 130
Tabla 25. Cálculo del CAOM incluida la inversión inicial del Municipio de Becerril 131
Tabla 26. Costos de inversión del SAP en el Municipio de Becerril 133
Tabla 27. Relación de ingresos y egresos del sistema de AP 135
Tabla 28. Matriz de ventajas y desventajas de los modelos contractuales 157

Contenido de Ilustraciones

Ilustración *1. Mapa del* Departamento del Cesar*, Colombia.* 10
Ilustración 2. Mapa de división político-administrativa del departamento del Cesar 13
Ilustración 3. Pirámides Poblacionales del departamento del Cesar 15
Ilustración 4. Población desagregada por áreas y sexo del departamento del Cesar 15
Ilustración 5. Pirámide Poblacional del municipio de Becerril 17
Ilustración 6. Población desagregada por áreas y sexo del municipio 17
Ilustración 7. Población Étnica del municipio 18
Ilustración 8. Ubicación Geografía del municipio 19
Ilustración 9. Cobertura de la energía en zona rural del municipio 23
Ilustración 10. Cobertura del alcantarillado 23
Ilustración 11. Valores del FAOML según resolución CREG 35
Ilustración 12. Costos de actividades de CAOM 36
Ilustración 13. Niveles de Contaminación. 45
Ilustración 14. Separación mínima entre árboles y postes con luminarias de Alumbrado Público. 47
Ilustración 15. Disposición Unilateral. 59
Ilustración 16. Disposición Central Doble. 59
Ilustración 17. Disposición Bilateral 60
Ilustración 18. Disposición de luminarias en trayectos curvos 61
Ilustración 19. Disposición de Luminarias en calzadas con pendiente. 62
Ilustración 20. Control de flujo luminoso de proyectores 70
Ilustración 21. Ángulo de inclinación de las luminarias 70
Ilustración 22. Ángulo de inclinación de luminarias para proyectore 70
Ilustración 23. Control de flujo luminoso de luminarias esféricas o globos 71
Ilustración 24. Prestación del Servicio de AP 74
Ilustración 25. Operación del Sistema de AP. 75
Ilustración 26. Contrato de interventoría 79
Ilustración 27. Vista georreferenciada de la infraestructura del municipio de Becerril 91

Ilustración 28. Alternativa 1 Luminaria SLCS 95
Ilustración 29. Alternativa 2 Luminaria Alumbran 95
Ilustración 30. Alternativa 3 Luminaria LED SYL 96
Ilustración 31. Perfil 1 Tipo M5 98
Ilustración 32. Resumen de resultado de alternativa 1 99
Ilustración 33. Resumen de resultado de alternativa 2 99
Ilustración 34. Resumen de resultado de alternativa 3 99
Ilustración 35 Perfil 2 Tipo M4 100
Ilustración 36 Resumen de resultado de alternativa 1 101
Ilustración 37 Resumen de resultado de alternativa 2 101
Ilustración 38 Resumen de resultado de alternativa 3 101
Ilustración 39 Perfil 3 tipo M5 102
Ilustración 40 Resumen de resultado de alternativa 1 103
Ilustración 41 Resumen de resultado de alternativa 2 103
Ilustración 42 Resumen de resultado de alternativa 3 103
Ilustración 43 Perfil 4 Tipo M5 104
Ilustración 44 Resumen de resultado de alternativa 1 105
Ilustración 45 Resumen de resultado de alternativa 2 105
Ilustración 46 Resumen de resultado de alternativa 3 105
Ilustración 47 Perfil 5 tipo M5 106
Ilustración 48 Resumen de resultado de alternativa 1 107
Ilustración 49 Resumen de resultado de alternativa 2 107
Ilustración 50 Resumen de resultado de alternativa 3 107
Ilustración 51 Perfil 6 Tipo M5 108
Ilustración 52 Resumen de resultado de alternativa 1 109
Ilustración 53 Resumen de resultado de alternativa 2 109
Ilustración 54 Resumen de resultado de alternativa 3 109
Ilustración 55 Perfil 7 Tipo M5 110
Ilustración 56 Resumen de resultado de alternativa 1 111
Ilustración 57 Resumen de resultado de alternativa 2 111
Ilustración 58 Resumen de resultado de alternativa 3 111
Ilustración 59 Perfil 8 Tipo M5 112
Ilustración 60 Resumen de resultado de alternativa 1 113
Ilustración 61 Resumen de resultado de alternativa 2 113
Ilustración 62 Resumen de resultado de alternativa 3 113
Ilustración 63 Perfil 9 Tipo M5 114
Ilustración 64 Resumen de resultado de alternativa 1 115
Ilustración 65 Resumen de resultado de alternativa 2 115
Ilustración 66 Resumen de resultado de alternativa 3 115
Ilustración 67 Perfil 10 Tipo M3 116
Ilustración 68 Resumen de resultado de alternativa 1 117
Ilustración 69 Resumen de resultado de alternativa 2 117
Ilustración 70 Resumen de resultado de alternativa 3 117
Ilustración 71. Valores del FAOML para el cálculo de las actividades de AOM 129

Contenido de Gráficas

Gráfica 1. Luminarias por Potencia 89
Gráfica 2. Porcentaje por tecnología 89
Gráfica 3. Porcentaje por tecnología antiguas y LED 90
Gráfica 4. Proyección de ahorro de energía 119

INTRODUCCIÓN

La prestación del servicio de Alumbrado Público constituye un servicio indivisible, en la medida que su prestación se hace a una colectividad en general. En ese sentido, los municipios o distritos deberán garantizar la continuidad y calidad en la prestación del servicio de alumbrado público, así como los niveles adecuados de cobertura. Además, el servicio de alumbrado público es esencial. No basta que un ciudadano tenga acceso al servicio en el sector donde habita, si no que a su vez tiene interés en que su prestación efectiva abarque la totalidad del territorio del municipio.

El servicio de alumbrado público es un bien público local no divisible prestado a una colectividad, es decir, es bien púbico porque la misma unidad de dicho bien o servicio es consumida por varias personas simultáneamente; y es un servicio indivisible, por corresponder a una prestación a una colectividad general, sin que sea factible desagregarlo o fraccionarlo desde el punto de vista jurídico como deber público, clasificándolo como un servicio esencial con protección constitucional y legal.

En este sentido, nadie puede sustraerse a su prestación o su financiamiento vía tributo, ni el municipio o distrito puede negarse a brindarlo. Está regido bajo el principio de continuidad en la medida en que no puede interrumpirse o paralizarse. Está sujeto a un presupuesto de regularidad que determina que debe ser prestado en forma correcta y de acuerdo con las exigencias técnicas que resultan concordantes con la política nacional de ahorro de energía.

El presente informe tiene como objeto el Análisis de las características técnicas para la prestación del servicio de alumbrado público en el municipio de Becerril , tales como las potencia y características de las luminarias necesarias para cumplir con los niveles de iluminación exigidos por la norma técnica “RETILAP Resolución_40150_de_2024”, así como también lo que respecta a las condiciones técnicas

como lo son el tipo de infraestructuras asociados a la potencia y tecnologías instaladas, así como también el estado de la infraestructura vial y la proyección de los perfiles tipo y diseños fotométricos según las características de flujo y velocidad vehicular del sector.

Con estos análisis se tiene como finalidad proyectar las condiciones esenciales para la optimización de la prestación del servicio proyectados en la reducción de consumo de energía, costos de operación e índices de operación.

El presente informe de análisis y proyección de la prestación del servicio se presenta con base a la información suministrada por la administración municipal en cuanto a estadística técnicas, económicas y financieras de los últimos 3 años de Gestión. Por lo tanto, todos los resultados desarrollados en el presente documento tienen su fundamento en dicha documentación el cual se cree según lo planteado sea la realidad.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Perfil Vial: Representación gráfica de una vía que esquematiza, en el sentido perpendicular al eje, el conjunto de elementos urbanísticos que la comprenden entre los paramentos de los inmuebles.

Uniformad: Semejanza o igualdad que presentan las características de los distintos elementos de un conjunto.

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: Cualidad 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.

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.º 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.

Calzada: Parte central de la calle comprendida entre dos aceras y con firme empedrado o asfaltado.

Andén Adyacente: Plataforma elevada a los lados de la vía, dispuesta para el tránsito peatonal, sobre él se encuentra la luminaria que es parte del estudio.

Andén Opuesto: Plataforma elevada a los lados de la vía, dispuesta para el tránsito peatonal, se ubica frente a la luminaria que es parte del estudio.

Apoyo: Poste en el cual se encuentra la red eléctrico y luminarias.

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 x 1012 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.

ASPECTOS GENERALES DEL SECTOR OBJETO DE ESTUDIO

1. Departamento del Cesar

El Cesar es uno de los 32 departamentos de Colombia. Está situado en la zona noreste del país, posee una extensión de 22.905 km² y una población de 1.041.203 habitantes.

Situado en la parte nororiental del país, Cesar limita al norte con los departamentos de La Guajira y Magdalena; por el sur, con Bolívar, Santander y Norte de Santander; y por el este, con Norte de Santander y la República Bolivariana de Venezuela. Sus coordenadas son 07º41'16'' y 10º52'14'' de latitud norte y 72º53'27'' y 74º08'28'' de longitud oeste.

Ilustración 1. *Mapa del* Departamento del Cesar*, Colombia.*



Fuente: https://cesar.gov.co/d/es/

1.1. Historia

Los primeros pobladores que llegaron a la región fueron los vástagos, los caribes y los arahuacos, la conquista europea del territorio fue iniciada por el alemán Ambrosio Alfinger en 1530, quien invadió el valle de Upar haciendo frente a una considerable resistencia indígena. En esa época, el territorio estaba habitado por los marabú, Tayrona, arahuacos, motilones y tupe entre otros grupos indígenas.

El Departamento del Cesar se fundó el 21 de diciembre de 1967,7 tras haber pertenecido a la provincia de Padilla y a La Guajira.8 El primer gobernador de Cesar fue Alfonso López Michelsen (nombrado por decreto). El Departamento del Cesar se encuentra dividido en seis regiones naturales, que representan igual número de zonas ecológicas:

- **Sierra Nevada De Santa Marta**

Ocupa la porción noroccidental del Departamento y es compartida con los Departamentos del Magdalena y La Guajira. Es un sistema montañoso antiguo de edad superior a la de los Andes, por lo que no hay vestigios de vulcanismo y está compuesta por rocas metamórficas con afloramientos ígneos del terciario. Las máximas altitudes de esta zona en territorio cesarense son los picos La Reina y Ojeda con altitudes superiores a los 5300 m.s.n.m. En este sistema se encuentra asentada la cabecera Municipal de Pueblo Bello a 1210 m.s.n.m.

- **Serranía Del Perijá**

Recorre la totalidad del Departamento en su zona oriental, siendo el dorso de esta cordillera el límite natural con el Estado del Zulia perteneciente a la República Bolivariana de Venezuela. Nace en el Nudo de Santurbán junto con la Cordillera de Mérida y sigue su recorrido por el norte hasta los límites con La Guajira donde se convierte en los Montes de Oca. Su altitud máxima lo constituye el Cerro Pintado con 3660 m.s.n.m. en jurisdicción del Municipio de Manaure Balcón del Cesar, sobre esta serranía se encuentran emplazados los Municipios de Manaure Balcón del Cesar (775 m.s.n.m.), González (1342 m.s.n.m.) y Río de Oro (1178 m.s.n.m.).

- **Complejo Cenagoso De Zapatoza**

Se ubica en el Centro del Departamento, y hace parte de la Depresión Momposina. En este sector el río Cesar anega un vasto territorio formando un complejo lagunar de agua dulce con espejos de agua de más de 300 km². En este sector se halla asentada la cabecera municipal de Chimichagua.

- **Valle Del Río Cesar**

Ocupa la parte central del Departamento y hace parte de la Llanura del Caribe, son tierras planas u onduladas con altitudes entre los 50 y 200 m.s.n.m. cubiertas de pastizales y bosque claro. En este sector se encuentran las cabeceras Municipales de Valledupar, Agustín Codazzi, La Paz, San Diego, Curumaní, Chiriguaná, entre otros.

- **Valle Del Río Ariguaní**

A esta región pertenecen los términos municipales de El Copey y Astrea, es de características fisiográficas similares al Valle del Cesar, pero pertenecientes a la Cuenca del Río Ariguaní.

- **Valle Del Magdalena**

Se localiza al sur del Departamento, y está constituida por zonas bajas y planas cubiertas de bosque denso que en gran parte ha sido transformado en pastizales para dar sustento a una importante cabaña bovina y a una de las comarcas agrícolas más productivas del país. En este sector se halla la segunda ciudad del Departamento, Aguachica.

1.2. Hidrografía

Los ríos Magdalena y Cesar, junto con sus afluentes, conforman la red hidrográfica del departamento. El Magdalena recorre este departamento aproximadamente 100 kilómetros y sirve de drenaje de las corrientes de la mitad sur departamental, que se originan en la Serranía de los Motilones como el Buturama, el San Alberto del Espíritu Santo y el Lebrija.

Las ciénagas son abundantes en las zonas cercanas al Magdalena y sus formaciones tienen que ver con las fluctuaciones del río durante la época de las crecidas; en ese tiempo las tierras bajas que rodean su cauce se anegan por el desbordamiento del río, originando una gran serie de ciénagas entre las que destaca por su magnitud la de Zapatosa, que se forma en la unión de los ríos Magdalena y Cesar. Entre las numerosas ciénagas situadas en su jurisdicción destacan otras como las de Cascajo, Combú, Chimichagua, Doña María, Guamalito, Mata de Palma, Morales, Panchuiche, Pital Sahaya, Saloa y Santo Domingo.

1.3. Clima

El departamento del Cesar posee un clima netamente tropical; sin embargo, dada la elevación de amplios sectores de terreno desde casi el nivel del mar hasta más de 5000 metros de altitud, presenta una gran variedad climática, con todos los pisos térmicos en sus versiones secas y húmedas.

Las zonas más húmedas se localizan en las zonas montañosas del Perijá y la Sierra Nevada de Santa Marta además de la zona sur del Departamento con precipitaciones superiores a los 3000 mm anuales; menos húmedas resultan las planicies de Aguachica y el centro del Departamento (1500-2000 mm); Sectores secos con precipitaciones en torno a los 1000 mm se encuentran en el Valle del Cesar, Codazzi, El Copey, Bosconia y el resto del Departamento; Hay algunos semi desiertos o estepas de corta extensión y de forma aislada en los sectores como Guacoche (Corregimiento de Valledupar) y Las Pitillas (Corregimiento de San Diego).

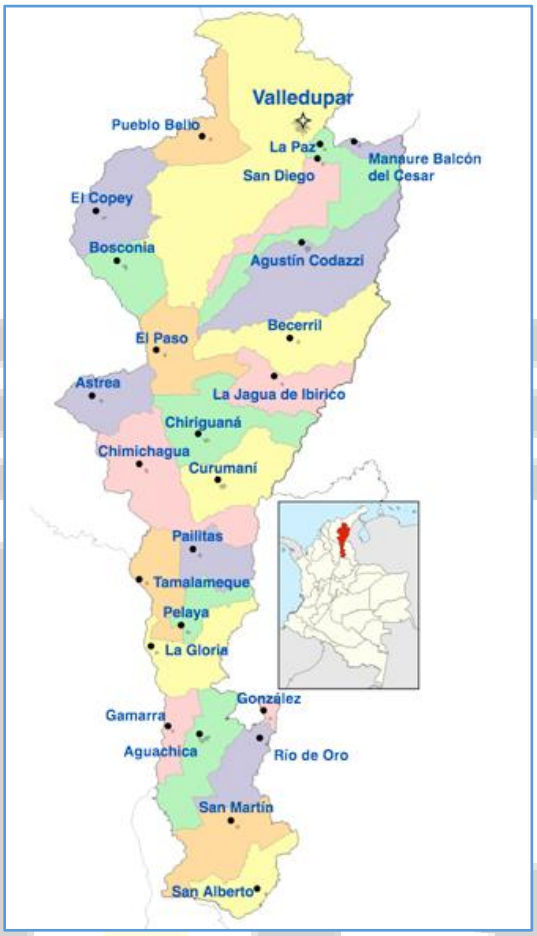
A nivel térmico se presentan fajas de terreno que dan lugar a diversos tipos climáticos; por debajo de los 800 m.s.n.m se encuentra la "Tierra Caliente" donde se asientan los principales centros urbanos como Valledupar, Aguachica, Codazzi y Bosconia, con temperaturas superiores a los 28 °C de media anual, además de la mayoría de la población y las actividades económicas; entre los 800 y 2000 metros de altura se encuentra la "Tierra Templada" donde se encuentran cuatro cabeceras municipales, Pueblo Bello en la Sierra Nevada de Santa Marta con 20 °C de temperatura media, y Manaure, González y Río De Oro con 24 °C, 20 °C y 21 °C respectivamente.

En este sector es importante la agricultura en donde además de algunos productos hortícolas como fríjol, cebolla y cilantro, se ubican grandes fincas cafeteras, dando al departamento un puesto importante en la producción del grano a nivel Nacional y el primero en la Región Caribe Colombiana. El Piso térmico frío ubicado entre 1800 y 2900 m.s.n.m presenta temperaturas medias anuales entre 17 y 10 °C, encontrándose poco poblado y sin mayor explotación agrícola salvo por algunos poblados como Guatapurí, Nabusímake y Sabana Rubia donde se encuentran plantaciones de papa y mora; por encima se ubican los páramos con temperaturas medias inferiores a 10 °C. La zona de nieves perpetuas se alza a partir de los 4800 m.s.n.m siendo las temperaturas medias inferiores a 0 °C.

1.4. División Político-Administrativa

El Cesar tiene 25 territorios distribuidos en cuatro subregiones. El área metropolitana de Valledupar fue creada en 2005 y la conforman los municipios de Valledupar, Agustín Codazzi, La Paz, Manaure Balcón del Cesar, San Diego. Está en estudio integrar al área metropolitana los dos municipios sureños de La Guajira.

Ilustración 2. Mapa de división político-administrativa del departamento del Cesar



Fuente: https://cesar.gov.co/d/es/

1.5. Economía

Los principales renglones económicos del Cesar son el agropecuario del que deriva un 30% de sus ingresos, el de servicios con el 35% y la minería con el 27% de los mismos (una parte de la minería es explotada de manera ilegal). La ganadería vacuna ocupa un lugar de primer orden, con una población estimada en 1.513.149 cabezas.

El cultivo y procesamiento de algodón, las palmas oleaginosas y otros productos agrícolas alcanzan altos niveles de tecnificación y desarrollo. Cesar es el primer productor nacional semilla de palma africana y el segundo de arroz. La elaboración de productos lácteos y de grasas de aceites figuran igualmente entre sus principales industrias. También existe una amplia extensión de cultivos de frutas.

En la última década el departamento del Cesar ha tomado un incremento en su economía debido a la explotación de minas de carbón a cielo abierto liderada por la empresa multinacional Drummond, y otros más, principalmente en el municipio de El Paso y La Jagua de Ibirico, siendo últimamente

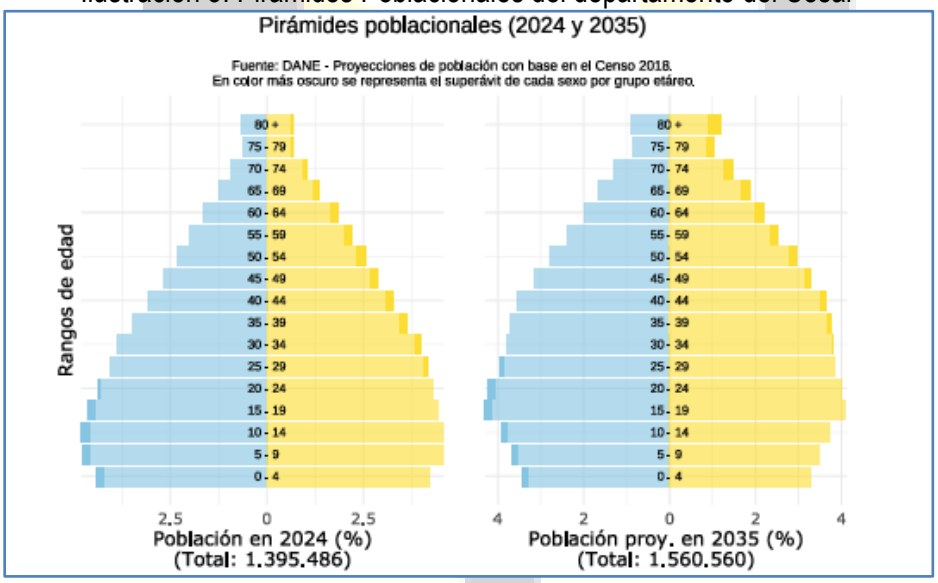
afianzada por el hallazgo de grandes yacimientos en el Sitio Conocido como el Descanso. A partir de 2004, el Cesar se convirtió en el primer productor nacional de Carbón.

1.6. Demografía

La población del departamento del Cesar se estima en más de 1.35 millones de habitantes para el año 2025, con una marcada concentración urbana en ciudades como Valledupar y Aguachica. La distribución por edad refleja una población predominantemente joven, con un notable crecimiento en las áreas urbanas, aunque aún persiste una importante presencia rural en municipios del sur y centro del departamento. Étnicamente, el Cesar es diverso: alrededor del 82,7% de sus habitantes son mestizos o blancos, un 12,1% son afrocolombianos y el 8,2% pertenecen a pueblos indígenas, como los arhuacos, koguis y wiwas.

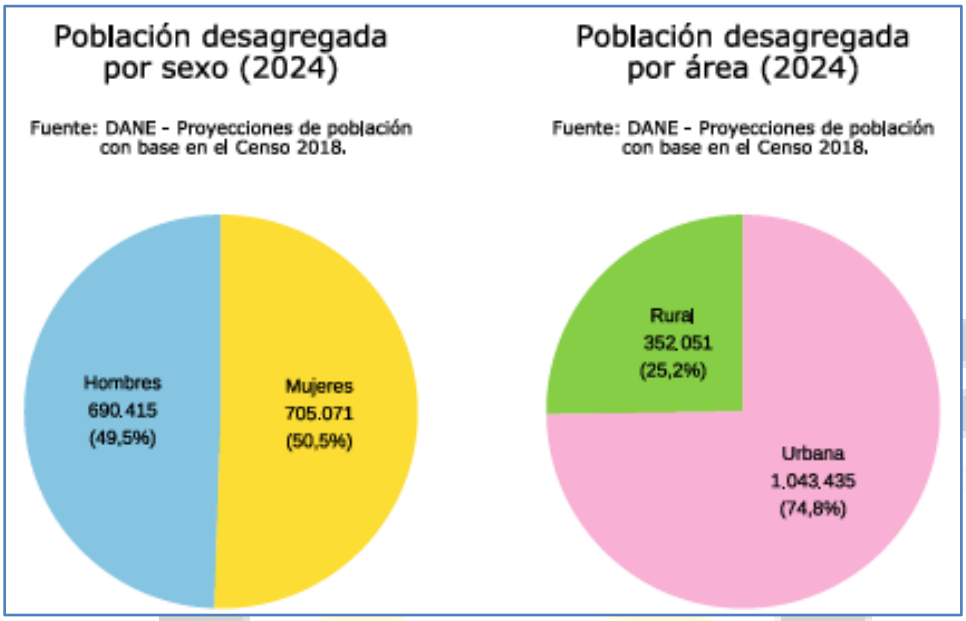
La tasa de natalidad es relativamente alta, con 19,77 nacimientos por cada 1.000 habitantes, y una tasa de fertilidad de 2,29 hijos por mujer, lo que indica un crecimiento poblacional sostenido. Esta combinación de juventud, diversidad étnica y crecimiento urbano plantea desafíos y oportunidades para la planificación social, educativa y económica del departamento.

Ilustración 3. Pirámides Poblacionales del departamento del Cesar



Fuente: DANE

Ilustración 4. Población desagregada por áreas y sexo del departamento del Cesar



Fuente: DANE

2. Municipio de Becerril

Becerril es un municipio colombiano ubicado en el departamento de Cesar, se creó en el año de 1977 por ordenanza de la asamblea del César y liderazgo del señor Eloy Guillermo Quiroz coronel nacido en becerril cesar el 25 de junio de 1935 y fue su primer alcalde en 1977, becerril es reconocido en la década del 70 a nivel nacional cuando era uno de los principales cultivadores de algodón a nivel nacional ahora cuenta con la mina más grande del mundo entero que está ubicada en la parte de abajo precisamente en diferentes fincas como son Normandía nueva dicha Centroamérica la Armenia y el descanso que lleva su nombre de la mina más grande del mundo.

2.1. Geografía

Becerril está situado en el centro del departamento del Cesar, en la región Caribe de Colombia. Su geografía abarca aproximadamente 1.206 km², que combina llanuras al oeste con zonas montañosas al este, donde al Este se encuentra la Serranía del Perijá, parte de la cordillera Oriental, lo que le aporta zonas montañosas con vegetación boscosa. La altitud del municipio varía entre los 65 y los 400 metros sobre el nivel del mar, con climas tropicales cálidos y temperaturas medias anuales entre los 26 °C y 28 °C.

El municipio está atravesado por varios cuerpos de agua, como el río Maracas y las quebradas El Arenal, La Ceiba y otras. Su ubicación geográfica permite una combinación de ecosistemas de sabana, selva húmeda y piedemonte andino. Las actividades económicas más importantes dependen del uso del suelo en función de estas características, especialmente la ganadería, la agricultura y la minería de carbón.

Tabla 1. Aspectos geográficos del municipio de Becerril

ASPECTOS GEOGRÁFICOS	
Aspecto	**Descripción**
Ubicación	Región Caribe, centro del Cesar
Altitud	65 a 400 m s. n. m.
Clima	Tropical cálido
Temperatura Media	26 °C a 28 °C
Principales ríos	Río Maracas, Quebrada El Arenal
Relieve	Llanuras al oeste y montaña al este (Serranía del Perijá)
Ecosistemas	Sabanas, selvas húmedas, piedemonte

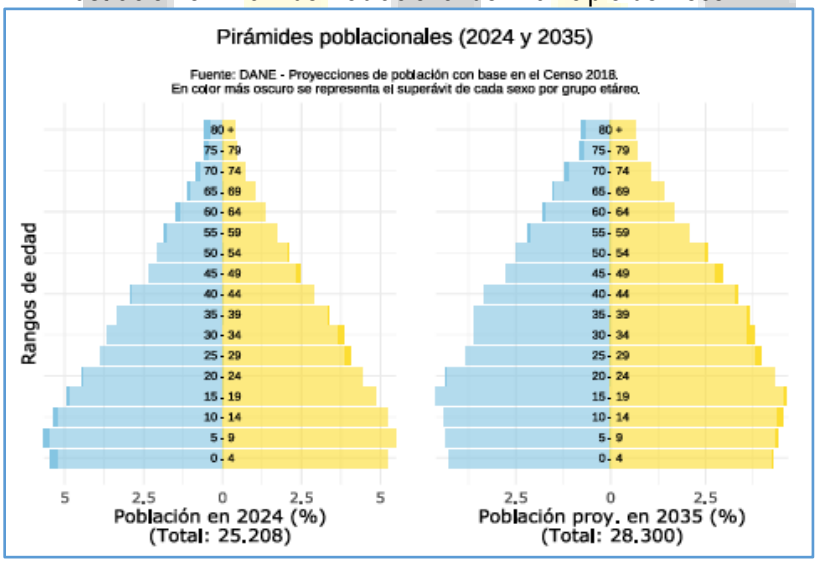
Fuente: https://www.igac.gov.co/

2.2. Población

Según las proyecciones del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) para el año 2025, el municipio de **Becerril**, ubicado en el departamento del Cesar, Colombia, cuenta con una población total estimada de **25.208 habitantes**, distribuidos en **12.700 mujeres** y **12.870 hombres.** Composición de la población por grupos de edad (2025):

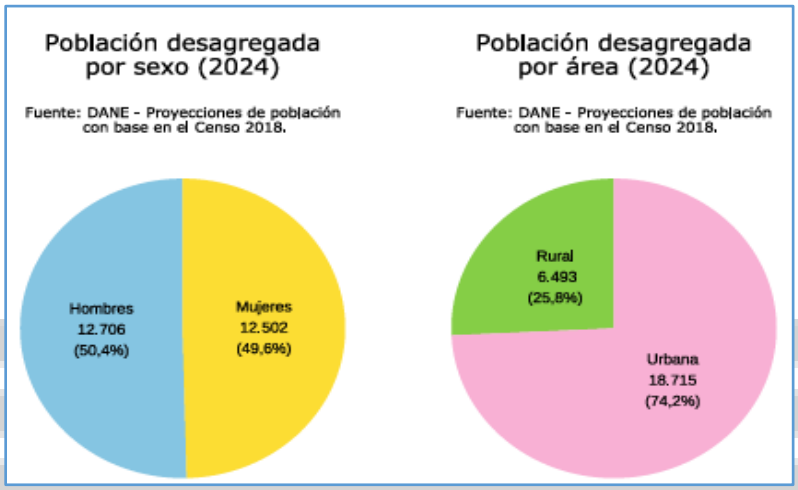
- ✓ **Mayores de 18 años:** 15.907 personas (62,2% de la población total), con una distribución de 7.932 mujeres (49,9%) y 7.975 hombres (50,1%).
- ✓ **Adolescentes (12 a 17 años):** 3.119 personas (12,2% de la población total), con 1.544 mujeres (49,5%) y 1.575 hombres (50,5%).

Ilustración 5. Pirámide Poblacional del municipio de Becerril



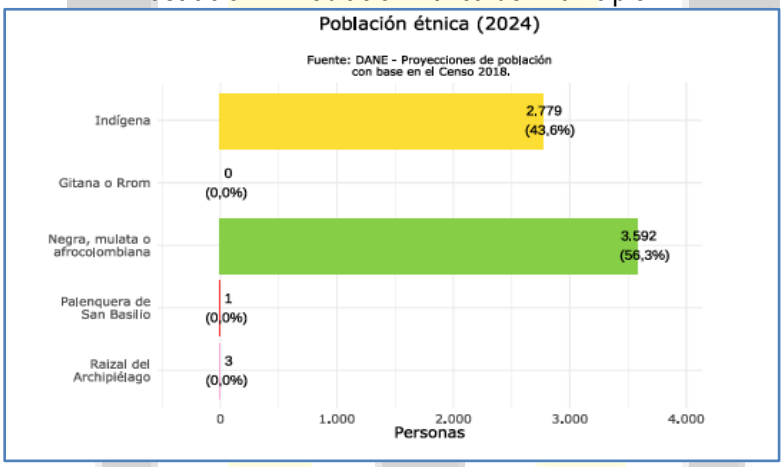
Fuente: DANE

Ilustración 6. Población desagregada por áreas y sexo del municipio



Fuente: DANE

Ilustración 7. Población Étnica del municipio



Fuente: DAN

2.3. División Político-Administrativa

La división político-administrativa del municipio de Becerril, ubicado en el departamento del Cesar, Colombia, se organiza en dos grandes zonas: urbana y rural. A continuación, se presenta un resumen detallado:

1. Zona Urbana

La cabecera municipal de Becerril está conformada por varios barrios, entre los que se destacan:

- Barrios Principales
- Centro
- Seis de enero
- La Esperanza
- Trujillo

- La Candelaria
- Alto Prado
- Villa Inés
- Sourdis
- San Luis
- San Martín
- Mochi langa
- Los Campanos
- Villalba

2. Zona Rural

La zona rural está conformada por corregimientos y veredas, que representan más del 90% del territorio del municipio.

Corregimientos

- La Guajirita
- Cascará
- El Hatillo
- La Loma del Bálsamo (aunque este suele asociarse con La Jagua de Ibirico, también influye en la zona de Becerril)
- El Cinco
- Estados Unidos (zona minera)

Veredas

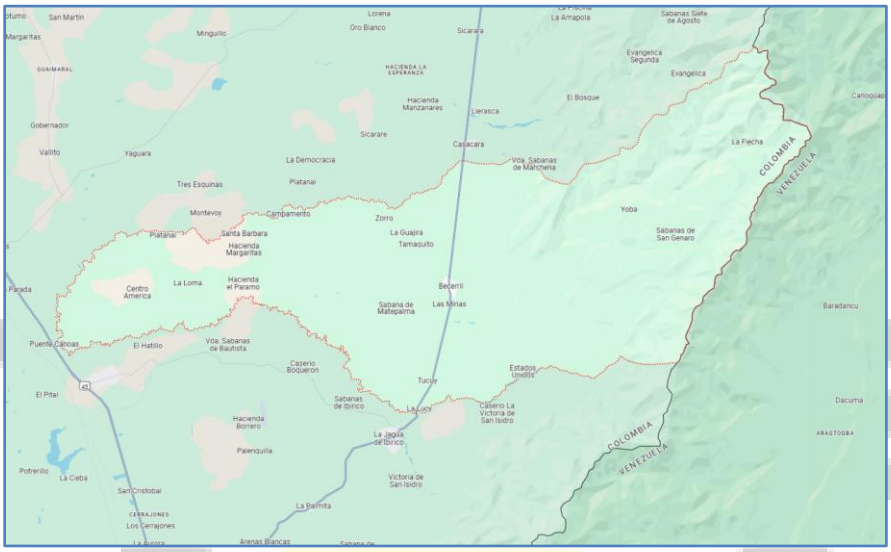
Existen más de 40 veredas en el municipio, entre las que se encuentran:

- El Perro
- El Bosque
- La Victoria
- Los Corrales
- Santa Isabel
- La Unión
- Buenos Aires
- Las Marías
- La Ceiba
- El Caimán
- Villa Rica
- El Manantial

2.4. Clima

Becerril posee un clima tropical cálido típico de la región Caribe. Las temperaturas son estables durante todo el año, con promedios que oscilan entre 26 °C y 28 °C

Ilustración 8. Ubicación Geografía del municipio



Fuente: https://www.igac.gov.co/

Se presentan dos temporadas principales:

- ✓ **Temporada seca:** diciembre a marzo.
- ✓ **Temporada de lluvias:** abril a noviembre.

Tabla 2. Resumen geografía y clima del municipio

GEOGRAFÍA Y CLIMA	
Aspecto	**Descripción**
Ubicación	Región Caribe, centro del Cesar
Altitud	Entre 65 y 400 m s. n. m.
Extensión	1.206 km²
Relieve	Llanuras al oeste, montañas al este (Serranía del Perijá)
Ecosistemas	Sabanas, selvas húmedas, piedemontes
Hidrografía	Río Maracas, quebradas El Arenal, La Ceiba, El Jobo
Clima	Tropical cálido
Temperatura media	26 °C a 28 °C
Temporadas climáticas	Seca (dic-mar) y lluviosa (abr-nov)

Fuente: https://www.igac.gov.co/

2.5. Economía

La economía de Becerril, en el departamento del Cesar, se caracteriza por una fuerte dependencia de la minería de carbón térmico, que representa aproximadamente el 88,97% de la actividad económica municipal. Esta actividad ha transformado significativamente el paisaje y el modo de vida de la comunidad, desplazando prácticas tradicionales como la agricultura y la ganadería. A pesar de la riqueza generada por la minería, el municipio enfrenta desafíos socioeconómicos, con una tasa de

ocupación formal del 35,21%, lo que indica que una gran parte de la población depende del trabajo informal o el "rebusque".

En respuesta a esta situación, se han implementado iniciativas como el "Corredor de la Vida", que busca diversificar la economía local mediante el impulso de sectores como la agricultura, el turismo y las energías renovables, promoviendo una transición hacia actividades más sostenibles y generadoras de empleo.

2.6. Transporte Y Vías

La infraestructura vial y el sistema de transporte en Becerril, Cesar presentan desafíos significativos, especialmente en las áreas rurales. El municipio cuenta con aproximadamente 35,41 km de vías urbanas, de las cuales solo 3,17 km están asfaltado, representando un 8,95% del total. El resto de las vías urbanas son pavimentadas o sin pavimentar, lo que limita la movilidad y seguridad de los peatones y vehículos.

En las zonas rurales, las vías terciarias se encuentran en condiciones deficientes, dificultando el acceso a las veredas y afectando el transporte de productos agrícolas y el desplazamiento de los habitantes. Algunas de las vías rurales más importantes, como la que conecta Becerril con la vereda El Platanal, presentan tramos sin pavimentar y en mal estado, aunque se han iniciado trabajos de mantenimiento para mejorar su transpirabilidad.

El municipio está conectado a la Ruta Nacional 49, una vía troncal que facilita la comunicación con otros municipios del departamento del Cesar y con el departamento de La Guajira. Sin embargo, la falta de mantenimiento y pavimentación en algunos tramos de esta ruta afecta la eficiencia del transporte intermunicipal.

Para abordar estos desafíos, la administración municipal ha implementado el programa "Becerril con + Vías para el desarrollo", que busca construir, rehabilitar y mantener la infraestructura vial para mejorar la conectividad rural y urbana, facilitando el transporte y la movilidad de la población.

En resumen, aunque Becerril cuenta con una red vial que conecta tanto áreas urbanas como rurales, la necesidad de mejorar y mantener estas vías es crucial para el desarrollo económico y social del municipio.

2.7. Cobertura De Servicios

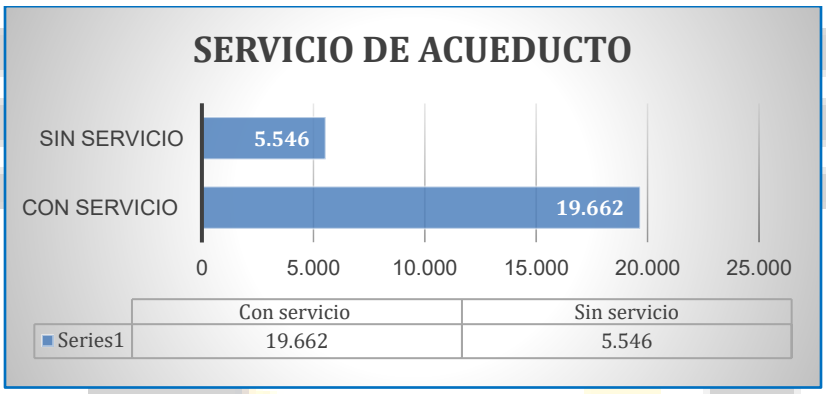
- **Acueducto**

El servicio de acueducto en el municipio de Becerril, Cesar presenta una cobertura aceptable en la zona urbana, donde cerca del 95% de los hogares están conectados a la red de distribución. Sin embargo, este sistema enfrenta limitaciones importantes: no cuenta con micro medición (medidores de consumo), lo cual dificulta una gestión eficiente del recurso y del cobro por uso. En cuanto a la zona rural, la cobertura es desigual. Algunas veredas como La Florida, El Pital y Santafé tienen acceso

al servicio, aunque en varios casos el agua proviene de fuentes naturales sin tratamiento adecuado, lo que representa riesgos para la salud pública.

El sistema en general necesita inversiones en infraestructura, tratamiento del agua y ampliación de cobertura, especialmente en sectores rurales donde el acceso aún es precario o inexistente. Según los datos anteriores se puede realizar una aproximación del alcance del servicio de Acueducto en el municipio de la siguiente forma:

Tabla 3. Cobertura de los servicios



Fuente: Propia

- **Energía**

En el municipio de Becerril, Cesar, la cobertura del servicio de energía eléctrica ha alcanzado niveles cercanos al promedio nacional, con un 95,54% de cobertura general para 2023, en el Año 2020, las zonas urbanas contaban con un 87,79% y las rurales con un 85,75%. El servicio es prestado por Afinia S.A. E.S.P., empresa del Grupo EPM, que ha implementado mejoras en circuitos rurales y ha liderado proyectos como la electrificación solar en la vereda Sokorpa, beneficiando a más de 500 familias de la comunidad indígena Yukpa, reflejando un avance importante en el acceso y calidad del servicio.

En 2024, la cobertura del servicio de energía eléctrica en Becerril, Cesar, continuó siendo atendida por Afinia, filial del Grupo EPM. La empresa realizó trabajos de mantenimiento y renovación en la infraestructura eléctrica del municipio, incluyendo labores en el Circuito Becerril 1 que afectaron temporalmente a barrios como Trujillo y la vereda El 28. Sin embargo, Afinia enfrentó desafíos financieros significativos, con pérdidas de energía que alcanzaron el 38% y una crisis económica que llevó a solicitar al Gobierno Nacional asumir la operación eléctrica en Cesar y Magdalena.

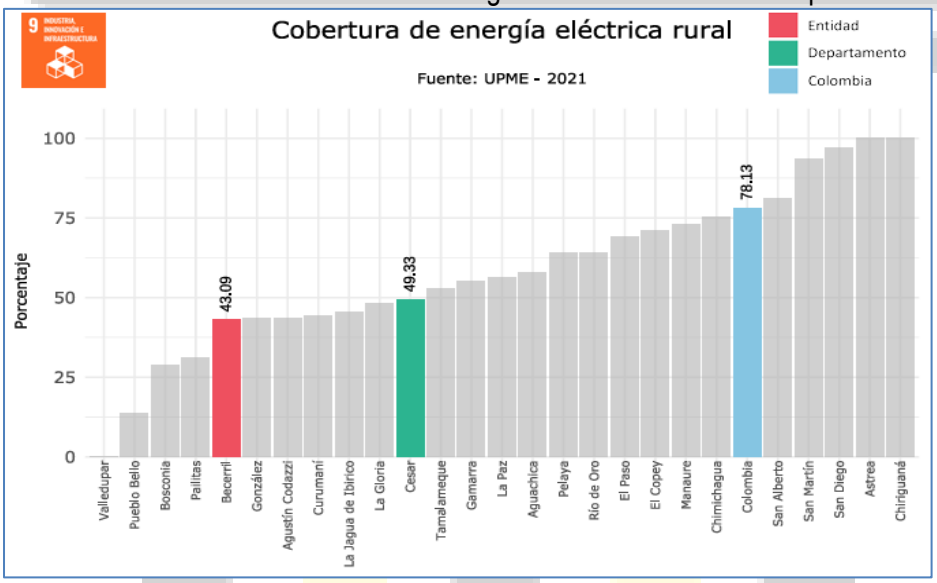
A pesar de estas dificultades, la empresa continuó invirtiendo en la mejora del sistema de distribución, con el objetivo de ofrecer un servicio más confiable y de calidad a los habitantes de la región.

Tabla 4. Cobertura del servicio de energía del municipio



Fuente Propia

Ilustración 9. Cobertura de la energía en zona rural del municipio

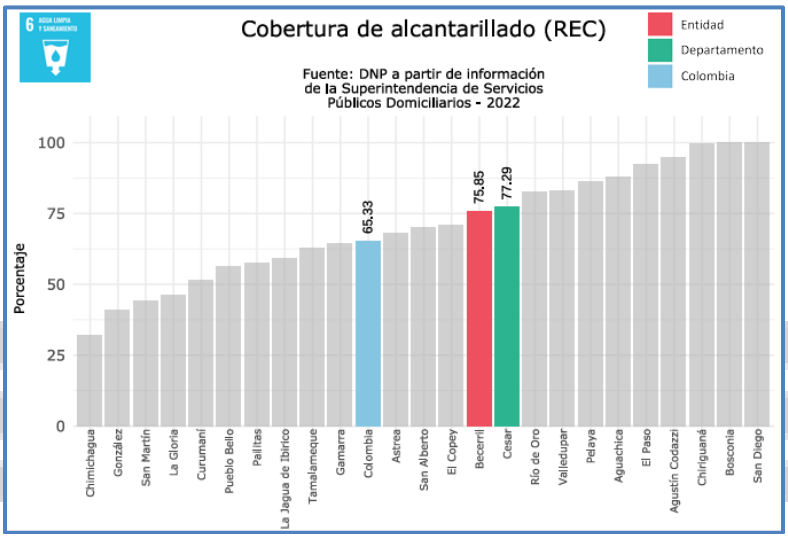


Fuente UPME-2021

- **Alcantarillado**

En 2024, la cobertura del servicio de alcantarillado en Becerril, Cesar, alcanzó el 96,21%, según estadísticas del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Este avance se logró gracias a inversiones en la construcción y optimización de redes, especialmente en sectores como el noroccidente del municipio, incluyendo los barrios El Carmen, Idema, San Martín y San José. Sin embargo, persisten desafíos relacionados con la infraestructura, como el deterioro de tuberías por cumplimiento de su vida útil y la falta de redes en algunas zonas, lo que afecta la eficiencia en la recolección y disposición de aguas residuales.

Ilustración 10. Cobertura del alcantarillado



Fuente: UPME-2021

NORMATIVIDAD GENERAL Y JURISPRUDENCIA RELEVANTE APLICABLE AL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO-SAP

1. Normatividad General

Según el artículo 311 de la Constitución Política de Colombia, le corresponde a los Municipios prestar los servicios públicos que determine la Ley, permitiéndole cumplir con las finalidades del Estado consagradas en el artículo 365 de la misma norma, el cual define "Los servicios públicos son inherentes a la finalidad social del Estado.

Es deber del Estado asegurar su prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional. Los servicios públicos estarán sometidos al régimen jurídico que fije la ley, podrán ser prestados por el Estado, directa o indirectamente, por comunidades organizadas, o por particulares. En todo caso, el Estado mantendrá la regulación, el control y vigilancia de dichos servicios". sin embargo, cada servicio público tiene su propio régimen jurídico.

Dentro de los aspectos generales de los servicios públicos, del artículo 365 de la Constitución Política, así mismo en lo contenido en el artículo 430 del Código Sustantivo del Trabajo, y en el artículo 2 numeral 3 de la Ley 80 de 1993, se encuentran:

- El Estado tiene el deber de asegurar la prestación de los servicios públicos eficientes a todos los habitantes del territorio nacional, mas no el deber de prestarlos.
- Los servicios públicos son inherentes a la finalidad social del Estado.
- Los servicios públicos pueden ser prestados por el Estado, directa o indirectamente, o por comunidades organizadas, o por particulares.
- Los servicios públicos están sometidos a la regulación, el control y la vigilancia del Estado.
- Los servicios públicos satisfacen necesidades de carácter general o colectivo.
- Los servicios públicos se deben prestar de forma regular y continua.

Para el servicio público que nos ocupa, el Servicio de Alumbrado Público, es una actividad que tiende a satisfacer necesidades de interés general en forma regular y continua, que tiene un régimen jurídico especial, cuya prestación se encuentra a cargo de los Distritos y Municipios, los cuales a su vez pueden ejecutarla en forma directa o indirecta.

El régimen jurídico aplicable del servicio de alumbrado público se encuentra determinado en la Ley 1819 de 2016, artículos 349 a 353, los cuales establecen la definición general del servicio de alumbrado público, así como los elementos para la adopción por parte de las entidades territoriales, del impuesto de alumbrado público como fuente de financiación.

Así mismo el Decreto Único Reglamentario No. 1073 de 2015, correspondiente al Sector Administrativo de Minas y Energía, contiene reglamentación de los aspectos particulares de este servicio público, específicamente, su artículo 2.2.3.1.2., modificado por el artículo primero (1°) del Decreto 943 del año 2018, define el Servicio de Alumbrado Público como el "Servicio público no domiciliario de iluminación, inherente al servicio de energía eléctrica, que se presta con el fin de dar visibilidad· al espacio público, bienes de uso público y demás espacios de libre circulación, con tránsito vehicular o peatonal, dentro del perímetro urbano y rural de un municipio o distrito, para el normal desarrollo de las actividades".

Este servicio público comprende las actividades de suministro de energía eléctrica al sistema de alumbrado público, la administración, operación, mantenimiento, modernización, reposición y expansión de dicho sistema, el desarrollo tecnológico asociado a él, y la interventoría en los casos que aplique.

En cuanto a su prestación, el artículo 2.2.3.6.1.2. del citado Decreto, establece que dicha responsabilidad se encuentra en cabeza de los Distritos o Municipios, quienes podrán prestarlo "(…) de manera directa, o a través de empresas de servicios públicos domiciliarios u otros prestadores del servicio de alumbrado público que demuestren idoneidad en la prestación del mismo, con el fin de lograr un gasto financiero y energético responsable." esta responsabilidad correlacionada con el numeral 1 del artículo 3º de la Ley 136 de 1994, por la cual se dictan normas tendientes a modernizar la organización y el funcionamiento de los municipios, en lo atinente a prestar los servicios públicos que determine la ley.

En cuanto al régimen de contratación para la prestación del servicio de Alumbrado Público, el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, modificado por el Decreto 943 de 2018, también define en el artículo 2.2.3.6.1.4. "Los contratos relacionados con la prestación del servicio de alumbrado público que suscriban los municipios o distritos con los prestadores de este, se regirán por las disposiciones contenidas en el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública y demás normas que lo modifiquen, adicionen o complementen, incluyendo los instrumentos de vinculación de que trata la Ley 1508 de 2012 o la disposición que la modifique, complemente o sustituya."

Por otra parte, el artículo 29 de la Ley 1150, precisa que (…)"Todos los contratos en que los municipios o distritos entreguen en concesión la prestación del servicio de alumbrado público a terceros, deberán sujetarse en todo a la Ley 80 de 1993, contener las garantías exigidas en la misma, incluir la cláusula de reversión de toda la infraestructura administrada, construida o modernizada, hacer obligatoria la modernización del Sistema, incorporar en el modelo financiero y contener el plazo correspondiente en armonía con ese modelo financiero. Así mismo, tendrán una interventoría idónea.

Se diferenciará claramente el contrato de operación, administración, modernización, y mantenimiento de aquel a través del cual se adquiera la energía eléctrica con destino al alumbrado público, pues este se regirá por las Leyes 142 y 143 de 1994. La CREG regulará el contrato y el costo de facturación y recaudo conjunto con el servicio de energía de la contribución creada por la Ley 97 de 1913 y 84 de 1915 con destino a la financiación de este servicio especial inherente a la energía. Los contratos vigentes a la fecha de la presente ley, deberán ajustarse a lo aquí previsto." (…)

Conforme a esta normatividad, se tiene que, por un lado, el régimen de contratación de la prestación del servicio de alumbrado público para los Municipios es el Estatuto General de la Contratación Pública, y por otro, el régimen de contratación del suministro de energía eléctrica para la prestación de dicho servicio es el propio de las Leyes 142 y 143 de 1994. Siendo necesario aclarar que en las normas del Estatuto General de la Contratación Pública hay diferentes regímenes de aplicación, dependiendo de la alternativa o esquema adoptado por cada municipio.

El artículo 4 del Decreto 943 de 2018 por el cual se modifica el artículo 2.2.3.6.1.2 del Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía 1073 de 2015, concluye que "(…) los municipios o distritos deberán garantizar la continuidad y calidad en la prestación del servicio de alumbrado público, así como los niveles adecuados de cobertura (…)"

Así mismo, El artículo 12, del mismo Decreto, por el cual se modifica el artículo 2.2.3.6.1.10, define los aspectos para la realización del Control, inspección y vigilancia en la prestación del servicio de alumbrado público, los cuales se resumen:

- Control Técnico, el cual parte de la reglamentación técnica que establece el Ministerio de Minas y Energía (RETILAP) y se verifica por las Interventorías o Supervisores, Control Social, que es ejercido por contribuyentes y usuarios del servicio de alumbrado público, el cual se podrá ejercer, o bien a través de las normas especiales de organización de control social que se establece a través de las normas que regulan la petición de información, y Control Fiscal, el cual es ejercido por las Contralorías distritales y/o municipales, según corresponda la competencia del sujeto de control, y con lo cual hace aplicable el régimen de gestión fiscal que se establece en la Ley 610 de 2000 y complementarias.

- La financiación del Servicio de Alumbrado Público se realiza principalmente mediante el Impuesto de Alumbrado Público, Impuesto que se encuentra autorizado por las Leyes 97 de 1913, 84 de 1915, ratificado mediante Sentencia C-272 del 25 de mayo de 2016 y regulado en la Ley 1819 de 2016, mediante la cual establece principios y elementos de la obligación tributaria para la prestación del servicio de alumbrado público por parte de los municipios y distritos del país.

- Los costos asociados a la prestación del servicio de alumbrado público deben ser definidos mediante estudio técnico de referencia, en la que se tenga en cuenta la metodología que para el efecto establezca el Ministerio de Minas y Energía, o la Comisión de Regulación de Energía y Gas, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 351 de la Ley 1819 de 2016.

- La Comisión de Regulación de Energía – Gas, designada por el Ministerio para la elaboración de la Resolución de la que trata el artículo 10 del Decreto 943 de 2018, emitió la Resolución CREG 101 013 de 2022 Por la cual se establece la metodología para la determinación de costos máximos por la prestación del servicio de alumbrado público; la metodología aplicable será la definida en la misma.

  Esta Resolución establece las herramientas para que los municipios o distritos puedan calcular los costos máximos que deben servir para remunerar a los distintos prestadores del servicio de alumbrado público, así como el uso de los activos vinculados al sistema. Para el efecto, establece una serie de fórmulas de las que debe valerse la entidad territorial para calcular las tarifas, fijando para ello, los factores a tener en cuenta en cada uno de los costos asociados con la prestación del servicio.

Por lo expuesto anteriormente, se hace necesario relacionar jurisprudencia relevante, con el fin de analizar las alternativas de prestación del servicio de alumbrado público por las que podría optar el municipio de Becerril.

2. Jurisprudencia Relevante

Existen algunas decisiones judiciales que han marcado líneas argumentativas y de aplicación del servicio de alumbrado público en la práctica y por ende, requieren una breve mención en el presente documento pues, lo cierto es que, las autoridades administrativas del orden nacional y territorial, los jueces y las autoridades públicas que se relacionan con la adopción, implementación o ejecución de cualquier alternativa de prestación del servicio de alumbrado público, deben tenerlas en cuenta para blindar la legalidad del esquema.

En relación con la Corte Constitucional, es importante mencionar que la Sentencia C-130 de 2018, en la cual, además de abordar aspectos relevantes relacionados con el ejercicio de autonomía tributaria que realizan los municipios que adoptan o modifican los elementos no esenciales del impuesto de alumbrado público, se reitera la definición y el alcance del servicio de alumbrado público y que la responsabilidad de la prestación, con independencia de los esquemas existentes, siempre es del municipio.

En lo que respecta a la jurisprudencia de la sección cuarta del Consejo de Estado, especializada en materia tributaria, se han hecho relevantes pronunciamientos en cuanto a los criterios idóneos para la determinación del impuesto de alumbrado público, que es la fuente de financiación de este servicio.

En particular, se debe resaltar la Sentencia de unificación 2019-CE-SUJ-4-009, por la cual la sección cuarta del Consejo de Estado ha unificado los siguientes criterios, con base en los cuales los municipios deben adoptar el impuesto de alumbrado público y determinar las tarifas a cobrar a los contribuyentes:

"UNIFICAR la jurisprudencia del Consejo de Estado en relación con los elementos esenciales del impuesto sobre el alumbrado público para adoptar las siguientes reglas:

1. Sujeto activo.
Regla (i) El sujeto activo del impuesto sobre el servicio de alumbrado público determinado por el legislador son los municipios.

2. Hecho generador
Regla (ii) El hecho generador del tributo es ser usuario potencial receptor del servicio de alumbrado público, entendido como toda persona natural o jurídica que forma parte de una colectividad, porque reside, tiene el domicilio o, al menos, un establecimiento físico en determinada jurisdicción municipal sea en la zona urbana o rural y que se beneficia de manera directa o indirecta del servicio de alumbrado público."

3. Formulas o referentes utilizados por las autoridades municipales para determinar los elementos esenciales del impuesto sobre el alumbrado público. Subreglas:
Subregla a. Ser usuario del servicio público domiciliario de energía eléctrica es un referente valido para determinar los elementos del impuesto sobre el servicio de alumbrado público, toda vez que tiene relación ínsita con el hecho generador
Subregla b. La propiedad, posesión, tenencia o uso de predios en determinada jurisdicción municipal es un referente idóneo para determinar los elementos del impuesto sobre el servicio de alumbrado público, toda vez que tiene relación ínsita con el hecho generador.
Subregla c. El impuesto de industria y comercio no es un referente idóneo para determinar los elementos del impuesto sobre el servicio de alumbrado público, pues no tiene relación ínsita con el hecho generador.
Subregla d. Las empresas dedicadas a la exploración, explotación, suministro y transporte de recursos naturales no renovables, las empresas propietarias, poseedoras o usufructuarias de subestaciones de energía eléctrica o de líneas de transmisión de energía eléctrica y las empresas del sector de las telecomunicaciones que tengan activos ubicados o instalados en el territorio del municipio para desarrollar una actividad económica especifica son sujetos pasivos del impuesto sobre el servicio de alumbrado público siempre y cuando tengan un establecimiento físico en la jurisdicción del municipio correspondiente y, por ende, sean beneficiarias potenciales del servicio de alumbrado público.
Subregla e. Tratándose de empresas que tienen activos en el territorio del municipio para desarrollar una determinada actividad económica, el municipio debe acreditar la existencia de establecimiento físico en la respectiva jurisdicción y con ello la calidad de sujeto pasivo del impuesto sobre el alumbrado público.

4. Base gravable

Subregla f. El consumo de energía eléctrica es un referente idóneo para determinar la base gravable de sujetos pasivos que tienen la condición de usuario regulado del servicio público de energía eléctrica.
Subregla g. La capacidad instalada es un parámetro valido para determinar la base gravable de las empresas propietarias, poseedoras o usufructuarias de subestaciones de energía eléctrica o de líneas de transmisión de energía eléctrica.
Subregla h. En los asuntos particulares, en que el sujeto pasivo encuadra en varias hipótesis para tenerlo como tal, solo está obligado a pagar el impuesto por una sola condición.

5. Tarifa
Subregla i. Las tarifas del impuesto sobre el servicio de alumbrado público deben ser razonables y proporcionales con respecto al costo que demanda prestar el servicio a la comunidad.
Subregla j. La carga de probar la no razonabilidad y/o no proporcionalidad de la tarifa es del sujeto pasivo."

3. Marco Legal en Materia de Alumbrado Público

A continuación, se describe el conjunto normativo especifico que rige el servicio de alumbrado público y la prestación de este:

Tabla 5. Resumen de las normativas que rigen el SAP y su prestación

Norma	Aspecto Regulado
CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA (1991)	
Artículo 2	Los fines esenciales del Estado, son: servir a la comunidad, promover la prosperidad general y garantizar la efectividad de los principios
Artículo 311	Resalta al Municipio como entidad fundamental de la división política administrativa del Estado al que le corresponde prestar los servicios públicos que
	determine la ley, construir las obras que demande el progreso local, ordenar el desarrollo de su territorio.
Artículos 3134 y 338	Funciones y competencias de los concejos municipales para prever los demás elementos del tributo
Artículo 315 (núm. 3º)	Atribuye al alcalde dirigir la acción administrativa del municipio, asegurar el cumplimiento de las funciones y la prestación de los servicios a su cargo
Artículo 365	Contempla que los servicios públicos son inherentes a la finalidad social de Estado, estarán sometidos al régimen jurídico que fije la Ley, así como a la regulación, el control y la vigilancia del Estado, que deberá asegurar su prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional; y por último que los servicios públicos podrán ser prestados por el Estado, directa o indirectamente o por particulares.
Artículo 333	Expresa que la actividad económica y la iniciativa privada son libres, dentro de los límites del bien común, y para su ejercicio, nadie podrá exigir permisos previos ni requisitos, no autorizados por la ley; viabilizando la participación de los particulares en actividades de interés económico, e iniciativas privadas que velaran por el interés común en un escenario de absoluta libertad, determinado exclusivamente por la ley.
LEYES	

Ley 97 de 1913	Facultó al Concejo de Bogotá, exclusivamente para crear un impuesto sobre el alumbrado público,
Ley 84 de 1915	Extendió a los concejos municipales de todo el país, la facultad de crear el impuesto de alumbrado público, organizar su cobro y su recaudo
Ley 136 de 1994, artículo 3.	consagró como obligación de los Municipios el administrar los asuntos municipales y prestar los servicios públicos que determine la ley
Ley 142 y 143 de 1994,	Leyes de servicios públicos domiciliarios y de energía eléctrica, que propiciaron la participación del sector privado en el mercado energético, a fin de lograr una mayor eficiencia y promover la sana competencia en condiciones de calidad, bajo la vigilancia, el control y la regulación del Estado, que creó la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), como Unidad Administrativa Especial, adscrita al Ministerio de Minas y Energía, con competencia para regular los servicios públicos, en aspectos eminentemente técnicos, con el objeto de lograr mayor cobertura en la prestación del servicio, al menor costo posible, y con adecuada remuneración para las empresas de servicios públicos, garantizando calidad, cobertura, expansión y eficiencia
Ley 489 de 1998 Art. 4	Consagra la finalidad de la función administrativa, como la satisfacción de las necesidades generales de todos los habitantes, bajo los principios rectores, finalidades y cometidos enmarcados en la Carta Política.
Ley 697 de 2001	Fomenta el uso racional y eficiente de la energía y se declaró el (URE) como un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional, fundamental para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección al consumidor y la promoción del uso de energías no convencionales de manera sostenible con el medio ambiente y los recursos naturales.
Ley 1150 de 2007 artículo 29	Reglamenta los contratos de concesión de alumbrado público, y dispone los elementos que deben cumplir: garantías exigidas, cláusula de reversión de toda la infraestructura administrada, construida o modernizada; la obligatoria modernización del Sistema; incorporar el modelo financiero; pactar el plazo en armonía con el modelo financiero; tener una interventoría idónea; sujetarse en todo a la Ley 80; y diferenciar el contrato de operación, administración, modernización, y mantenimiento, de aquel a través del cual se adquiera la energía eléctrica con destino al alumbrado público, que se regirá por las Leyes 142 y 143 de 1994.
Ley 1386 de mayo 21 de 2010 art. 1º	Prohíbe a los entes territoriales, delegar, a cualquier título, la administración, fiscalización, liquidación, cobro coactivo, discusión, devoluciones, e imposición de sanciones de los tributos a particulares
Ley 1672 de 2013	Establece la política nacional para la Gestión Integral de Residuos de aparatos, un objetivo general y cuatro objetivos específicos a través de un plan de acción a quince años, enmarcados en los siguientes componentes: a. Sensibilización y educación. b. Desarrollo y establecimiento de instrumentos para la recolección y gestión de residuos. c. Transferencia tecnológica y desarrollo de infraestructura. d. Conformación de esquemas de trabajo conjunto entre el sector privado y el desarrollo de alianzas público-privadas.

Ley 1819 de 2016(Reforma Tributaria), CAPÍTULO IV. "IMPUESTO DE ALUMBRADO PÚBLICO" ulos 349 – 353	Se modifica, en el Título IV, aspectos relacionados con el impuesto de alumbrado público estableciendo, entre otros, lo siguiente: a) En los casos de predios que no sean usuarios del servicio domiciliario de energía eléctrica, los concejos municipales y distritales podrán definir el cobro del impuesto de alumbrado público a través de una sobretasa del impuesto predial. b) Los demás componentes del impuesto del alumbrado público guardarán principio de consecutividad con el hecho generador. Lo anterior bajo los principios de progresividad, equidad y eficiencia. c) El Gobierno Nacional reglamentará los criterios técnicos que deben ser tenidos en cuenta en la determinación del impuesto, con el fin de evitar abusos en su cobro, sin perjuicio de la autonomía y las competencias de los entes territoriales. d) El impuesto de alumbrado público como actividad inherente al servicio de energía eléctrica se destina exclusivamente a la prestación, mejora, modernización y ampliación de la prestación del servicio de alumbrado público, incluyendo suministro, administración, operación, mantenimiento, expansión y desarrollo tecnológico asociado. e) Los Municipios y Distritos deberán realizar un Estudio Técnico de Referencia de determinación de costos de la prestación del servicio de alumbrado público, de conformidad con la metodología para la determinación de costos establecida por el Ministerio de Minas y Energía, o la entidad que delegue el Ministerio. f) Las empresas comercializadoras de energía podrán actuar como agentes recaudadores del impuesto, dentro de la factura de energía y transferirán el recurso al prestador correspondiente, autorizado por el Municipio o Distrito, dentro de los cuarenta y cinco (45) días siguientes al de su recaudo. El servicio o actividad de facturación y recaudo del impuesto no tendrá ninguna contraprestación a quien lo preste. g) Los acuerdos que se adecúen a la ley mantendrán su vigencia, salvo aquellos que deben ser modificados, lo que deberá surtirse en un término máximo de un año.
DECRETOS MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA	
Dec. 3683 de 2003	Regula la prestación del servicio de alumbrado público, definido como el servicio no domiciliario que se presta con el objeto de proporcionar exclusivamente la iluminación de los bienes de uso público y demás espacios de libre circulación con tránsito vehicular o peatonal, dentro del perímetro urbano y rural de un municipio o Distrito, y que comprende las actividades de suministro de energía al sistema de alumbrado público, la administración, la operación, el mantenimiento, la modernización, la reposición, la expansión, facturación conjunta e interventoría. Fija en los Municipios o Distritos la competencia para la prestación directa o indirecta, a través de empresas de servicios públicos domiciliarios u otros prestadores del servicio de alumbrado público
Dec. 2424 de 2006	Regula la prestación del servicio de alumbrado público, definido como el servicio no domiciliario que se presta con el objeto de proporcionar exclusivamente la iluminación de los bienes de uso público y demás espacios de libre circulación con tránsito vehicular o peatonal, dentro del perímetro urbano y rural de un municipio o Distrito, y que comprende las actividades de suministro de energía al sistema de alumbrado público, la administración, la operación, el mantenimiento, la modernización, la reposición, la expansión, facturación conjunta e interventoría. Fija en los Municipios o Distritos la competencia para la
	prestación directa o indirecta, a través de empresas de servicios públicos domiciliarios u otros prestadores del servicio de alumbrado público

Dec. 1073 de mayo 26 de 2015	Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, compila toda la regulación existente referente a la prestación del servicio de alumbrado público
Decreto 943 del 30 de mayo de 2018	Modifica y adiciona la Sección 1, Capitulo 6 del Título III del Libro 2 del Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, 1073 de 2015, relacionado con la prestación del servicio de alumbrado público. Reitera la definición del servicio de AP del Decreto de Alumbrado Público, sus actividades y excluye la semaforización, unidades inmobiliarias, las carreteras nacionales. Aunque excluye el alumbrado navideño y ornamental, permite su costeo a partir del tributo de alumbrado público. Incluye los desarrollos tecnológicos asociados al SALP. Confirma la responsabilidad de la prestación del servicio de AP por parte del Municipio. Reitera la necesidad del estudio de referencia del servicio de AP para todos los municipios. Determina la metodología para calcular el ingreso (IAP) y confirma la utilizada actualmente para los costos asociados.
RESOLUCIONES MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA	
181331 de 2009, 180265, 180540,181568 y 182544 de 2010.	Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público, RETILAP, que establece las reglas generales que se deben tener en cuenta en los sistemas de iluminación interior y exterior y dentro de estos últimos los de alumbrado público, en el territorio colombiano, promoviendo el uso racional y eficiente de energía en iluminación, de acuerdo con lo establecido en la Ley 697 de 2001. En tal sentido señala las exigencias y especificaciones mínimas para que las instalaciones de iluminación garanticen la seguridad y confort con base en su buen diseño y desempeño operativo, así como los requisitos de los productos empleados en las mismas.
RESOLUCIONES COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS - CREG	
114 de 2014	Por la cual se modifica la Resolución CREG 123 de 2011 mediante la cual se aprueba la metodología para la determinación de los costos máximos que deberán aplicar los municipios o distritos, para remunerar a los prestadores del servicio, así como el uso de los activos vinculados al sistema de alumbrado público
Resolución CREG 015 de 2018.	Por la cual se establece la metodología para la remuneración de la actividad de distribución de energía eléctrica en el Sistema Interconectado Nacional.
Resolución CREG 215 de 2021.	Por la cual se modifica la tasa de retorno para la actividad de distribución de energía eléctrica, aprobada en la Resolución CREG 016 de 2018.
Resolución CREG 101 013 de 2022	Por la cual se establece la metodología para la determinación de costos máximos por la prestación del servicio de alumbrado público. La presente Resolución deroga las Resoluciones CREG 123 de 2011 y 114 de 2012 y las demás que le sean contrarias, Determina los costos máximos del suministro de energía (CSEE), inversión (CINV) y administración, Operación y Mantenimiento (CAOM), así como los costos relacionados en el decreto 943 de 2018 del Ministerio de Minas y Energía.
JURISPRUDENCIA DE LA CORTE CONSTITUCIONAL	
Sentencia C-504 julio 3 de 2002	Constitucionalidad del impuesto creado por la ley 97 de 1913.

Sentencia C272/16 (mayo 25), Exped. D11056 -M.P. Luis Ernesto Vargas Silva.	Declaró inexequible el artículo 191 de Ley del Plan Nacional de Desarrollo 20142018, que regulaba la contribución especial para financiar el servicio de alumbrado público, que vulneraba la cláusula del estado social de derecho y el 338 de la constitución política, en cuanto se refiere a la fijación de los elementos esenciales del tributo
Sentencia C-130 de 2018	Autonomía tributaria que realizan los municipios que adoptan o modifican los elementos no esenciales del impuesto de alumbrado público, se reitera la definición y el alcance del servicio de alumbrado público y que la responsabilidad de la prestación, con independencia de los esquemas existentes, siempre es del municipio.
JURISPRUDENCIA CONSEJO DE ESTADO	
Sentencia octubre 15 de 1999	Improcedencia de la tutela como mecanismo para cuestionar la imposición del impuesto de alumbrado público.
Sentencia julio 7 de 2000	Analiza validez del procedimiento de cobro del servicio en la factura de energía.
Sentencia SIV julio 9 de 2009, rad.17001 23 31 0002006 00404 02 16544	Competencia de los entes territoriales para determinar los presupuestos objetivos de los gravámenes de acuerdo a la ley
Sentencia 10 marzo 2010 Sección Cuarta	Categoriza el consumo de energía eléctrica por rangos para quienes desempeñan actividades comerciales, industriales o de servicios, parámetro de medición admisible para establecer la base gravable del impuesto respecto de tales sujetos pasivos.
Sentencia de unificación 2019-CE-SUJ- 4-009	Por la cual la sección cuarta del Consejo de Estado ha unificado criterios, con base en los cuales los municipios deben adoptar el impuesto de alumbrado público y determinar las tarifas a cobrar a los contribuyentes.

Fuente Propia

4. Resolución CREG 101 013 De 2022

El parágrafo del artículo 10 del decreto 943 de 2018 establece lo siguiente:

> *Parágrafo. Mientras el Ministerio de Minas y Energía o la entidad que para estos efectos sea delegada, no establezca la metodología para la determinación de los costos por la prestación del servicio de alumbrado público, se seguirá aplicando la metodología establecida en la regulación CREG 123 de 2011 y todas aquellas resoluciones que la modifiquen, adicionen o complementen que para los efectos se entienden vigentes."*

En consecuencia y dado que a partir de la expedición de la Resolución CREG 101 013 de 2022, la cual derogó la Resolución CREG 123 de 2011; en este documento se desarrolla la metodología de la

Resolución CREG 101 013 de 2022 para determinar los costos máximos del suministro de energía (CSEE), inversión (CINV) y administración, Operación y Mantenimiento (CAOM), así como los costos relacionados en el decreto 943 de 2018 del Ministerio de Minas y Energía.

4.1. Costo Máximo del Suministro de Energía Eléctrica para el SALP (CSEE)

Para determinar el consumo de energía eléctrica con destino al sistema de alumbrado público, se utiliza la siguiente expresión:

$$CSEE = \Sigma(TEEn * CEEn) 2n=1$$

Donde:

- **CSEE:** Valor costo del suministro de energía eléctrica para el Servicio de Alumbrado Público en pesos correspondientes a la fecha de referencia.
- **TEEn:** Tarifa del suministro de energía eléctrica para el Servicio de Alumbrado Público en el nivel de tensión n en $/kWh.
- **CEEn:** Consumo de energía eléctrica del Servicio de Alumbrado Público en el nivel de tensión n en kWh.
- **n:** Nivel de tensión 1 o 2, según la Resolución CREG 015 de 2018 o aquellas que la modifiquen, adicionen o sustituyan.

Para determinar el consumo de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la potencia de las luminarias en operación y las perdidas asociadas. De esto, el Municipio debe contratar el suministro de energía eléctrica con destino al sistema de alumbrado público, con una empresa comercializadora de energía eléctrica; como lo establece el decreto 1073 del 2015, articulo 2.2.3.6.1.5, modificado por el artículo 7 del decreto 943 de 2018, en concordancia con lo expresado en la resolución CREG 101 103 de 2022; artículo 09.

4.2. Costo máximo de la Actividad de Inversión (CINV)

Para remunerar el costo de la Inversión del Sistema de Alumbrado Público se aplicará la siguiente expresión:

$$CINV = \Sigma\ (CAAn * ID\ ) 2n=1$$

Donde:

- CINV: Costo de la Inversión del Sistema de Alumbrado Público en pesos correspondientes a la fecha de referencia.
- n: Nivel de tensión 1 o 2.
- CAAn: Costos anual equivalente de los activos del Sistema de Alumbrado Público del nivel de tensión n en pesos correspondientes a la fecha de referencia.
- ID: Índice de disponibilidad de las luminarias del Sistema de Alumbrado Público, calculado de acuerdo con el artículo 30 de la presente Resolución.

4.3. Costo máximo de la Actividad de Administración, Operación y Mantenimiento (CAOM)

Para calcular la remuneración del costo máximo de la Actividad de Administración, Operación y Mantenimiento (CAOM) de la infraestructura propia del SALP, es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

a. Costo de reposición a nuevo de todos los activos del SALP, incluyendo el costo de la infraestructura entregada por el Municipio y/o Distrito y aquellos resultados de la expansión, modernización y reposición.
b. Fracción adicional del costo de reposición a nuevo que reconoce los gastos AOM adicionales por condiciones ambientales de los activos que se encuentran ubicados a menos de 30 km de la orilla del mar. Su valor es 0,005.
c. Costo de reposición a nuevo de los activos diferentes a luminarias del Sistema de Alumbrado Público del nivel de tensión n. Incluye el costo de la infraestructura entregada por el municipio y/o distrito y aquel resultado de la expansión, modernización y reposición en pesos correspondientes a la fecha de referencia.
d. Costo de reposición a nuevo de los activos definidos como luminarias del Sistema de Alumbrado Público del nivel de tensión n. Incluye el costo de la infraestructura entregada por el municipio y/o distrito y aquel resultado de la expansión, modernización y reposición en pesos correspondientes a la fecha de referencia.
e. Fracción máxima del costo de reposición a nuevo que reconoce los costos de AOM para activos diferentes a luminarias. Su valor es 0,04.
f. Fracción máxima del costo de reposición a nuevo, que reconoce los costos de AOM para luminarias. Su valor se determina según la senda que se relaciona a continuación:

Ilustración 11. Valores del FAOML según resolución CREG

Año	FAOML
2021	0,093
2022	0,097
2023	0,092
2024	0,086
2025	0,080
2026	0,074
2027	0,069
2028 en adelante	**0,063**

Fuente CREG 101 013-2022

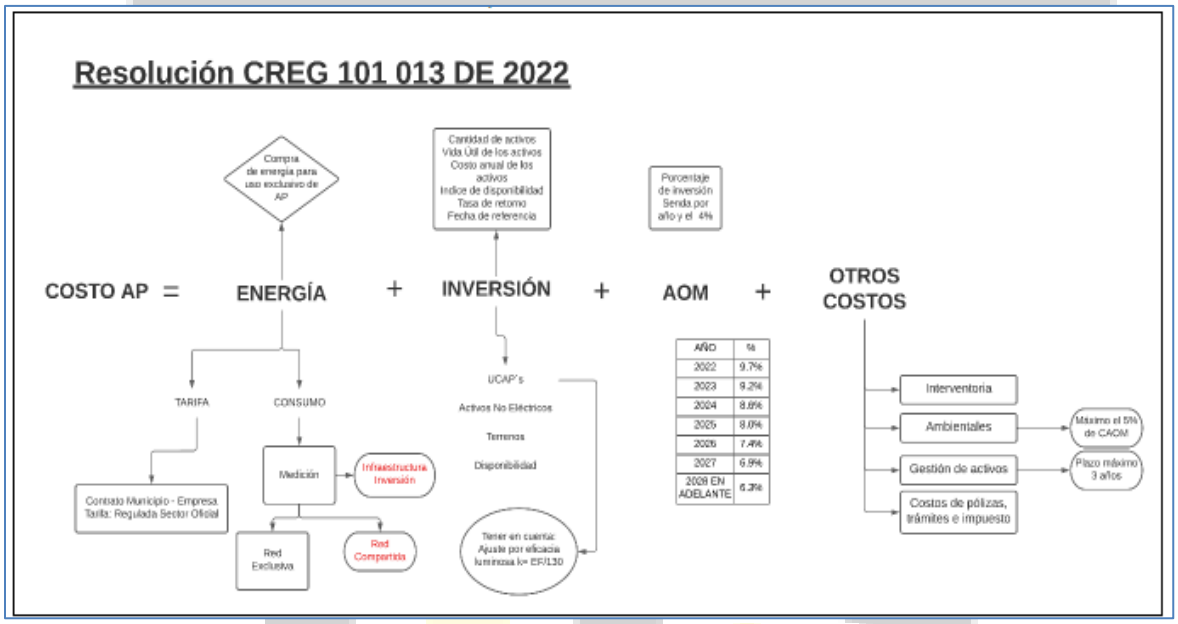
ID; índice de disponibilidad de las luminarias del SALP, el cual se calcula teniendo en cuenta la energía eléctrica de las luminarias encendidas durante las horas del día (6:00 – 18:00), afectando el valor del CAOM.

Lo anterior se resume en lo siguiente: Se toma toda la infraestructura instalada, se valoriza a precios de infraestructura nueva y en operación, y a ese valor se le calcula por el factor correspondiente. Este valor será el costo anual de las actividades de CAOM. Se debe tener en cuenta el valor del ID, el cual

afecta la remuneración del CAOM debido a luminarias encendidas de día. El costo calculado no incluye impuestos de orden municipal, departamental o nacional.

En la siguiente gráfica, se aprecia las actividades a realizar en el sistema de Alumbrado público, y las variables que determinan cada costo máximo, de acuerdo con la resolución CREG 123 de 2011; las cuales se deben complementar con los otros costos a remunerar, en consideración de la Resolución CREG 101 013 de 2022.

Ilustración 12. Costos de actividades de CAOM



Fuente: CREG 101 013-2022

4.4. Otros Costos para la Prestación del Servicio del Alumbrado Público

Artículo 37. Costo de la Interventoría del servicio de Alumbrado Público. *De acuerdo con lo establecido en el artículo 10 del Decreto 943 de 2018, que modifica el artículo 2.2.3.6.1.8 del decreto 1073 de 2015, los municipios y distritos deberán tener en cuenta los costos de las interventorías de los contratos para la prestación del servicio de alumbrado público considerando la descripción de las actividades del Capítulo 7 del RETILAP, y aquellos que lo modifiquen, adicionen o sustituyan.*

Artículo 38. Costos Ambientales del servicio de Alumbrado Público. *Los costos ambientales reconocidos a partir de la entrada en operación del proyecto de inversión por la modernización de la infraestructura de alumbrado público, corresponden como máximo al cinco por ciento (5%) de los costos anuales de la administración, operación y mantenimiento, CAOM, definidos en el artículo 35 de la presente resolución, cuando estos se causen de acuerdo con las disposiciones legales vigentes, los cuales deberán ser debidamente validados por la interventoría, o la supervisión del contrato.*

Los municipios o distritos deben incorporar una evaluación de los costos ambientales dentro del ETR de conformidad con lo dispuesto en el artículo 2.2.3.6.1.3 del Decreto 1073 de 2015, que permita identificar las acciones de prevención, mitigación, corrección y/o compensación de las causas generadas por los proyectos de inversión y las actividades del servicio del alumbrado público sobre la naturaleza, en los términos dispuestos en la legislación ambiental vigentes para tal fin.

Esta evaluación debe contemplar la elaboración del plan de manejo ambiental, la gestión integral de los residuos, la reducción de la huella de carbono del sistema y la reducción por polución lumínica, como producto de los proyectos de inversión y de AOM.

La gestión integral de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, RAEE, debe incorporar las estrategias en caso de reutilización, remanufacturación, reacondicionamiento o para la devolución, recolección, reciclaje y disposición final de los RAEE.

Así mismo, los municipios o distritos deben garantizar los mecanismos de vigilancia y control en la gestión y manejo de los RAEE a través de la interventoría del contrato, cuando esta opere. Está prohibido expresamente por la ley, la disposición final de los RAEE en rellenos sanitarios.

***Parágrafo.** Los municipios o distritos deben prever en los contratos de compra o importación de elementos que constituyan las UCAP del SALP, adquiridos en forma directa o través de prestadores del servicio, la gestión integral, retoma y disposición final de los RAEE.*

***Artículo 39. Sistema de Gestión de Activos.** Los municipios y distritos clasificados en las categorías especial, primera y segunda, según los criterios del Decreto Ley 2106 de 2019, deben incluir la implementación y certificación de un sistema de gestión de activos de alumbrado público acorde con la norma ISO 55001, en un plazo máximo de cinco (5) años contados a partir de la entrada en vigor de la presente resolución.*

***Artículo 40. Costos de pólizas, trámites e impuestos.** Comprende todos aquellos costos asociados a la formalización de los contratos, impuestos al valor agregado a las ventas e impuestos municipales, requeridos para la formalización de los contratos que establezca o que deba cumplir el municipio o distrito para la prestación del servicio.*

- *Que los activos instalados en la actividad de inversión, que no se amorticen por la vida útil de cada UCAP durante el periodo del contrato, se deben reconocer los costos máximos de vida útil remanente de los activos del Sistema de Alumbrado Público - SALP.*
- *Las actividades de inversión y los desarrollos tecnológicos asociados al Sistema de Alumbrado Público deben ser evaluadas económicamente mediante proyectos de inversión, los cuales se deben representar mediante modelos financieros que incorporen los costos de las UCAP, los nuevos desarrollos tecnológicos, la vida útil de los activos, la tasa de retorno y demás variables para la prestación del servicio, para la toma de decisión de la alternativa más favorable técnica, económica y financiera para los municipios y distritos. (Desarrollos tecnológicos como los proyectos de instalación de medición individual con tele gestión y/o medida deben contar con una evaluación financiera para establecer si la relación beneficio-costo es superior a uno, con base*

en los criterios y metodología definidos por el municipio o distrito, tendiente a garantizar la prestación de servicio de alumbrado público de forma económica y eficiente).

- *Los municipios o distritos son libres de pactar con los prestadores del servicio de alumbrado público la periodicidad del pago de la actividad que remunera los costos de AOM.*
- *Se debe realizar una actualización de los costos máximos de las actividades de inversión y AOyM del sistema de alumbrado público con base en el IPP (ÍNDICE DE PRECIOS AL PRODUCTOR TOTAL NACIONAL)*

CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO - SAP

1. Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP

El Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP 40150-2024**,** tiene por objeto fundamental establecer los requisitos técnicos que deben cumplir las instalaciones de todos los sistemas de iluminación y alumbrado público, tendientes a garantizar: los niveles y calidades de la energía lumínica requerida en la actividad visual, la seguridad en el abastecimiento energético, la protección del consumidor y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos originados por la instalación y el uso de sistemas de iluminación.

El RETILAP, también promueve el Uso Racional y Eficiente de la Energía - URE, por lo cual establece las especificaciones mínimas para que las instalaciones de sistemas de iluminación y los productos usados en estas, garanticen la seguridad y confort visual, a través de su diseño, operación y mantenimiento.

Igualmente, el RETILAP es un instrumento técnico-legal para Colombia, que sin crear obstáculos innecesarios al comercio o al ejercicio de la libre competencia, permita garantizar que las instalaciones, equipos y productos usados en los sistemas de iluminación objeto del Reglamento, cumplan con los siguientes objetivos:

1.1. Exigencias De Visibilidad Estipula Por El Reglamento Técnico De Iluminación Y Alumbrado Público – RETILAP

La iluminación de un sistema de alumbrado público debe ser adecuada para el desarrollo normal de las actividades tanto vehiculares como peatonales. Para lo cual se debe tener en cuenta la confiabilidad de la percepción y la comodidad visual, aplicando la cantidad y calidad de la luz sobre el área observada y de acuerdo con el trabajo visual requerido. Así, para cumplir esos requerimientos de luz se debe hacer una cuidadosa selección de la fuente y la luminaria apropiada teniendo en cuenta su desempeño fotométrico, de tal forma que se logre los requerimientos de iluminación con las mejores interdistancias, las menores alturas de montaje y la menor potencia eléctrica de la fuente posible.

1.2. Cantidad y Calidad de Luz

Se ha establecido como el objetivo del alumbrado público permitir a los usuarios de la calzada y del andén, circular sobre ellos en las horas de la noche, de manera segura, cómoda y a velocidades preestablecidas.

La seguridad se logra si el alumbrado permite a los usuarios que circulan a velocidad normal evitar un obstáculo cualquiera. La iluminación debe permitir, en particular, ver a tiempo los bordes, las aceras, separadores, encrucijadas, señalización visual y en general toda la geometría de la vía. Para este efecto, está establecido que el criterio de seguridad consiste en la visibilidad de un obstáculo fijo o móvil constituido por una superficie de 0,20 m x 0,20 m, con un factor de reflexión de 0,15. Considerando que:

- La seguridad de un peatón se logra si este puede distinguir el obstáculo a una distancia de 10 m o más.
- La seguridad de un automovilista depende esencialmente de su velocidad. A velocidad media de 60 km/h, él debe percibir este obstáculo a una distancia hasta 100 m. Para velocidades superiores, esta distancia oscila entre 100 y 200 m.

La noción de seguridad resultante del alumbrado público no es la misma en carretera que en los cascos urbanos. En el primer caso, el alumbrado interesa sobre todo al automovilista que circula a una velocidad relativamente alta sobre una carretera donde los obstáculos fijos o móviles no son muy frecuentes y la iluminación se concentra más en proveer la dirección de circulación a manera de una perfecta guía visual. El conductor verá los obstáculos como siluetas, pues generalmente el contraste resulta negativo.

Por el contrario, en los cascos urbanos, la circulación es más densa y los obstáculos son generalmente más frecuentes, pero la velocidad de circulación es generalmente menor. De lo anterior, se deduce, que según el objeto que se persiga, la elección del sistema de alumbrado se verá influenciada por la densidad, naturaleza y velocidad de circulación.

Es necesario que el sistema de alumbrado permita ver esos obstáculos y otros vehículos sin riesgo de error o deslumbramiento. Igual hipótesis se plantea para los peatones, aunque su velocidad menor hace que sean menos exigentes las condiciones para ver. La iluminación calculada, debe comportarse como una guía de visibilidad en la que están comprometidas de una manera conjunta la confiabilidad de la percepción y la comodidad visual.

1.3. Confiabilidad de la Percepción

Los objetos sólo pueden percibirse cuando se tiene un contraste superior al mínimo requerido por el ojo. Este valor depende del ángulo con el que se vea (afecta la cantidad de superficie aparente en la fórmula de luminancia) y de la distribución de la luminancia en el campo visual del observador (fondo para el contraste). Además, este valor define el tiempo de adaptación del ojo en dicha situación.

La iluminación deberá perseguir tres elementos: el primero es proporcionar un elevado nivel de luminancia en el fondo, interpretado como la necesidad de proveer una Luminancia promedio elevada y visible. El segundo elemento es un bajo nivel de luminancia para el obstáculo, que generalmente tiene un bajo coeficiente de reflexión, pero que está fuera del control del diseñador. Un tercer elemento es mantener un limitado deslumbramiento desde las fuentes de luz o luminancia de velo. (Se interpreta como proveer una Lvelo baja).

Es necesario definir y entender claramente el concepto del cálculo de la luminancia promedio mantenida. Además, no basta aplicar la simple fórmula matemática para obtener el promedio que pudiera resultar elevado debido a unos pocos puntos de gran valor y otros muy bajos, sino que es necesario que los puntos calculados, para obtener el promedio, mantengan una dispersión baja de modo que los puntos de la calzada con mínima luminancia no afecten la percepción por disminución de la luminancia de fondo. Esto se logra controlando el valor de la uniformidad general de luminancia (Uo).

La confiabilidad de la percepción se ve comprometida igualmente y de manera directa, con mayores niveles de deslumbramiento fisiológico. Por consiguiente, para restringir el efecto molesto del deslumbramiento, hay que especificar un límite máximo al valor para el incremento del umbral TI.

1.4. Comodidad Visual

El ambiente visual de un conductor está constituido principalmente por la visión de la calzada al frente del volante y en menor grado por el resto de su campo visual, que puede llegar a tener información para el conductor, como las señales de tránsito. La comodidad visual es una importante característica que redunda en la seguridad del tráfico vehicular. La falta de comodidad se traducirá en una falta de concentración por parte de los conductores que reducirá la velocidad de reacción debido al cansancio que se producirá en sus ojos.

El grado de comodidad visual proporcionado por una instalación de alumbrado público será mejor si el ojo del conductor tiene mejores niveles de adaptación. Ello implica elevar la Luminancia promedio Lprom sobre la vía, así como controlar la dispersión de los valores que componen dicho promedio. Para asegurar el control en la dispersión de los datos, se utiliza el concepto de Uniformidad longitudinal de luminancia UL. Un bajo nivel de uniformidad longitudinal se traducirá en la aparición del efecto cebra sobre la vía, causante de la fatiga visual del conductor.

El efecto cebra toma su nombre en la apariencia que toma la vía cuando tiene un bajo valor de uniformidad longitudinal: como aparecen sectores transversales a la vía bien iluminados seguidos de otros con poca iluminación, la vía toma la apariencia de la piel de una cebra.

En la comodidad visual del conductor se encuentra comprometida la luminancia ofrecida por la instalación de alumbrado público, su uniformidad, su nivel de iluminancia, el grado de deslumbramiento, así como la disposición y naturaleza de las fuentes luminosas utilizadas. Una instalación urbana necesita mayores niveles de comodidad visual a fin de reducir la tensión nerviosa de los conductores y con ello sus efectos sobre el comportamiento en la vía.

Por ello, la instalación de alumbrado debe considerar la iluminación de aceras y fachadas y de esa manera crear un ambiente más agradable. Todo esto, sin generar deslumbramiento y manteniendo la estética de la instalación, que, al fin de cuentas, la hace más agradable.

Una instalación de iluminación en carreteras debe asegurar una continuidad óptica sobre el carril de circulación y sobre la geometría de la vía, a fin de elevar la seguridad por la velocidad de circulación. Se deben tener en cuenta tres variables al considerar la selección o diseño de una instalación de alumbrado público: la velocidad de circulación, la frecuencia y naturaleza de los obstáculos a ver y el tipo de usuarios de la vía.

En principio, vías que responden de la misma manera a los criterios anteriores, se iluminan de la misma manera. Por consiguiente, se pueden agrupar las vías en varios conjuntos que respondan a un mismo tipo de iluminación. Esta agrupación permite generar instructivos sobre la forma típica de iluminar, de modo que se contemplen todos los problemas que resulten al menos desde el punto de vista lumínico.

1.5. Relación de Alrededores

Una de las metas principales en iluminación de vías es crear una superficie clara sobre la vía contra la cual pueden verse los objetos. Ahora, cuando los objetos son elevados y están sobre la vía, su parte superior se ve contra los alrededores. Igual sucede si los objetos están justo en el borde de la vía y en las secciones curvas del camino.

En estos casos el contraste podría llegar a ser insuficiente para una percepción segura en el tiempo requerido por el conductor, si no se controla la iluminancia promedio de los alrededores. (Véase la recomendación CIE 136 y 140 de 2.000).

En consecuencia, controlar la iluminancia de los alrededores ayuda al conductor a percibir más fácilmente el entorno y le ayuda a efectuar, de manera segura, las maniobras que necesite. Controlar la relación SR permite entonces, mantener las condiciones adecuadas de contraste de objetos al borde de la vía. Por otra parte, esta iluminación beneficia a los peatones, cuando existan a los lados de la vía andenes transitables por éstos.

1.6. Evaluación Económica y Financiera

Todos los proyectos de alumbrado público deberán hacer una evaluación económica y financiera donde se incluyan no sólo los costos de inversión, sino los costos de operación y mantenimiento durante la vida útil del proyecto de alumbrado público. Se debe considerar tanto el costo inicial como los de operación y mantenimiento asociados, así como el valor de reposición al final de la vida útil del proyecto. Los costos energéticos, son relevantes al definir cargas operativas.

1.7. Uso Racional y Eficiente de la Energía

Un proyecto de alumbrado público debe aplicar requisitos relacionados con el URE: Los sistemas de alumbrado público diseñados deben cumplir simultáneamente con los requisitos fotométricos y no deben exceder los valores máximos de densidad de Potencia Eléctrica (DPEA) establecidos en el presente reglamento.

1.8. Condiciones Ambientales de la Localidad

Un proyecto de iluminación exterior o de alumbrado público debe ser adecuado a las condiciones ambientales de la localidad, así como las condiciones particulares del medio especialmente la presencia de agentes corrosivos, las condiciones ambientales y las facilidades de mantenimiento deben determinar las características de hermeticidad y protección contra corrosión o ensuciamiento que necesitarán las luminarias, en particular su conjunto óptico, aspectos que se deben reflejar el diseño.

1.9. Requerimientos de las Normas de Mobiliario Urbano

Otro factor para considerar en los proyectos de iluminación es la reglamentación sobre mobiliario urbano, por lo que se debe considerar el estilo arquitectónico predominante en el sector. En Plazas públicas, fachadas, vías con destinación histórica o turística definidas, es necesario mantener el estilo, el color y la distribución concordantes. Así mismo, es importante el uso típico de la vía, peatonal, ciclo-ruta o para vehículos automotores. Para cada caso hay distribuciones y equipos que mejoran el impacto visual de la instalación.

2. Aspectos Ambientales Para Considerar

Toda actividad humana tiene un impacto ambiental sobre el medio ambiente, y para llevar a cabo esa actividad, se precisa luz. Cuando no se dispone de luz natural (o incluso cuando se dispone de ella), se genera luz artificial para seguir desarrollando dichas actividades humanas. Para proveer esa luz es necesario generar y consumir energía eléctrica, a la vez que fabricar, transportar, almacenar dispositivos que sean capaces de proporcionar esa iluminación. Todas esas actividades o procesos provocan impactos medioambientales, suponen consumo de recursos, emiten sustancias al medio ambiente y generan otras modificaciones ambientales durante su periodo vital.

Los impactos medioambientales que se valoran habitualmente incluyen el cambio climático, la reducción de la capa de ozono, la generación de ozono en la troposfera, eutrofización, acidificación y otras muchas. Es por esta razón que el Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público, (RETILAP) estipula en su capítulo 580.2.3 lo siguiente:

2.1. Efectos Ambientales

a. Las variaciones de la temperatura dentro de una luminaria dependen de los cambios climáticos tanto estacionales como diarios, así como del encendido y apagado de la bombilla. Estas diferencias de la temperatura interior pueden alcanzar cifras muy altas. Las máximas se presentan

en luminarias cerradas e instaladas en zonas cálidas. Para reducir este efecto ambiental se debe tener en cuenta en cuenta lo siguiente:

- En zonas cálidas utilizar luminarias herméticas y equipo auxiliar, (conductores, fusibles, aisladores, etc.), fabricados con materiales completamente tropicalizados, es decir resistentes al calor excesivo, humedad y moho.
- Para fuentes de alta potencia, y en general para todas las fuentes que liberen una gran cantidad de energía térmica, utilizar luminarias que tengan el volumen interior del conjunto óptico y del conjunto eléctrico, de tal manera que se cumplan los requisitos de producto establecidos en el presente reglamento, respecto a los límites de variación de tensión de operación de la bombilla dentro y fuera del conjunto óptico.
- Para cada categoría de fuente luminosa, utilizar únicamente los modelos de luminarias diseñados específicamente para esa categoría y potencia.
- Para luminarias cerradas no herméticas se debe disponer de un sistema de evacuación del agua de condensación.

b. Variaciones abruptas de la tensión. Una tensión en los terminales de las bombillas, no conforme con la prevista, ocasiona una variación apreciable en el flujo luminoso emitido. La variación de tensión en los terminales de la bombilla depende de la variación de tensión de la fuente de alimentación y de la capacidad de regulación de la tensión que tenga el tipo de balasto utilizado en la luminaria.

   El diseñador debe consultar con el operador de la red el comportamiento de las variaciones de tensión en los circuitos alimentadores de media tensión cuando se considera la instalación de transformadores exclusivos para alumbrado público, o las variaciones en la red de baja tensión cuando se usan las redes de uso general en baja tensión.

   En todo caso el diseñador deberá dejar constancia del análisis realizado y de las especificaciones dadas en consideración con las variaciones posibles de tensión que se presenten en los circuitos de alimentación.

   Cuando un proyecto o sistema se encuentre en operación, el operador del sistema de alumbrado público en conjunto con el operador de la red deberá evaluar el comportamiento de las variaciones de tensión de alimentación y definir las acciones y correcciones a realizar con el fin de obtener un comportamiento cercano a las condiciones de operación de diseño de tensión de las bombillas.

c. Depreciación de la luminaria por envejecimiento y degradación. La rapidez y severidad de la acumulación de polvo en las fuentes luminosas y luminarias varía considerablemente con el tipo y construcción de la luminaria (abierta o cerrada), la altura de montaje y sobre todo con el grado de humedad y polución de la atmósfera del ambiente, el cual depende a su vez, de otros factores (volumen y naturaleza del flujo de tráfico, clima, trayectoria del viento, ubicación de la instalación, etc.) que producen un envejecimiento y degradación de todos los materiales que conforman los sistemas de iluminación pública.

d. Variaciones de las características de reflexión de la calzada (FR). Las propiedades de reflexión de las superficies de la calzada cambian paulatinamente con su utilización. Este cambio que no es constante a lo largo de toda la superficie es significativo en los inicios de la utilización de la calzada y después decae. El cambio de las propiedades de reflexión se produce por:

- Acumulación de suciedad y polvo atmosférico.
- Diferencia de carga y peso de los vehículos.
- Mayor o menor utilización de los carriles de circulación.
- Flujo vehicular.
- Calidad de los materiales utilizados en la construcción de la calzada.
- Condiciones atmosféricas: temperatura, humedad, frecuencia de las lluvias, características de polución del ambiente.

Este factor debe considerarse únicamente cuando se tenga un buen conocimiento de las superficies de las calzadas lo cual se logrará a través de una serie de mediciones que se efectúen sobre las calzadas de las vías.

e. Depreciación del flujo luminoso de la bombilla (DLB). La influencia de la depreciación en la frecuencia de sustitución de las bombillas debe considerarse para mantener ciertas condiciones mínimas de iluminación durante la vida útil de la instalación.

Los fabricantes de bombillas deben suministrar la información de la reducción del flujo luminoso de los distintos tipos de bombillas y las diferentes potencias obtenidas bajo condiciones de funcionamiento controladas. El diseñador deberá tener en cuenta tales condiciones para especificar el tipo de conjunto eléctrico necesario para cada tipo de fuente luminosa propuesta y plantear el esquema de mantenimiento.

Los operadores del servicio de alumbrado público deberán crear y alimentar las bases de datos que les permitan determinar la depreciación y vida útil real de las bombillas por marcas, tecnología, potencia y condiciones del sitio de instalación. En lo posible los operadores deberán, mediante muestras, hacer pruebas para verificar condiciones iniciales y durante la operación de las fuentes luminosas, tales como tensión de bombilla y flujo luminoso.

Al finalizar periodos de 4 años a partir de la entrada en vigencia del presente reglamento, los operadores del servicio de alumbrado público evaluarán los datos del comportamiento real de las bombillas |y presentarán a la industria por intermedio del comité técnico de normalización de iluminación las sugerencias para que se realicen los ajustes pertinentes y a este Ministerio para que se hagan los ajustes al reglamento.

f. Factor de reemplazo de bombillas (R). En alumbrado público el factor de reemplazo de la bombilla estará determinado por la vida útil (70% del flujo luminoso nominal). Por diversas circunstancias, algunas bombillas terminan su vida antes de lo esperado, y dado que existen necesidades de optimizar el mantenimiento de las instalaciones de alumbrado público, se deben considerar las

características de depreciación y mortalidad de la bombilla, para establecer un cronograma de reemplazo.

En alumbrado industrial y comercial el factor de reemplazo de la bombilla podrá ser establecido con base en un estudio de vida económica. La vida económica de una bombilla es el periodo de tiempo, expresado en horas, que transcurre hasta cuando la relación entre el costo de reposición y el costo de lúmenes- hora que sigue produciendo la fuente no es económicamente favorable. La vida económica depende, por consiguiente, del costo de las fuentes luminosas, del costo de la mano de obra para el cambio y del costo de la energía eléctrica.

El factor de cambio de bombilla (R) se determinará a partir de los registros de información alimentados por el operador del alumbrado público y por lo tanto deberá verificar su continuidad y pertinencia.

Todo programa de modernización de alumbrado público, entendido como cambio de luminarias de vapor de mercurio por vapor de sodio, deberá tener implementado en el sistema de información de alumbrado público su base de datos, en la cual se deben registrar, como mínimo, los siguientes datos:

- Marca; Tecnología; Potencia; Fecha de instalación; Sitio de instalación (georreferencia); Tipo de área iluminada (vía tipo, peatonal, zona verde, parque campo deportivo, Cicloruta, etc.).; Intervenciones de mantenimiento del punto instalado desde la fecha de la modernización.

g. Depreciación por ensuciamiento, factor de ensuciamiento (FE). La acumulación de suciedad en el conjunto óptico de las luminarias afecta el rendimiento y, por lo tanto, disminuye los niveles de iluminación de una instalación de alumbrado público. La rapidez y severidad de la acumulación de suciedad varía de acuerdo con las condiciones existentes en el sitio de la instalación y las propiedades de hermeticidad de la luminaria.

Ilustración 13. Niveles de Contaminación.

Categoría	Descripción	Nivel de partículas	Observaciones
I	Ambientes poco polucionados	Bajo Menor 80 µg/m^3	No existen actividades generadoras de polvo o humos en la cercanía, tráfico ligero, generalmente limitado a áreas residenciales o rurales
II	Ambientes medianamente polucionados	Medio 80 – 150 µg/m^3	Existen actividades generadoras de polvo o humos en la cercanía, tráfico pesado, generalmente limitado a áreas residenciales e industriales ligeras.
III	Ambientes muy polucionados y zonas industriales	Alto 150 – 400 µg/m^3	Existen actividades generadoras de nubes de polvo o humos en la cercanía, que pueden envolver ocasionalmente las instalaciones. Áreas altamente industriales
IV	Ambientes excesivamente polucionados	Excesivo Superior a 400µm^3	Como la categoría anterior pero las instalaciones están envueltas en humo y polvo

Fuente RETILAP 40150-2024

2.2. Coexistencia de las Luminarias con los Árboles en las Vías

La arborización en el casco urbano de un municipio debe estar sometida, como todo lo público, a unas normas regulatorias que faciliten la coexistencia con la red eléctrica aérea o subterránea, los andenes, la iluminación y demás elementos del mobiliario urbano.

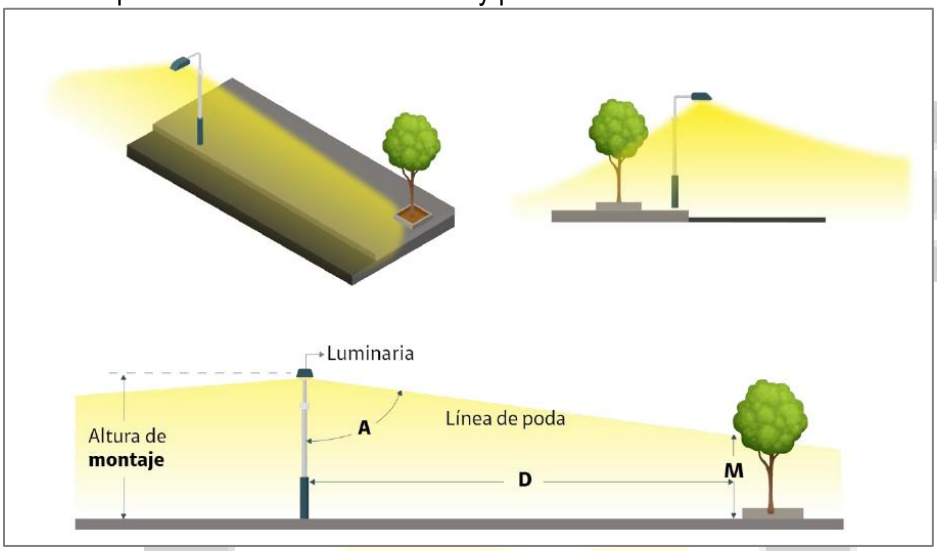
Se deben evitar especies como el ficus, los cauchos y ceibas, mientras se recomienda plantar árboles de follaje liviano, lo cual se hace separando el punto de siembra al menos 1,5 m de la proyección que da la red aérea sobre el piso. Para lograr una coordinación entre la arborización y la iluminación pública es necesario, en algunos casos, efectuar desviaciones a los parámetros generales del diseño del alumbrado público para la vía, tales como la altura de montaje, interdistancias, disposición de las luminarias o su brazo de montaje. Cada caso debe tratarse separadamente, dependiendo de la vegetación considerada.

Debe tenerse en cuenta que no es necesario podar los árboles más allá de las ramas que interfieran con el haz luminoso útil figura 6, ya que el follaje restante permite mejorar el apantallamiento de la instalación y, por ende, mejora la visibilidad de obstáculos por efecto silueta. En todos los casos, es mejor planear desde el momento de iniciar el diseño de la calzada los sitos para las redes de servicios públicos, tanto aéreos como subterráneos.

Si una luminaria debe cambiar su interdistancias en un 10%, esto no afectará la calidad de la iluminación de manera apreciable. Incluso si se trata de una sola luminaria, es aceptable hasta un 20% de desviación. El parámetro principal para cambiar, por efectos de la arborización, es el avance de la luminaria sobre la calzada, el cual depende del brazo. De esta manera, se garantiza la efectividad y apariencia de la instalación de alumbrado.

Se debe conceder a la arborización la importancia que merece como integrante del contexto urbano, en tal condición debe formar parte integral de los proyectos de diseño de alumbrado y se deben coordinar y jerarquizan las prioridades en la localización de los distintos componentes urbanos, dando valores racionales a cada uno de los objetivos de cada uno de estos componentes.

Ilustración 14. Separación mínima entre árboles y postes con luminarias de Alumbrado Público.



Fuente: RETILAP 40150-2024

2.3. Uso Racional de Energía

Colombia hoy dispone de La Ley 697 de 2001[1] declaró el Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE) como un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional, fundamental para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección al consumidor y la promoción del uso de energías no convencionales de manera sostenible con el medio ambiente y los recursos naturales.

El uso eficiente de energía es la utilización de ésta de manera que se obtenga la mayor eficiencia energética, bien sea de una forma original de energía y durante cualquier actividad de producción, transformación, transporte, distribución y consumo de las diferentes formas de energía, dentro del marco del desarrollo sostenible y respetando la normatividad vigente sobre el medio ambiente y los recursos naturales renovables[2].

La energía eléctrica es la fuerza vital de la sociedad porque gracias a ella se encienden los electrodomésticos, se puede enfriar los alimentos, se obtiene calefacción y se puede iluminar tanto el hogar como las calles. La energía eléctrica consumida se mide en kilovatios-hora (kWh) y el proveedor de energía cobra una tarifa por cada kWh consumido.

1 Ley 697 de 2001, "Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones".
2 Ley 697 de 2001, artículo 3, numeral 2.

Para calcular la energía consumida por una luminaria encendida durante un determinado período de tiempo, se multiplica la potencia de la bombilla en kW (los vatios de la bombilla ÷ 1000) por el tiempo en horas del período determinado. Por ejemplo, una bombilla de 70 W encendida durante diez (10) horas consumirá 0.7 kWh, mientras que una bombilla de 400 W encendida el mismo tiempo consumirá 4 kWh, es decir más de cinco veces la energía consumida por la primera.

Consumo de energía eléctrica en alumbrado público en Colombia, representa aproximadamente el 3% del consumo total de energía eléctrica. Aunque este porcentaje de energía es bajo, se puede distinguir al alumbrado público como un importante foco para el ahorro de energía y la aplicación del uso racional de la energía o URE, ya que la demanda estimada de energía para el año 2018; 74.835 GWh y para el 2019; 77.160 GWh[3]. Este 3% se traduce en 2.245 GWh para el 2018 y 2.314 para el 2019, que, en costos, con la tarifa promedio de 280 $/kWh, representa la no despreciable suma de $628.280 millones de pesos para la vigencia 2018 y 647.920 millones de pesos para la vigencia 2019.

URE es el Uso Racional de Energía. Esto significa aprovecharla al máximo, sin perder calidad de vida. Claro está, se puede continuar utilizando el computador, el automóvil, la iluminación o cualquier elemento que requiera energía para funcionar, pero se debe evitar su desperdicio y la producción de desechos contaminantes. Aplicando URE, regulando y optimizando el uso de la energía, se lograría un gran impacto económico y ambiental en la sociedad.

El uso racional de energía en alumbrado público se hace utilizando luminarias modernas, potencias adecuadas y en cantidades suficientes para lograr niveles de iluminación óptimos. También se regula y se hace URE cuando se mantienen las instalaciones del alumbrado público en buen estado, velando por su seguridad y sobre todo cuando se realizan actividades de limpieza a las luminarias para evitar que la capa de suciedad haga ineficiente el uso de la energía.

El Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), expedido por el Ministerio de Minas y Energía, mediante la Resolución 18 1331 de 2009, sustentado en la utilización de fuentes que utilizan la energía eléctrica, el cual fue modificado mediante la Resolución 18 0540 de 2010, cuyo objeto fundamental es:

(...) Establecer los requisitos y medidas que deben cumplir los sistemas de iluminación y alumbrado público, tendientes a garantizar: los niveles y calidades de la energía lumínica requerida en la actividad visual, la seguridad en el abastecimiento energético, la protección del consumidor y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos originados, por la instalación y uso de sistemas de iluminación (…)[4]

3 Proyección de la demanda de energía eléctrica y potencia máxima en Colombia, junio 2016 – UPME.

4 Resolución 18 0540 de 2010. Ministerio de Minas y Energía. por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - (RETILAP), se establecen los requisitos de eficacia mínima y vida útil de las fuentes lumínicas y se dictan otras disposiciones, pág. 9

Dentro de las reglas generales que establece, resalta la importancia del uso racional y eficiente de energía (URE) en los diferentes sistemas de iluminación interior y exterior, dentro de estos últimos los de alumbrado público.

El Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), también, señala las exigencias y especificaciones mínimas para que las instalaciones de iluminación garanticen la seguridad y confort con base en su buen diseño y desempeño operativo, así como los requisitos de los productos empleados en las mismas. Adicionalmente, uno de los objetivos específicos del Reglamento es exigir requisitos para contribuir con el uso racional y eficiente de la energía y con esto a la protección del medio ambiente y el aseguramiento del suministro eléctrico.

En consecuencia, constituye una obligación ambiental en la prestación del servicio de alumbrado público, el cumplimiento de las obligaciones y requisitos relacionados con el uso racional y eficiente de la energía, establecidos en las disposiciones vigentes, por lo que se debe tener en cuenta la tecnología implementada en los sistemas de alumbrado público.

El RETILAP establece que en concordancia con lo que reza el Artículo 5° del Decreto 2424 de 2006, compilado en el Decreto Único Reglamentario del sector administrativo de minas y energía 1073 de 2015, y demás normatividad legal o reglamentaria sobre alumbrado público, los municipios y distritos deben elaborar un plan anual del servicio de alumbrado público que contemple entre otros la expansión del mismo, a nivel de factibilidad e ingeniería de detalle, armonizado con el plan de ordenamiento territorial y con los planes de expansión de otros servicios públicos, cumpliendo con las normas técnicas y de uso eficiente de energía, que para tal efecto expida el Ministerio de Minas y Energía.

De acuerdo con lo anterior, constituye una obligación ambiental en la prestación del servicio de alumbrado público el cumplimiento y sujeción a las disposiciones relacionadas con el ordenamiento territorial y el espacio público, establecidas en las disposiciones vigentes.

3. Aspecto Generales Para Los Diseños De Iluminación

3.1. Uso del Software

El software empleado en el cálculo y diseño de sistemas de iluminación debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Debe demostrar que cumple con los estándares internacionales de acuerdo con el tipo de diseño realizado ya sea interior, exterior, deportivo, alumbrado público, túneles, entre otros, o los requisitos estipulados para cada caso en el presente Reglamento, incluyendo la ubicación de los puntos de cálculo, algoritmos usados para calcular niveles, uniformidades e índices de deslumbramiento y demás parámetros requeridos.

- Debe disponer de rutinas de ingreso para la información del diseño geométrico. De la misma forma, debe permitir ingresar la información relacionada con la identificación del objeto de

diseño y del diseñador, la cual debe estar contenida en los reportes de resultados que arroje el software.

- Debe disponer de interfaces gráficas que permitan la importación de planos en CAD (diseño asistido por computadora, por sus siglas en inglés Computer Aided Design) o cualquier otro formato gráfico, de tal forma que se pueda realizar la ubicación de objetos y ser integrados en la presentación final de la memoria de cálculo. De la misma forma, debe tener la capacidad de realizar renderizado de imágenes como complemento, para mejorar la presentación estética del proyecto.

- Debe aceptar al menos un estándar de formatos de matrices de intensidad, como por ejemplo archivos con extensiones (.ies), (.iec), etc. o formatos ajustados a EULUMDAT, IES LM 63, ANSI/IES TM-33, UNI 1603054, GLDF, entre otros compatibles con el software.

- Debe permitir la identificación y/o selección de los parámetros correspondientes a la información de los equipos de iluminación tales como:
    a. Tipos de coordenadas de la fotometría empleada.
    b. Flujo luminoso.
    c. Altura de montaje e inclinación de la luminaria.
    d. Distancias entre luminarias.
    e. Posiciones relativas de las luminarias respecto del local, vía o área a iluminar.
    f. Debe permitir visualizar en su interfaz las características de la luminaria que se está utilizando en el diseño, tales como temperatura de color y potencia.

- Debe permitir la identificación y/o selección de los parámetros correspondientes a la información de los datos inherentes al diseño, dentro de los cuales se encuentran: condiciones ambientales, tipos de superficies e índices de reflexión asociados a materiales utilizados en paredes, techos, pisos, así como los utilizados en el amoblamiento en general.

- Debe permitir e identificar las posiciones de las mallas de cálculo, de los observadores y del plano de trabajo.

- Debe considerar las formas y tamaños de los obstáculos presentes en el espacio a modelar.

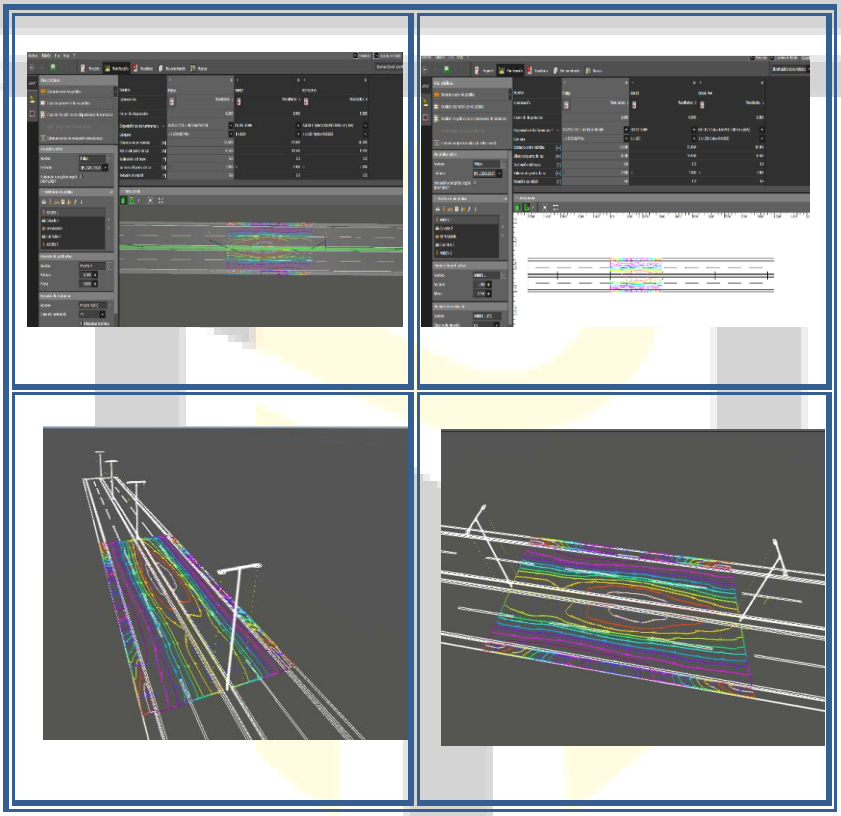
- Para el caso de cálculos de iluminación vial, debe entregar en los resultados claramente la información correspondiente a longitud de brazos, ángulo de inclinación de la luminaria, avance o retranqueo del equipo de iluminación con respecto al borde de la vía, altura libre de la luminaria con respecto al piso, interdistancia entre luminarias, tipo de recubrimiento, índices de reflexión de las superficies de la vía, posiciones de las mallas de cálculo de acuerdo con la metodología de la norma EN 13201 del 2015 o la que la reemplace y/o la norma CIE 140 última versión o la que la sustituya, así como la posición de los observadores, tanto de cada carril como la del observador para la determinación del índice de deslumbramiento (TI).

- El software debe permitir aplicar las normas internacionales vigentes o de reconocimiento internacional usadas en sus algoritmos de cálculo (tales como CIE, IESNA, ANSI, etc.).

- El software debe permitir incluir el factor de mantenimiento a utilizar, de acuerdo con los lineamientos dados en el presente Reglamento.

- Las unidades para los datos a ingresar al software y las de los resultados deben ser claramente identificables, seleccionables y visibles, para ello se deben emplear las unidades de medida y luminotécnicas del sistema internacional de unidades.

Tabla 6. Vista Dialux evo.



Fuente: Propia

3.2. Clases de Iluminación Según las Características de las Vías

3.2.1. Vías Vehiculares

Los criterios que se deben tener en cuenta para asignar una clasificación de iluminación están asociados a las características de las vías, siendo las principales: la velocidad de circulación y el número de vehículos. Toda vía caracterizada con estas dos variables se les asignará un tipo de iluminación conforme a la siguiente tabla.

Tabla 7. Clasificación de las 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>=80	Muy importante	T>1000
M2	Vías de acceso controlado y vías rápidas.	Alta	45<=V<80	Importante	1000>T>700
M3	Vías principales y ejes viales.	Media	40<=V<45	Media	700>T>500
M4	Vías primarias o colectoras	Reducida	30<=V<40	Reducida	500>T>300
M5	Vías secundarias en barrios	Muy reducida	20<=V<30	Muy reducida	300>T>150
M6	Vías dentro de conjuntos residenciales cerrados y condominios.	Muy reducido	V<20	Muy reducido	T<150

Fuente: RETILAP 40150-2024

Otros factores para tener en cuenta son la complejidad de la circulación, controles del tráfico tipos de usuarios de las vías y existencia de separadores. En tal sentido y por criterios de uso racional y eficiente de energía, una vía podrá disponer, en ciertas horas, de un alumbrado con clasificación inferior a la resultante de la aplicación de la tabla 7, utilizando la tabla 8.

En el mismo sentido y de conformidad de las condiciones de control de tráfico y de existencia de separación de diferentes usuarios en la vía, también podrá usarse una clase de iluminación diferente. Las condiciones para disponer de dos clases de iluminación en una vía o su cambio como criterio inicial de diseño se establecen en la tabla 8, adaptada de la tabla 7 de la NTC 900.

Tabla 8. Variación de las Clases de Iluminación

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 (3) 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
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

Fuente: RETILAP 40150-2024

Notas:

- La complejidad de la vía se refiere a su infraestructura, movimiento de tráfico y alrededores visuales. Se deben considerar los siguientes factores: número de carriles, inclinación, letreros,

señales, entradas y salidas de rampas. Se debe tener en cuenta que las intersecciones viales y otros sitios de tráfico complejo se analizan separadamente.

- Control de tráfico se refiere a la presencia de avisos y señales, así como a la existencia de regulaciones. Los métodos de control son semaforización, reglas y regulaciones de prioridad, señales, avisos y demarcaciones de la vía. La presencia o no de estos controles es lo que determina que sean escasos o suficientes.
- La separación puede ser por medio de carriles específicos o por normas que regulan la restricción para uno o varios de los tipos de tráfico. El menor grado se recomienda cuando existe esta separación.
- Los diferentes tipos de usuarios de la vía son: automovilistas (en vehículos veloces o lentos), motoristas de vehículos pesados y lentos (camiones), vehículos grandes y lentos (buses) ciclistas, motociclistas y peatones.

Además, se debe tener en cuenta la geometría de la vía (rectilínea, curva, número de carriles de circulación, reglas de tránsito, superficie de la vía, guías visuales), así como los puntos particulares que se pueden encontrar sobre ella (cruces, puentes, túneles etc.). 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 que respondan a un mismo tipo de iluminación en función de los fines perseguidos, diferentes para cada uno de ellos, pero bien caracterizados para un mismo conjunto.

3.2.2. Vías para Tráfico Peatonal y Ciclistas

La iluminación de estas áreas debe garantizar que los peatones y ciclistas puedan distinguir la textura y diseño del pavimento, la configuración de bordillos, escalones marcas y señales; adicionalmente debe ayudar a evitar agresiones al transitar por estas vías. En la tabla 9 se presentan las seis clases de iluminación para diferentes tipos de vías en áreas peatonales.

Tabla 9. Iluminación Tipos de Vías en Áreas Peatonales y Ciclistas

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.

Fuente: RETILAP 40150-2024

Las clases de alumbrado establecidas en la tabla 9, consideran las necesidades asociadas a toda la superficie utilizada, es decir, la superficie de la acera y de la calzada, en caso de que exista. Cuando se haya establecido que en determinadas zonas se ha incrementado o se pueda incrementar la criminalidad o resulte necesaria la identificación de las personas, objetos u obstáculos, la clase de iluminación podrá ser uno o dos grados superior a la resultante de aplicar la imagen.

3.2.3. Clases de Iluminación según el Uso y Tipo de Vía

En concordancia con el concepto de crear espacios de convivencia ciudadana garantizando la seguridad, los niveles recomendados por las normas nacionales e internacionales han sido ajustados a valores, que satisfacen los requerimientos particulares del país.

Igualmente, estos valores se presentan para cada tipo de vías y áreas asociadas en rangos coherentes a los criterios de diseño, que ofrecen flexibilidad en el diseño y aplicación para cada caso específico, a la vez que armonizan en el contexto urbanístico. Para la adecuada identificación de cada espacio en la vía, es necesario atender los perfiles típicos de vías que tiene aprobado en el POT cada municipio.

En los sistemas de alumbrado público existentes que hagan uso de la infraestructura de red eléctrica de uso general, sobre los cuales se requiera realizar ajustes para cumplir con los niveles de iluminación y coeficiente de uniformidad exigidos en el presente reglamento, se deberán modificar la luminaria y/o la potencia de la fuente, así como la forma y longitud del brazo.

Cuando el Operador de red o propietario de la infraestructura de la red de uso general realice la remodelación, deberá 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.

3.3. Requisitos de Iluminación Mantenidos para Vías Vehiculares

Conocidas las características de las vías y sus requerimientos visuales, se deberá asignar la clase de iluminación necesaria. A cada clase de iluminación se le establecen los requisitos fotométricos mínimos mantenidos a través del tiempo, los cuales se condensan en la tabla 10, para luminancia, cuando este es el criterio aplicado. Los valores son para piso seco.

Tabla 10. Requisitos fotométricos mantenidos por clases de iluminación

Clase de iluminación	Superficie de la carretera					Ciclorrutas adyacentes				En andenes adyacentes			
	Estado seco												
	Luminancia promedio Lprom (cd/m^2)	Uo (min/ (med)	UL (min/ max)	fTI	Relación de entorno mínimo EIR	Emed (lux)	Punto min. Emin (lux)	Ilumin. Vertical minima (Evmin, lux)	Ilumin. Semi cilindrica minima (Esc,min, lux)	Emed (lux)	Punto min. Emin (lux)	Ilumin. Vertical minima (Evmin, lux)	Ilumin. Semi cilindrica minima (Esc,min, lux)
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

Fuente: RETILAP 40150-2024

Se podrán hacer diseños con base en criterio de iluminancia para las vías consideradas, en base a lo estipulado en la tabla siguiente:

Tabla 11. Valores mínimos mantenidos de iluminación

Clase de iluminación más importante que converge en el cruce	Clase C	Iluminancia Promedio en toda la superficie (luxes)	Uniformidad general Uo
M1	C0	50	0,4
M2	C1	30	0,4
M3	C2	20	0,4
M4	C3	15	0,4
M5	C4	10	0,4
M6	C5	7,5	0,4

Fuente: RETILAP 40150-2024

En áreas críticas que pertenezcan a vías vehiculares, se deberán aplicar los criterios y clases de iluminación expuestos en la tabla siguiente:

Tabla 12. Clases de Iluminación en áreas de vías vehiculares

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
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
TÚNELES 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

Fuente: RETILAP 40150-2024

Es necesario resaltar que los valores anteriores se calculan para condiciones estables de funcionamiento a través del tiempo de vigencia del proyecto, con excepción del TI que solamente se calcula y verifica para la condición inicial del proyecto.

Es por tanto necesario considerar en el diseño de iluminación los factores de depreciación luminosa incidentes en los parámetros anteriores, los cuales se condensan en un solo resultado final conocido como el Factor de Mantenimiento (FM).

3.4. Guías de Visibilidad en Vías de Velocidades Elevadas

En las carreteras, donde se circula a velocidades elevadas, generalmente superiores a los 60 km/h la iluminación a plantear se concentra más en proveer la dirección del camino a manera de guía visual, que en proporcionar una gran cantidad de luz sobre la calzada. Debe resolver de manera secundaria el problema de ver obstáculos fijos o móviles que aparecen eventualmente. El conductor verá los obstáculos como siluetas, pues generalmente el contraste resulta negativo (el obstáculo se ve más oscuro que el fondo).

Al utilizar adecuadas guías visuales en la vía se pueden reducir sus niveles de iluminación, sin disminuir la seguridad, lográndose con ello un uso racional de la energía. Las guías de visibilidad resultan muy útiles en el delineamiento de la vía para seguridad del conductor en particular cuando se trata de vías periféricas, vías en zonas de alta contaminación atmosférica o con presencia permanente de neblina.

El diseñador del alumbrado público puede contar en la actualidad con modelos de distribución en perspectiva (modelos 3D estandarizados) para garantizar que el observador no confundirá la vía aún en trayectos donde las curvas de nivel del terreno propicien tal confusión.

Las guías de visibilidad realizadas con el diseño de iluminación son una parte de las guías visuales totales. Para ello, la vía debe contener señales continuas, generalmente en pintura directa sobre la vía, que definen el límite entre la vía y la berma del camino, otras líneas para diferenciar los carriles, igualmente una doble línea para separar las calzadas en dirección contraria.

Estas guías se tornan continuas en los tramos curvos y cambia de color (por ejemplo, de blanco a amarillo) en los tramos donde la vía ofrece algún riesgo adicional.

Hay en la actualidad muchos otros elementos constitutivos de las guías de visibilidad de las carreteras o vías donde los alrededores no están iluminados y se encuentran referenciados en el Manual de Señalización Vial de INVIAS. Muchas de ellas son en pinturas claras o reflectivas, en alto relieve o en colores de alto contraste (amarillo y negro).

El Manual de Señalización Vial de INVIAS establece señalización vertical, señalización horizontal y señales de guía, delineadores de piso, especificación técnica de construcción de señales, capta faros (ojos de gato).

3.5. Localización de Luminarias

Al iniciar un diseño de iluminación es necesario conocer las disposiciones que tiene el municipio que, para los diferentes operadores de servicios públicos, en cuanto a la localización de los postes y redes de energía, así como la red de alumbrado público, respecto al costado donde deben colocarse en la malla vial local, y si existe alguna restricción para la colocación de los postes exclusivos de alumbrado público en la malla arterial tanto principal como complementaria.

La localización de las luminarias en la vía está relacionada con su patrón de distribución, con el ancho de la vía, con los requerimientos lumínicos de la calzada, con la altura neta de montaje de las luminarias con respecto a la calzada, con el perfil de la vía, la proximidad a redes de AT, MT (en donde se deben cumplir las normas de distancias mínimas de seguridad establecidas en el RETIE y las zonas de servidumbres), líneas férreas, mobiliario urbano, etc. Se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

a. Los postes deben ser instalados a una distancia del borde de la vía mínimo 60cm, para el caso de requerirse o determinar que la mejor solución es instalar los postes en separadores centrales o separadores, estos no deben tener un ancho menor de 1,5 metros.

b. Aparte de estas consideraciones, la altura de montaje se relaciona con las facilidades para el mantenimiento y el costo de los apoyos. La interdistancia de los postes de alumbrado será la que resulte del estudio fotométrico de iluminación de la vía y primará sobre la distancia de ubicación de los elementos del mobiliario urbano (árboles, sillas, canecas para basura, bolardos, ciclo parqueos, etc.).

c. Los municipios, o entidades encargadas del alumbrado público, deben realizar el estudio de iluminación previo a la determinación de la disposición de los elementos de urbanismo y arquitectónicos con el fin de que el proyecto cumpla con las condiciones óptimas de niveles de iluminación y uso racional y eficiente de energía.

d. Las interdistancias definidas en la memoria de cálculo, sólo se deben disminuir debido a obstáculos insalvables, como por ejemplo sumideros de alcantarillas, rampas de acceso a garajes existentes, rampas, entre otras.

e. La inclinación de la luminaria de ser necesario entre 0 y máximo 15° con respecto a la horizontal, y/o utilizando brazos con mayor longitud.

f. Se pueden utilizar las distribuciones de equipos más adecuadas de acuerdo con el perfil de la vía, de acuerdo con las siguientes disposiciones de luminarias, donde H es la altura de la luminaria, W el ancho de la calzada y S la interdistancia entre luminarias. Conocidas las características de las vías y las propiedades fotométricas de las luminarias, el diseñador debe aplicar la configuración que mejor resuelva los requerimientos de iluminación de acuerdo con las siguientes disposiciones de puntos luminosos:
Disposición unilateral: Es una disposición donde todas las luminarias se instalan a un solo lado de la calzada. El diseñador debe utilizar la luminaria más apropiada que cumpla con los requisitos fotométricos exigidos.

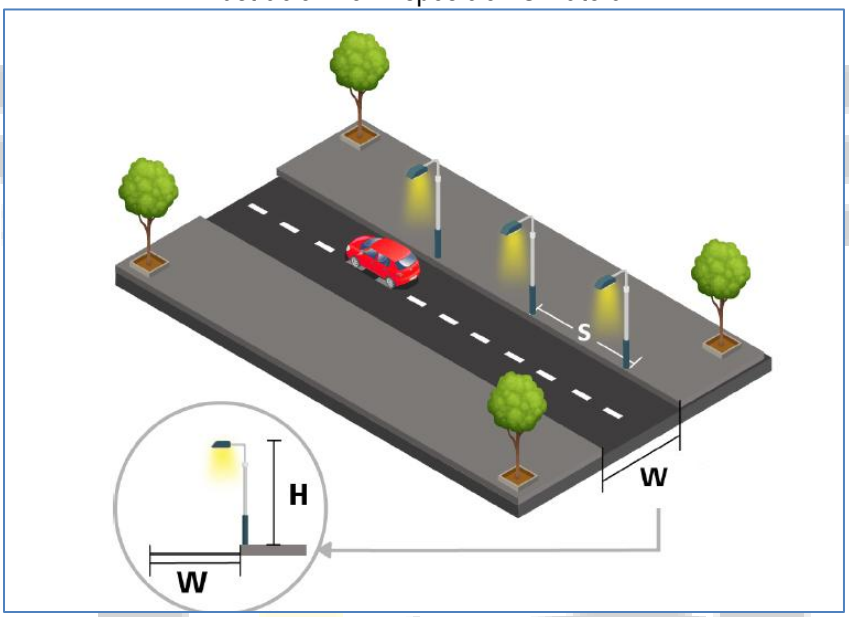
3.6. Configuraciones Básicas de Localización de Puntos de Iluminación

Conocidas las características de las vías y las propiedades fotométricas de las luminarias, el diseñador deberá aplicar la configuración que mejor resuelva los requerimientos de iluminación.

3.6.1. Disposición Unilateral

Es una disposición donde todas las luminarias se instalan a un solo lado de la vía. El diseñador debe utilizar la luminaria más apropiada que cumpla con los requisitos fotométricos exigidos para las alturas de montaje, interdistancia y menor potencia eléctrica requerida.

Ilustración 15. Disposición Unilateral.



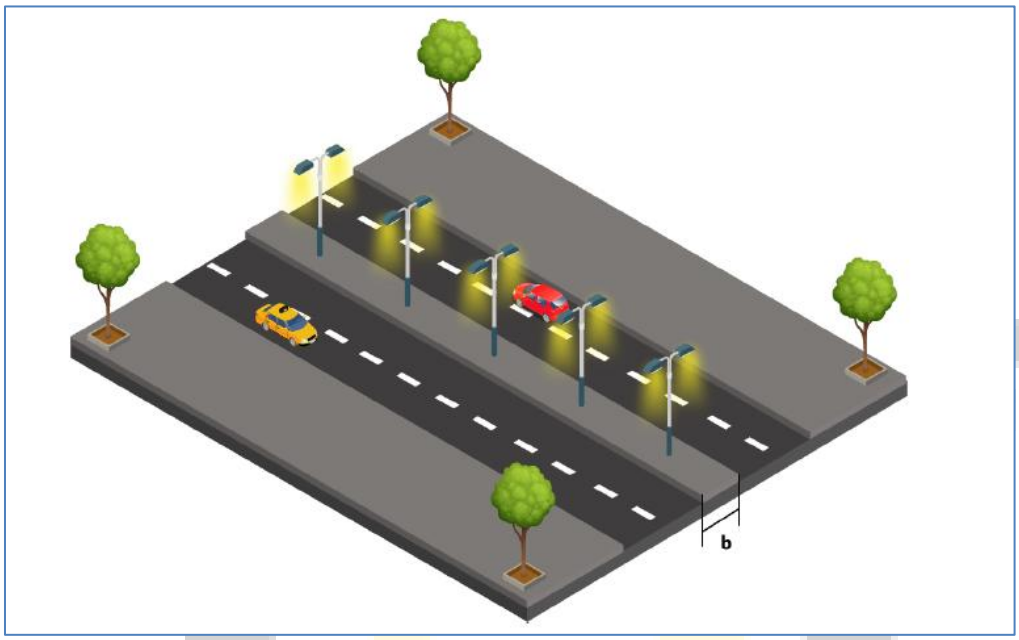
Fuente: RETILAP 40150-2024

Diseños por encima de 20º de elevación no son recomendables porque pueden terminar iluminando las fachadas del frente y generando polución luminosa).

3.6.2. Central Doble

Donde los carriles de circulación en una dirección y otra se encuentran separados por un pequeño separador que no debe ser menor de 1,5 m de ancho. Se logra una buena economía en el proyecto si los postes comparten en el separador central a manera de dos disposiciones unilaterales. Esta manera de agrupar las luminarias se denomina central sencilla.

Ilustración 16. Disposición Central Doble.



Fuente: RETILAP 40150-2024

3.6.3. Bilateral.

Cuando la vía presenta un ancho W superior a la altura de montaje hm de las luminarias (1.0 < (W/hm) < 1,50), se recomienda utilizar luminarias clasificadas como Tipo II de la IESNA o de dispersión media en el modelo de la CIE. Es claro que la anterior frase no obliga al diseñador a utilizar luminarias Tipo II de manera exclusiva, pues la presente norma es del tipo de resultados y no de materiales a utilizar en un diseño.

También es conveniente utilizar la disposición bilateral alternada en zonas comerciales o de alta afluencia de personas en la noche, para iluminar las aceras y las fachadas de las edificaciones frente a la calzada y crear de esta manera, un ambiente luminoso agradable.

Ilustración 17. Disposición Bilateral

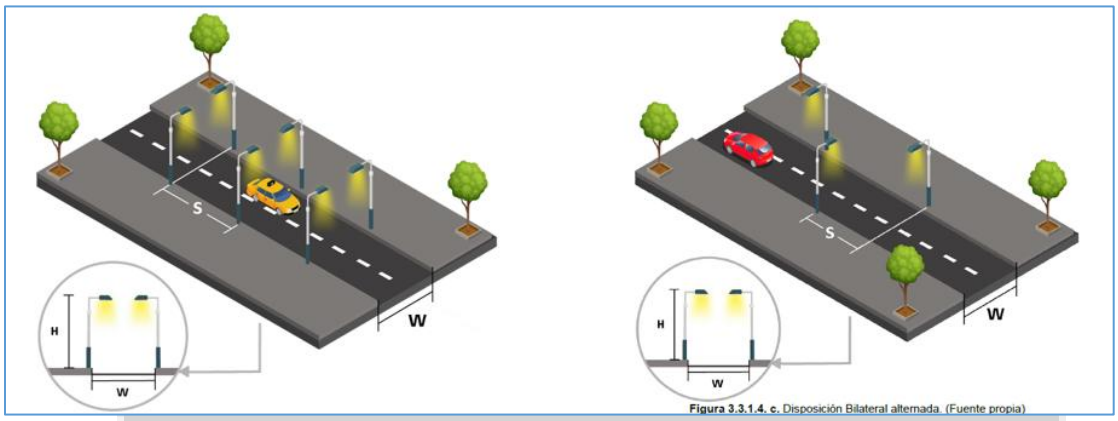


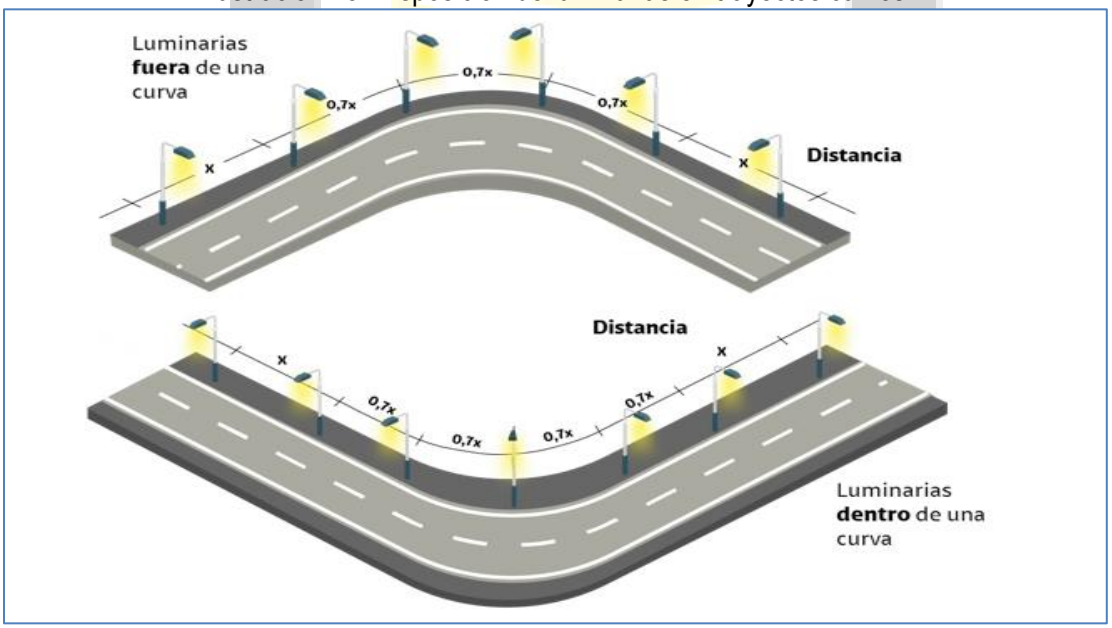
Figura 3.3.1.4. c. Disposición Bilateral alternada. (Fuente propia)

Fuente: RETILAP 40150-2024

3.6.4. Disposición en Curvas.

El trabajo visual del conductor en las curvas se aumenta, por lo que en curvas leves (entre 0° y 30°) se debe reducir la interdistancias básica a 0,90S en el trayecto de entrada o salida de la curva (normalmente comprende 100 a 200 m para velocidades de circulación de 60 o 75 km/h respectivamente) y a 0,75S en el trayecto mismo de la curva (donde se ha trazado la vía con un radio dado).

Ilustración 18. Disposición de luminarias en trayectos curvos



Fuente: RETILAP 40150-2024

Se considera que un tramo es realmente curvo, cuando el radio de curvatura del trazado de la carretera sobre su eje es mayor a 300 m.

Cuando se trata de curvas más pronunciadas (entre 30° y 90° y radio inferior a 300 m) la interdistancias se reduce hasta 0,70S, cuando las luminarias se encuentran instaladas en la acera exterior de la curva.

Si se encuentran en la acera inferior, esta reducción va hasta 0,55S. La disposición de las luminarias debe ser preferencialmente en el andén exterior de las curvas, con el fin de mantener una guía visual más estable, se deben usar distribuciones de luminarias del tipo unilateral o bilateral opuesta. Así mismo, se debe evitar el uso de la distribución bilateral alternada, porque puede causar confusión respecto a la forma del camino. En este caso, la iluminación debe prestar una eficiente labor de señalización vial.

Otra distribución que debe evitarse es cambiar el sentido de la distribución unilateral al entrar a una curva y dejar luminarias justo al frente de la prolongación de la vía. Esto retarda la percepción de la curva por parte del conductor y aumenta la posibilidad de un accidente.

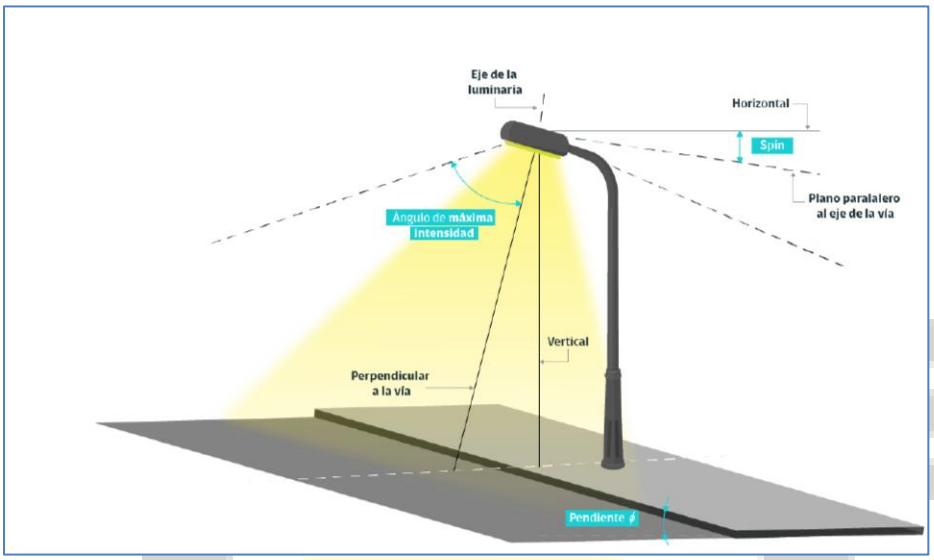
3.6.5. Disposición en calzadas con pendiente.

cuando las luminarias están localizadas en calzadas en pendiente, se recomienda orientarlas de tal manera que el rayo de luz en el nadir sea perpendicular a la vía. El ángulo de giro formado entre el brazo y la luminaria, se denomina Spin y debe ser igual al ángulo de inclinación de la vía. Esto asegura máxima uniformidad en la distribución de la luz y reduce el deslumbramiento de una manera eficaz.

Igual que en las curvas, el trabajo visual del conductor en una calzada en pendiente se aumenta. Se considera que una calzada está en pendiente, como para variar las condiciones de iluminación, cuando ésta excede los 3° por debajo de este valor, se considera la iluminación como un trayecto plano.

Al igual que en los trayectos curvos, los primeros 100 o 200 m (dependiendo de la velocidad de circulación) al entrar a una sección de la calzada en pendiente, el diseñador debe reducir la interdistancias a 0,90S. En la cima, unos 100 o 200 m antes y después, dependiendo de la velocidad de circulación, la interdistancias se reduce paulatinamente hasta llegar a 0,70 S. Ver la ilustración 19.

Ilustración 19. Disposición de Luminarias en calzadas con pendiente.



Fuente: RETILAP 40150-2024

Los postes, en estos trayectos en pendiente, deberán permanecer verticales e independientes de la inclinación de la calzada.

Si un trayecto de la calzada es inclinado y además es curvo, los postes o apoyos de las luminarias deben ubicarse detrás de las barreras protectoras o naturales que existan, con el fin de evitar accidentes de tránsito y reducir sus complicaciones, cuando se produzcan.

3.7. Criterios de Diseño

En los diseños fotométricos de los proyectos de alumbrado público, se deben tener en cuenta los siguientes lineamientos y conceptos generales, según se aplique:

a. Se debe realizar el levantamiento de la infraestructura de alumbrado público existente (postes, luminarias, canalizaciones, transformadores, etc.), con el fin de determinar su continuidad, su retiro parcial o total, su reubicación o modificación, así como de integrarla con el nuevo proyecto para evitar la duplicidad de infraestructura de alumbrado público. Al efecto, se deberá evaluar la influencia de la iluminación existente que permanezca y la infraestructura aprovechable. En los casos de retiro, se deben relacionar las cantidades en las memorias del proyecto y en los planos definitivos, la identificación (rótulo) de cada luminaria que se eliminará o se reubicará. Esta información se debe consignar también en las actas de entrega de obra.

b. En los casos en que se considere necesario alterar o restringir los parámetros para el diseño fotométrico (potencias de luminarias, niveles de iluminancia/luminancia, alturas de montaje de luminarias, condiciones especiales en el espacio público y su amoblamiento, modulación arquitectónica, accidentes geográficos, restricciones por la interferencia con líneas eléctricas de alta tensión, canales, ductos de servicio público, edificaciones, puentes, entradas vehiculares a

supermercados, parqueaderos, estaciones de servicio, etc.), el diseñador debe registrar en el proyecto de tales situaciones.

c. El diseño fotométrico debe concatenarse con los diseños de espacio público, de urbanismo y paisajismo, haciendo claridad en que la calidad y la cantidad de la iluminación deben prevalecer, pero manteniendo armonía con la modulación del espacio público y la ubicación del mobiliario urbano.

d. En lo posible y dependiendo de la magnitud de la obra, se debe disponer como mínimo de tres alternativas de diseños fotométricos utilizando luminarias certificadas de diferentes marcas. Los planos de los diseños fotométricos deben entregarse debidamente identificados y avalados por el responsable de su elaboración.

   Con el propósito de garantizar el manejo de intersecciones y transiciones en los cambios de perfil, no se deberá aceptar la presentación de los proyectos fotométricos en tramos o perfiles típicos, sino que se deben desarrollar en su totalidad, permitiendo reflejar las cantidades de obra del proyecto.

   Los cálculos fotométricos se deberán realizar para cada tipo de perfil de vía y en las zonas críticas. En caso de presentarse modificaciones posteriores, se deberá indicar la versión y la fecha de actualización.

e. Como resultado del diseño fotométrico, se debe especificar en forma escrita en las memorias de cálculo y gráficamente sobre los planos de diseño fotométrico los siguiente: la altura de montaje, perfil de la vía (ancho de andenes, calzadas, ciclo rutas, etc.), interdistancias, inclinación, posición de bombilla y avance de la luminaria.

   Se debe dar claridad en lo que respecta al ángulo de inclinación del conjunto brazo-luminaria (conjunto óptico) y su avance total. Así mismo, anexar la matriz de intensidades certificada con la cual se realizan los cálculos, se debe indicar la posición (reglaje) de la bombilla a la cual corresponden. La información antes descrita de los estudios y diseños fotométricos de la alternativa seleccionada debe consignarse también en los planos eléctricos. Toda la anterior documentación se deberá usar en las labores de construcción, interventoría e inspección por parte de los organismos acreditados.

f. Las zonas peatonales deben iluminarse en lo posible con las mismas luminarias que iluminan las vías. La utilización del sistema doble propósito o doble luminaria para la iluminación de calzadas y de manera simultánea ciclo rutas, andenes y demás áreas peatonales, se debe aplicar sólo cuando los niveles calculados obtenidos por la influencia de las luminarias dispuestas para la calzada no sean suficiente, lo cual deberá demostrarse y soportarse con cálculos fotométricos o con mediciones de campo. Así mismo, no se deberán proyectar luminarias hacia los andenes en sistema doble o doble propósito, cuando éstos sean de ancho igual o inferior a 3 m o se presente interferencia con edificaciones, árboles, etc.

g. Cuando exista o se proyecten vías con separadores con un ancho mayor o igual a 1,5 metros, deberá darse prioridad al diseño con disposición central doble, sin detrimento de la cantidad y la calidad de la iluminación de las áreas peatonales, ciclo rutas y demás áreas en los andenes, garantizando el cumplimiento de las distancias mínimas de seguridad de los postes al sardinel, que debe ser de 0,6 m.

   En los separadores se deberán utilizar postes con doble luminaria a menos que el ancho del separador sea mayor de 4 m u otros factores debidamente justificados obliguen a la instalación de doble fila de postes con luminarias sencillas.

h. En lo referente a la proyección de arborización o coexistencia con árboles, deben considerarse distancias mínimas a los postes de alumbrado público, dependiendo del porte de los árboles proyectados o existentes, con el fin de evitar la interferencia futura del follaje con la distribución del flujo luminoso.

i. En las intersecciones viales grandes y complejas como glorietas y puentes vehiculares a diferentes niveles, o en plazas y otras áreas de gran extensión, se deberá considerar la conveniencia de instalar luminarias o proyectores para fuentes de sodio de alta presión y potencias grandes, en postes de 16 m a 27 m para lograr una iluminación general, y comparar con alternativas que usen postes de menor altura y fuentes de menor potencia con instalación localizada o puntual. Para estos efectos, es importante verificar todos los aspectos: técnicos, arquitectos, sociales y económicos (costos iniciales, de operación: mantenimiento y consumo de energía y de reposición), sin desconocer aspectos prácticos como las facilidades de acceso al mantenimiento periódico (sustitución de componentes, limpieza del compartimiento óptico, pintura, etc.) y la confiabilidad del sistema seleccionado.

j. Para poder tener referentes de comparación entre las distintas propuestas, el diseñador debe realizar la evaluación y comparación técnica y económica para una vida útil de 30 años, comparando al menos tres alternativas de los equipos de iluminación.

k. Para la comparación el diseñador debe establecer las cantidades definitivas totales de obra civil (cajas de inspección, canalizaciones, etc.) y eléctrica (postes, bombillas, luminarias, conductores, empalmes, etc.) asociadas exclusivamente al proyecto de alumbrado público, tomando precios de referencia establecidos por la CREG en la metodología de costos máximos del servicio de alumbrado público o los del mercado cuando estos sean menores.

   El valor de las luminarias deberá corresponder con el precio ofertado y las consideraciones sobre ajuste si existen para el periodo de evaluación, y estará soportado con el compromiso de suministro por parte del comercializador o fabricante.

   Además de los costos iniciales de materiales, equipos y mano de obra, la evaluación debe contemplar los costos anuales de operación (mantenimiento y consumo de energía eléctrica, incluyendo las pérdidas) y el valor de salvamento de la infraestructura en el horizonte analizado.

Para efectos de trazabilidad del proyecto se deberá dejar memoria, sobre las reuniones de carácter interinstitucional realizadas para definir criterios y lineamientos específicos para los estudios y diseños fotométricos.

Los proyectos Tipo A y Tipo B, pueden presentar una sola alternativa, la cual no podrá contener costos por encima de los valores determinados en la metodología expedida por la CREG.

3.8. Topología de la Red Eléctrica

Los circuitos de baja tensión dedicados exclusivamente al alumbrado público, como en avenidas, parques y grandes áreas deben cumplir los siguientes requisitos:

- Alimentarse con transformadores exclusivos.
- Los transformadores alimentados de redes trifásicas deben tener salida secundaria del tipo trifásico tetrafilar de 380/220 V.
- Para sistemas de redes primarias monofásicas deben tener salida secundaria del tipo monofásicos trifilar 480/240 V.
- Deben ser potencias estandarizadas de transformadores que faciliten su adquisición y cada transformador de uso exclusivo de alumbrado público no debe ser mayor a 75 KVA.
- Transformadores de potencias mayores a 5 KVA deben llevar asociado un equipo de medida, que permita tener control real de la energía consumida en el alumbrado público.
- En sectores residenciales y pequeños comercios, la red eléctrica de distribución en baja tensión podrá ser compartida con las instalaciones de alumbrado público y la tensión de alimentación será la tensión fase nominal de la red (usualmente 208 V).
- En los circuitos de iluminación compartidos con redes de uso general, se puede usar la tensión propia de la red 208/120 o 220/127 Voltios, o monofásico 240-120 voltios.
- En estos casos los Operadores de Red deben considerar, en sus normas de construcción condiciones especiales de las estructuras de soporte de la red, como la separación, características mecánicas para soporte de cables, brazos, luminarias y demás herrajes, distancias de seguridad.

  En las interdistancias (vanos de los cables de las redes eléctricas, se debe dar cumplimiento a los parámetros de iluminación de la vía, con los niveles de iluminancia mínimos promedio mantenidos y coeficientes de uniformidad exigidos en el presente reglamento.
- Los Operadores de Red en sus normas de construcción de redes en vías intermedias y locales, con clases de iluminación M3, M4 y M5, deben contemplar la localización de estructuras con base en estudios fotométricos, usando la información de luminarias certificadas con bombillas de las

potencias usualmente utilizadas y eficacias lumínicas no menores a las establecidas en el presente reglamento. El estudio debe comparar la información certificada de por lo menos tres tipos de luminarias. La separación de estructuras seleccionada debe ser la de la alternativa más económica en la vida útil del proyecto, teniendo en cuenta los criterios definidos en el presente reglamento. La ubicación definitiva de la estructura no debe estar por fuera de la Inter distancia óptima en más o menos el 15%.

- Las autoridades municipales, como responsables del servicio de alumbrado público, manejo del espacio público y responsables primarios de la prestación del servicio público de energía deben exigir el cumplimiento de esta normatividad de separación máxima de los postes en la construcción de las nuevas redes eléctricas de uso general, en los cascos urbanos y podrán exigir la modificación de estas en el caso de incumplimiento.

- La característica de diseño como circuito aéreo o subterráneo dependerá básicamente de las disposiciones de ordenamiento municipal, las cuales deben ser atendidas por quienes desarrollen los proyectos de alumbrado público.

3.9. Iluminación de Otras Áreas del Espacio Público

El Decreto 1504 de 1998 de manejo del Espacio público en los planes de ordenamiento territorial, contempla otros elementos constitutivos del espacio público tales como: Áreas para la conservación y preservación de las obras de interés público y los elementos urbanísticos, arquitectónicos, históricos, culturales, recreativos, artísticos y arqueológicos; las cuales pueden ser monumentos nacionales, murales, esculturas, fuentes ornamentales, escenarios deportivos, escenarios culturales y de espectáculos al aire libre, túneles, etc.

No todos los espacios públicos, definidos en el Decreto 1504 de 1998 reglamentario de la Ley 388 de 1997, están contemplados para ser iluminados con cargo al servicio de alumbrado público; pero esto no implica que no necesitan ser iluminados. El servicio de alumbrado público está reglamentado en el Decreto 1073 de 2015.

3.10. Contaminación Lumínica

La contaminación lumínica se define como la propagación de luz artificial hacia el cielo nocturno, donde también se considera contaminación luminosa al iluminar espacios que no se requieren iluminar. La contaminación lumínica es producto de un diseño o montaje inadecuado; por lo que la solución se debe dar desde la etapa de diseño de los proyectos.

La contaminación lumínica puede presentar el riesgo de cambios fisiológicos que alteran las condiciones de visión, debido a la necesidad de adaptación del ojo a la iluminación artificial. Este riesgo es mayor para las futuras generaciones en razón a la mayor exposición e incorporación de la luz artificial a la vida cotidiana, por lo que se deben tomar medidas tendientes a su mitigación.

Debe distinguirse el brillo natural, atribuible a la radiación de las fuentes u objetos celestes y a la luminiscencia de las capas altas de la atmósfera, del resplandor luminoso debido a las fuentes de luz artificial. En este último caso, tienen que considerarse las emisiones directas hacia arriba de diversas fuentes de luz artificial, así como la radiación reflejada por las superficies iluminadas por dichas fuentes de luz.

El resplandor luminoso nocturno o contaminación lumínica, da lugar a que se incremente el brillo del fondo natural del cielo, dificultando las observaciones astronómicas de los objetos celestes. La limitación del resplandor luminoso nocturno significa reducción de la emisión de luz hacia arriba, que no resulta útil en el alumbrado de vías, lo que implica mayor eficiencia energética en la instalación.

3.10.1. Orígenes de la Contaminación Lumínica

La contaminación lumínica puede originarse por:

- La utilización de luminarias con globos sin reflector o proyectores y luminarias que no controlan el flujo luminoso por encima de la horizontal.
- La inadecuada distribución del flujo luminoso de las luminarias en especial las ornamentales y proyectores.
- La falta de control sobre la iluminación decorativa en edificios, (anuncios publicitarios mal diseñados e instalados e inadecuados diseños de luminarias ornamentales).
- La reflexión de las vías y de los elementos que hacen parte del mobiliario urbano.

La contaminación lumínica puede manifestarse de diversas formas que pueden clasificarse dentro de cuatro categorías:

a. **Intrusión Lumínica:** Se produce cuando la luz artificial procedente de las luminarias entra por las ventanas invadiendo el interior de las viviendas, modificando el entorno doméstico y provocando trastornos de las actividades humanas.

b. **Difusión de Luz hacia el Cielo:** Se produce por la difusión de la luz por parte de las moléculas del aire y del polvo en suspensión. Esto produce que parte del haz sea desviado de su dirección original y acabe siendo dispersado en todas las direcciones, en particular hacia el cielo.

c. **Deslumbramiento:** Se produce cuando las personas que transitan por la vía pública pierden la percepción visual; y es ocasionada por exceso o carencia de luz. Este efecto es especialmente peligroso para el tráfico vehicular, dado que puede producir accidentes.

d. **Contraste:** La visibilidad de un objeto situado sobre un fondo, depende de la diferencia de las luminancias entre el objeto y el fondo.

Un objeto claro sobre fondo oscuro traerá un contraste positivo (valor entre 0 e infinito),

Si Lo > Lf C > 0 contraste positivo (objeto más claro que el fondo)

En cambio, un objeto más oscuro que su fondo, traerá un contraste negativo (variando entre 0 y –1).

Si Lo < Lf C < 0 contraste negativo (objeto más oscuro que el fondo).

3.10.2. Efectos de Contaminación Lumínica

- Despilfarro de energía eléctrica, que ocasiona mayores costos y afectación al ambiente por mayores emisiones de gases. No se debe confundir con dejar las vías con una iluminación deficiente; al contrario, las acciones llevadas a cabo para reducir la contaminación lumínica deben llevar asociadas una mejora de la calidad de la iluminación en los ambientes requeridos.
- Inseguridad vial y molestias visuales, producto del deslumbramiento, cuando los artefactos están mal orientados.
- Efectos medioambientales en el ecosistema urbano: La vida de los animales, huyen de las ciudades para encontrar oscuridad. La fotosíntesis y el crecimiento de las plantas se desequilibra pudiendo producir envejecimiento prematuro de algunas especies. Para mitigar estos efectos en el caso de alamedas en rondas de ríos o en humedales, quebradas y canales distantes de vías vehiculares iluminadas, deben utilizar foto controles temporizados para interrumpir el servicio de tal forma que las luminarias se enciendan durante un período de tiempo que satisfaga las necesidades de los usuarios y luego se apaguen -para preservación de las especies.
- Efectos sobre el ritmo biológico de las personas: Los ritmos circadianos (de vigilia y de sueño) son los más afectados por la exposición a la luz, trastornos de la personalidad, insomnio, depresión y estrés se incrementan por un uso inadecuado de iluminación.
- Intromisión en la vida privada de las personas o sea la invasión de luz proveniente del exterior en los espacios privados, que penetra a través de las ventanas y provoca molestias, por iluminación dirigida a fachadas y ventanas y no hacia el piso.
- Pérdida de percepción de estrellas y astros. Impedimento para las observaciones astronómicas.

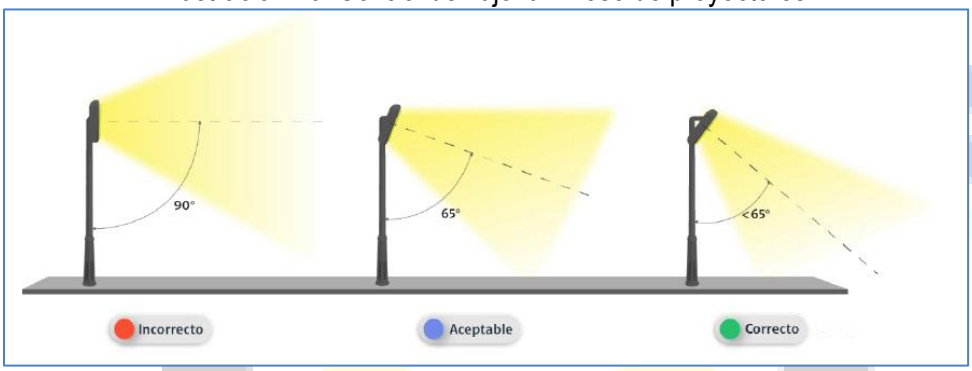
3.10.3. Como Minimizar el Impacto de la Contaminación Lumínica.

Para minimizar el impacto de la contaminación lumínica se hacen las siguientes recomendaciones:

- El conjunto óptico de las luminarias de alumbrado público no podrá tener un ángulo de inclinación mayor de 20º con respecto a la horizontal. Por ello antes de determinar la inclinación del soporte de la luminaria se debe conocer la inclinación del conjunto óptico, cuando la luminaria se encuentra en posición horizontal.
- Al emplear en alumbrados peatonales, los faroles artísticos, aparatos históricos, etc., estos deben estar provistos de bloque óptico, de forma que al tiempo que se controla la emisión de luz en el hemisferio superior, se aumente el factor de utilización en el hemisferio inferior.
- Utilizar luminarias y proyectores que dirijan el flujo lumínico hacia el área a iluminar y para ello la distribución de su flujo luminoso deberá ser la adecuada para obtener la máxima eficiencia energética de la instalación.

- Controlar la iluminación en el alumbrado de monumentos, parques deportivos y edificios administrativos, oficiales y gubernamentales. En el caso de proyectores, además de cuidar con esmero su apuntamiento, se debe prever la instalación de rejillas para lúmenes y otros dispositivos que controlen la dirección del flujo luminoso emitido, reduciendo el deslumbramiento y la contaminación luminosa.

Ilustración 20. Control de flujo luminoso de proyectores



Fuente: RETILAP 40150-2024

- Utilizar luminarias o soportes de luminarias que controlen el flujo luminoso enviado por encima de la horizontal, de tal manera que el conjunto óptico no quede con un ángulo de inclinación mayor de 20º con respecto a la horizontal.

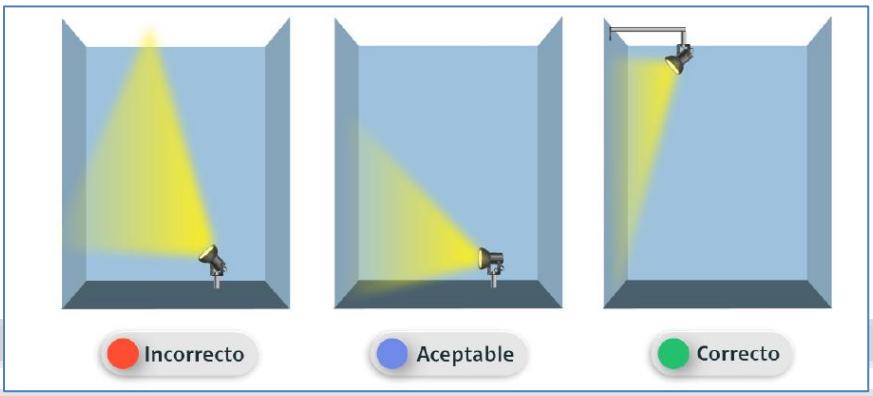
Ilustración 21. Ángulo de inclinación de las luminarias



Fuente: RETILAP 40150-2024

- En los proyectores empotrados en el piso, utilizar rejillas antideslumbrantes y reflectores capaces de controlar con precisión la emisión lumínica.
- Dirigiendo la luz en sentido descendente y no ascendente, siempre que sea posible, especialmente en iluminación de fachadas y monumentos.

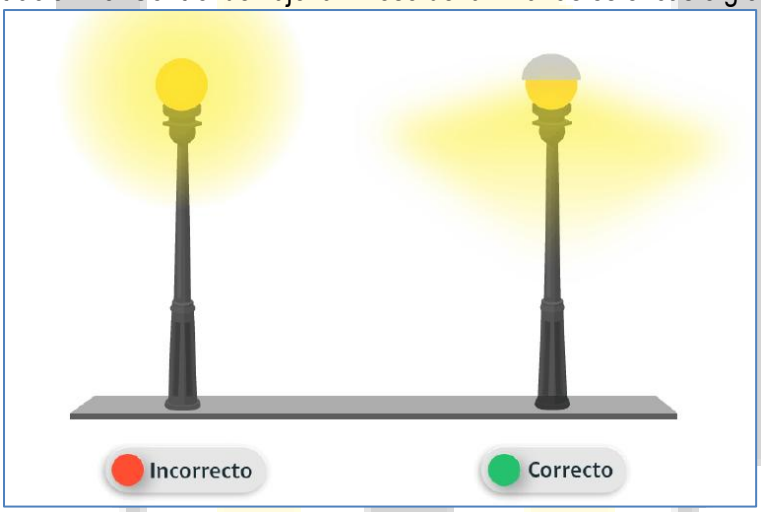
Ilustración 22. Ángulo de inclinación de luminarias para proyectore



Fuente: RETILAP 40150-2024

- Eliminando las luminarias en forma de globo que no tengan reflector.

Ilustración 23. Control de flujo luminoso de luminarias esféricas o globos



Fuente: RETILAP 40150-2024

- Utilizando los criterios de deslumbramiento indicados en la Norma CIE-115; es decir dirigiendo hacia abajo el haz de los rayos, manteniéndolos por debajo de 70°.

- Utilizar pavimentos con un coeficiente de luminancia medio o grado de luminosidad Qo lo más elevado posible y cuyo factor especular S1 sea bajo.

  La luminosidad del pavimento de una calzada está estrechamente relacionada con las propiedades fotométricas del mismo y en concreto, con el coeficiente de luminancia medio Qo del pavimento, de forma que cuanto más elevado es dicho coeficiente, a idéntica iluminancia, mayor es la luminancia de la calzada y menor resulta el deslumbramiento perturbador TI.

  El factor especular S1 determina en qué medida las características del pavimento, respecto a la reflexión de la luz incidente, se separan de las de la superficie que asegure una reflexión difusa

perfecta de forma que, a igualdad de iluminancia cuanto más bajo es el factor especular S1, mayores son las uniformidades de luminancia.

- Variaciones temporales de los niveles de iluminación: En las vías de tráfico, zonas peatonales, carriles bicicletas pueden reducirse los niveles luminosos a ciertas horas de la noche, siempre que quede garantizada la seguridad lumínica de los usuarios. En ningún caso la reducción descenderá por debajo del nivel de iluminación aconsejable para la seguridad de tráfico y para el movimiento peatonal.

  La reducción de los niveles luminosos mediante apagado de puntos de luz no es recomendable, y en el supuesto de utilizar dicho procedimiento, deben mantenerse las uniformidades mínimas establecidas en las normas respectivas.

  La reducción con sistemas de regulación se estima que es el procedimiento más adecuado ya que evita zonas de sombra y muros de luz que dificultan la visión manteniendo las uniformidades.

  Otras Posibles soluciones para reducir contaminación lumínica nocturna: Las posibles soluciones que permiten reducir contaminación lumínica nocturna son entre otras las siguientes*:*

  - Apagar las iluminaciones publicitarias y ornamentales a partir de una hora determinada.
  - Dirigir la luz en sentido descendente y no ascendente, sobre todo en iluminación de edificios y monumentos.
  - Si no existiera posibilidad de cambiar el sentido de iluminación hacia abajo, y no hacia arriba, emplear pantallas y para lúmenes para evitar la dispersión del haz luminoso.
  - No usar luz en exceso, cumplir las normas que determinan los niveles recomendables para iluminar casi todas las tareas.
  - Utilizar en el alumbrado público luminarias con valores mínimos de emisión de luz por encima de la horizontal.
  - La iluminación de edificios, fachadas o monumentos e instalaciones de alumbrado de zonas deportivas que se realizan con proyectores estos deben estar ocultos a la visión directa.
  - En alumbrado público, debe evitarse el uso de postes de gran altura, salvo cuando otras exigencias así lo aconsejen.
  - En alumbrado público, no deben emplearse luminarias que emitan un FHS superior al establecido en el presente Reglamento.

- Para que el deslumbramiento sea mínimo, dirigir hacia abajo el haz de los rayos luminosos manteniéndolo por debajo de 70°. Si se eleva la altura de montaje debería disminuirse el ángulo del haz de los rayos luminosos.

- Dado que en lugares con niveles de luz ambiental baja el deslumbramiento puede ser muy molesto, se deberá cuidar con esmero el posicionamiento y el apuntamiento u orientación de los aparatos de iluminación.

- Cuando resulte posible, implantar luminarias o proyectores con reflector asimétrico que permitan mantener su cierre frontal paralelo a la superficie horizontal que se quiere iluminar.

ASPECTOS FINANCIEROS

1. Análisis Contractual y Financiero de la Prestación del Servicio del Alumbrado Público en el Municipio de Becerril - Cesar

1.1. Esquemas de Prestación del Servicio de Alumbrado Público

La normatividad actual en Colombia permite a las entidades territoriales implementar diferentes esquemas para la prestación del servicio de alumbrado público, dejando claro que los municipios y distritos son los directos responsables de la prestación del servicio de alumbrado público, y este puede prestarse teniendo en cuenta una estructura similar a la siguiente figura, dando la posibilidad de optar por modelos de contratación, delegación o descentralización como se observa a continuación:

Ilustración 24. Prestación del Servicio de AP

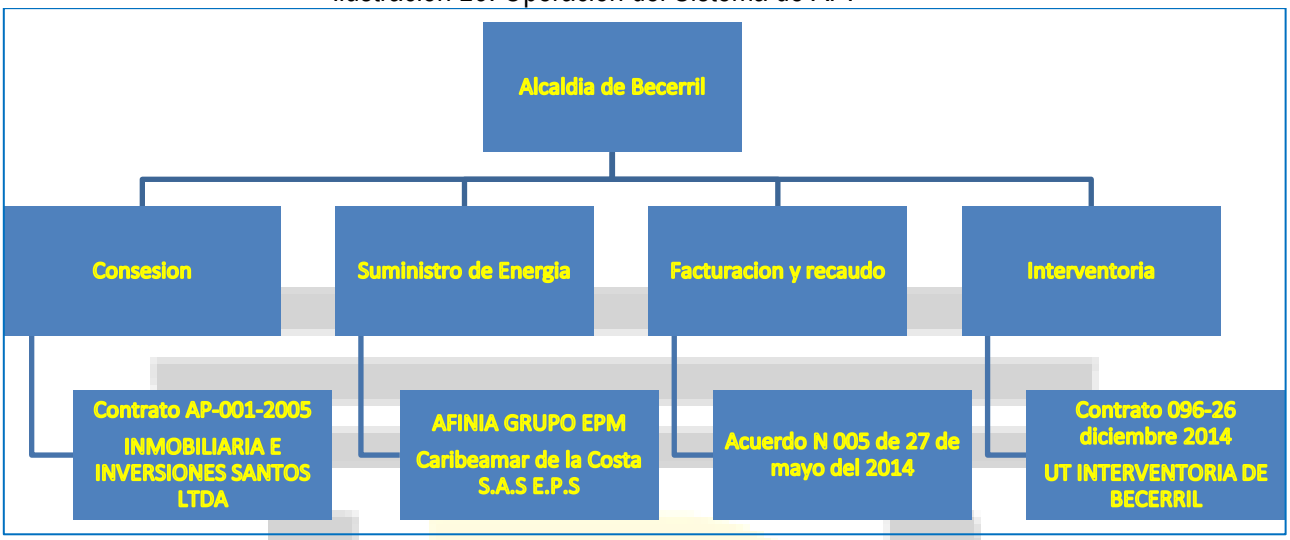


Fuente: Propia

1.2. Estructura Orgánica de la Operación del Sistema de A. P. Del Municipio de Becerril

En la actualidad el municipio cuenta con una estructura Administrativa y operacional basada en un contrato de concesión e interventoría tal y como se muestra en el siguiente diagrama:

Ilustración 25. Operación del Sistema de AP.



Fuente: Propia

1.3. Antecedentes Contractuales

Que el 15 de noviembre del 2005 se firmó el contrato Nª AP-001 que estipula lo siguiente:

Entre los suscritos RAUL CORONEL, mayor de edad y domiciliado en el MUNICIPIO DE BECERRIL DEL CAMPO, identificado como aparece al pie de mi letra, en mi condición de ALCALDE MUNICIPAL DE BECERRIL DEL CAMPO, debidamente autorizado por el Acuerdo No 003, de 8 de abril de 2005, del Honorable Concejo Municipal, quien para efectos del presente contrato se llamará EL CONCEDENTE por una parte; y GERMAN SANTOS ROMERO, con cédula de ciudadanía N° 12.560.163 expedida en santa marta quien actúa en calidad de Representante Legal de la firma, INMOBILIARIA E INVERSIONES SANTOS LTDA-ISAN LTDA NIT No. 802.009.465-1, sociedad constituida legalmente por la Notaria Primera del Círculo de Barranquilla No 942 del 26 de Marzo de 1999, inscrita en la Cámara de comercio de Barranquilla bajo el No 80.303 quien en adelante se llamará EL CONCESIONARIO, se ha celebrado el Contrato de Concesión que se regula por las siguientes cláusulas: (En el cual es importante resaltar lo siguiente)

CLÁUSULA PRIMER OBJETO DEL CONTRATO. *El objeto del presente contrato es el contrato de concesión del servicio de Alumbrado Público de la cabecera municipal del municipio de Becerril (Cesar), incluyendo el suministro e instalación de luminarias y accesorios eléctricos necesarios para la operación, mantenimiento, sustitución, repotenciación y administración del sistema, de conformidad con los requisitos y condiciones establecidos en los pliegos de la Licitación Pública No. AP. 001-SBC 2005, y la propuesta presentada por el CONCESIONARIO.*
PÁRRAFO. El área de operación principal corresponde al territorio del MUNICIPIO DE BECERRIL DEL CAMPO en su cabecera municipal, localmente comprende sin limitarse a ello todos los barrios normalizados, vías del municipio. Excluyendo los barrios subnormales a excepción de que estos barrios tengan soluciones parciales.

CLÁUSULA SEGUNDA PLAZO DEL CONTRATO Y ALCANCE. *El plazo de ejecución de este contrato será de veinte (20) años, contados a partir del día de suscripción del acta de inicio de la concesión, la cual deberá registrarse dentro de los sesenta (60) días calendarios siguientes a la suscripción del presente contrato, hasta el día de la liquidación de este, estará vigente hasta su liquidación final, la cual procederá dentro de los cuatro (4) meses siguientes a la fecha de fermentación del contrato por cualquier causa.*

CLÁUSULA TERCERA VALOR DEL CONTRATO. *Este contrato es de cantidad indeterminada pero determinable en el tiempo de ejecución de este. Su valor será el resultado de multiplicar los precios indicados para cada artículo del componente de suministro y montaje y para cada artículo del componente de operación y mantenimiento, por el tiempo total del contrato, ajustado con los factores contenidos en la propuesta seleccionada, los cuales se indican a continuación.*

Para efectos fiscales, el valor de este contrato será la suma de CUARENTA MILLONES DE PESOS MICTE. ($40'000.000).

CLÁUSULA CUARTA DOCUMENTOS DEL CONTRATO. *Hacen parte del contrato los siguientes documentos, entendiéndose que los documentos son complementarios y que cualquier estipulación que aparezca en uno de ellos seguirá para todos. El Pliego de condiciones de la licitación No. AP. 001 SBC 2005, junto con las ediciones y modificaciones que se le hubieren efectuado y se les hubieren remitido a los interesados como Adjuntos. La propuesta No. 1 de 2005, presentada por el CONCESIONARIO y las aclaraciones que se hubieren procedido. Las modificaciones del contrato que sean acordadas por escrito entre las partes durante el desarrollo de este. Norma Técnica Colombiana para el Registro Público NTC 900 (ICONTEC).*

CLÁUSULA QUINTA - PLAZO DE ENTREGA DEL SUMINISTRO, *OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO. EL CONCESIONARIO entregará al CONCEDENTE los elementos y/o materiales objeto del presente Contrato, de acuerdo presentándose en el momento de inicio del contrato, en la cual debe contar con Suministro, reposición de luminarias. Operación y mantenimiento, estas actividades se realizarán de manera permanente y continua durante el término de duración de la concesión, es decir, veinte (20) años contados a partir de la suscripción del acta de inicio.*

CLÁUSULA DÉCIMA MODIFICACIÓN UNIE

LÁUSULA DÉCIMA PRIMERA INTERPRETACIÓN UNILATERAL DEL CONTRATO. Si durante la ejecución del contrato surgen discrepancias entre las partes sobre la interpretación de algunas de sus estipulaciones que puedan conducir a la paralización o a la afectación grave del servicio del Alumbrado Público, la Alcaldía Municipal, si no se logra un acuerdo, interpretará en acto administrativo debidamente motivado las estipulaciones o cláusulas objeto de la diferencia.

CLÁUSULA DÉCIMA TERCERA - FORMA Y CONDICIONES DE PAGO. *La Alcaldía Municipal pagará al CONCESIONARIO todas las actividades ejecutadas en el desarrollo de la Concesión, incluyendo el costo mensual del suministro y de la operación y mantenimiento. La ALCALDIA, debidamente autorizada por el Concejo Municipal, mediante acuerdo, cancelará estos valores con el producto del recaudo por concepto de impuesto de alumbrado público, descontando el valor mensual del suministro de energía para alumbrado público y los costos que se hayan acordado por concepto*

de facturación. Las rentas que queden cedidas y pignoradas a favor del CONCESIONARIO. En caso de que dicho recaudo no sea suficiente o no cumpla las expectativas financieras propuestas por el CONCESIONARIO, el Municipio, para restablecer el equilibrio o la ecuación contractual y para garantizar la prestación de este servicio público, cancelará dentro de los treinta (30) días siguientes a la presentación de la cuenta, la diferencia entre el recaudo real obtenido y el recaudo proyectado por el CONCESIONARIO en su flujo financiero propuesto Cuando los contribuyentes se

CLÁUSULA DÉCIMA CUARTA - MULTAS Y SANCIONES. *El alcalde Municipal podrá imponer multas sucesivas equivalentes al 5% del valor no completado, por cada semana calendario de retraso en la fecha de entrega señalada en este contrato hasta que la entrega se complete. Siempre que no se deba a fuerza o caso fortuito y sin perjuicio de reclamar las demás acciones legales a que haya lugar.*
Las multas a que haya lugar por incumplimiento de las obligaciones derivadas del contrato serán deducibles de cualquier pago debido al CONCESIONARIO o de la garantía de cumplimiento.

CLÁUSULA DÉCIMA QUINTA ACEPTACIÓN FINAL. *La aceptación final de los equipos se efectuará dentro de los treinta (30) días calendarios siguientes a la entrega a satisfacción de la totalidad de los equipos. Lo anterior de conformidad con el cronograma que se estipula en forma adicional a las partes.*

CLÁUSULA DÉCIMA SEXTA SUSCRIPCIÓN Y LEGALIZACIÓN DEL CONTRATO. *El contrato se entenderá perfeccionado cuando se logre un acuerdo sobre el objeto y la contraprestación y este se haya escrito. Para su ejecución se requerirá que se hayan aprobado las garantías contractuales y se haya efectuado la publicación en la oficina municipal. Su ejecución se iniciará en la fecha propuesta por el ofertor, de conformidad con el esquema de financiación ofrecido. En todo caso, el término máximo de inicio de la ejecución del contrato será de novena (90) días hábiles posteriores a la fecha de aprobación de las garantías contractuales.*
El CONCESIONARIO deberá firmar el contrato dentro de los diez (10) días siguientes a la notificación de la resolución de la adjudicación y presentarse a la Alcaldía para su aprobación de las pólizas contractuales dentro de los quince días calendarios siguientes a la fecha de suscripción del contrato.

CLÁUSULA DÉCIMA SÉPTIMA - SUJECIÓN A LA LEY COLOMBIANA. *El presente contrato se regula por las leyes colombianas y se somete a la jurisdicción de los tribunales de Colombia.*

CLÁUSULA DÉCIMA OCTAVA - CESIÓN DEL CONTRATO. *Una vez perfeccionado el Contrato, este no podrá cederse sin autorización previa y por escrito del alcalde del MUNICIPIO DE BECERRIL (CESAR).*

CLÁUSULA DÉCIMA NOVENA - RENUNCIA A RECLAMACIÓN DIPLOMÁTICA. *Para todos los efectos, l CONCESIONARIO estará sujeto a la ley colombiana y a sus tribunales, renunciando desde ahora, si es extranjero, a intentar cualquier reclamación por la vía diplomática.*

CLÁUSULA VIGÉSIMA CLÁUSULA COMPROMISORIA. *Las discrepancias surgidas en la relación contractual, las partes las resolverán de manera ágil y directa mediante el levantamiento de actas. En caso de persistir las causas que originaron las diferencias, las recurrirán a los mecanismos*

establecidos en la amigable composición señalados en la ley 640 de 2001. Transcurridos 2 meses, no se ha podido solucionar los desacuerdos, recurrirán a un tribunal de arbitraje de acuerdo con las reglas establecidas en el Código de Comercio de la Cámara de Comercio de Santa Marta, Magdalena. Su fallo será obligatorio para las partes.

CLÁUSULA VIGÉSIMA PRIMERA IMPUESTOS Y DERECHOS. *Correrán por cuenta del CONCESIONARIO todos los impuestos y derechos que se causen en ocasión del suministro antes de colocar la mercancía en el sitio acordado.*

CLÁUSULA VIGÉSIMA SEGUNDA - MANIFESTACIÓN UNILATERAL. *El CONCESIONARIO declara bajo la gravedad de juramento que se entiende prestado con la firma de este contrato que no se haya en ninguna de las inhabilidades e incompatibilidades para celebrar contratos en el MUNICIPIO DE BECERRIL (CESAR).*

CLÁUSULA VIGÉSIMA CUARTA - INTERVENCIÓN, PRUEBAS E INSPECCIÓN DE LOS ELEMENTOS. *La alcaldía municipal, o quien ella designe, realizará la interventoría del contrato para verificar el cumplimiento del CONCESIONARIO y la calidad de los elementos a instalar. El interventor podrá realizar, cuando lo considere conveniente, pruebas técnicas y de calidad en cualquier lugar y en cualquier momento antes de la aceptación final de los elementos. Esto con el fin de determinar si algunos de los bienes están defectuosos en parte o totalmente debido a la mala calidad de la materia prima o mano de obra, o si no cumplen con los requisitos de estos pliegos.*
La alcaldía municipal, o quien ella designe, en su calidad de interventor, tendrá derecho a rechazar los elementos defectuosos y estos deberán ser corregidos o reemplazados dentro de los treinta (30) días siguientes a la notificación por parte del MUNICIPIO DE BECERRIL (CESAR). Si el CONCESIONARIO no cumple, EL MUNICIPIO podrá corregirlo o reemplazarlo como considere conveniente El CONCESIONARIO estudiará, planificará y se responsabilizará de todos los suministros para que los materiales se instalen en el momento oportuno; los demás no se podrán justificar demora en la fecha de entrega por causa del suministro deficiente de materiales y bienes del contrato. El proponente deberá indicar en su propuesta el plazo en que se compromete a ejecutar el Contrato y a entregar los elementos objeto de este, debidamente instalados en las redes del sistema de alumbrado del MUNICIPIO, a más tardar dentro de los doce (12) meses calendarios siguientes al perfeccionamiento del contrato.

CLÁUSULA VIGÉSIMA SEXTA - REVISIÓN DEL CONTRATO. *El presente contrato será revisado por las partes cuando sobrevengan situaciones que rompan el equilibrio financiero del mismo.*

CLÁUSULA VIGÉSIMA SÉPTIMA - SUJECIÓN A LAS PARTIDAS PRESUPUESTALES. *El gasto que implica este contrato para la vigencia fiscal de 2005 se imputará al rubro del presupuesto de la Alcaldía Municipal de BECERRIL (CESAR).*

Para constancia se firma el presente contrato por el MUNICIPIO DE BECERRIL DEL CAMPO (CESAR) y por el CONCESIONARIO a los quince (15) días del mes de noviembre

1.4. Interventoría del Contrato de Concesión

Ilustración 26. Contrato de interventoría



ALCALDIA MUNICIPAL DE BECERRIL Nit. 800.096.576-4		Becerril POSITIVO
Código: 100	Versión: 1	
CONTRATO	Página 1 de 13	

CONTRATO DE CONSULTORIA No. 096 DE FECHA 26 DE DICIEMBRE DE 2014

OBJETO	"INTERVENTORÍA TÉCNICA, ADMINISTRATIVA Y FINANCIERA DEL CONTRATO DE CONCESION DE ALUMBRADO PÚBLICO DEL MUNICIPIO DE BECERRIL"
CONTRATANTE	MUNICIPIO DE BECERRIL - CESAR
CONTRATISTA	UNIÓN TEMPORAL INTERVENTORÍA DE ALUMBRADO BECERRIL (TECNO PROYECTOS INGENIERÍA SA 50% PROJECT ARQUITECTOS E INGENIEROS LTDA 50%,)
NIT	900803954-2
DIRECCIÓN	CRA 44 No. 95ª - 23 BARRANQUILLA.
TELEFONO	3126599742 - 3016659459
CORREO ELECTRONICO	Reinerchajin33@hotmail.com
REPRESENTANTE	REINER CHAJIN GORY
IDENTIFICACIÓN	72.231.308 de Barranquilla
OBJETO	INTERVENTORÍA TÉCNICA, ADMINISTRATIVA Y FINANCIERA DEL CONTRATO DE CONCESION DE ALUMBRADO PÚBLICO DE MUNICIPIO DE BECERRIL.
VALOR	5% DEL RECAUDO DEL IMPUESTO DE ALUMBRADO PÚBLICO
PLAZO	El contrato de Interventoría se desarrollara hasta la finalización del contrato de concesión No. 001 de 2005.

Fuente: Interventoría del contrato de concesión

Control técnico sobre la ejecución del contrato de concesión que se interviene:

Servicios Financieros y Contables del Interventor *Las funciones de carácter financiero del INTERVENTOR serán:*

a. *Revisar y dar el visto bueno a la solicitud de desembolso de las cuentas presentadas por el concesionario, previa revisión de los requisitos necesarios para ello.*
b. *Confrontar los precios unitarios cobrados por el concesionario en cada cuenta con los precios ofrecidos por el mismo en su propuesta económica para el suministro, operación y mantenimiento del alumbrado público.*
c. *Hacer seguimiento del plan de flujo de inversión del valor pagado del contrato y tener el control del caso.*
d. *Llevar un registro cronológico de los pagos y ajustes económicos del contrato, de acuerdo con las actas de entrega parcial de obra y con las solicitudes de compensación entre mayores y menores cantidades de obra, si a ello hay lugar.*
e. *Efectuar el balance económico de ejecución del contrato de concesión para efectos de la liquidación de este.*

f. *Adelantar las gestiones necesarias para el reconocimiento y cobro de las sanciones pecuniarias y garantías a que hubiere lugar.*
g. *Adelantar las acciones conducentes a obtener la indemnización de los daños que sufra EL CONTRATANTE en desarrollo o con ocasión del contrato de concesión intervenido.*
h. *Las demás que sean necesarias para el adecuado control financiero sobre la ejecución del contrato de concesión que se intervenga.*

Servicios Administrativos del Interventor: *Las obligaciones de carácter administrativo del interventor serán:*

a. *Comprobar que el concesionario disponga del personal profesional, técnico y auxiliar adecuado para la ejecución de las actividades del contrato de concesión de alumbrado público que se interviene.*
b. *Llevar los registros diarios en la bitácora o libro diario de ejecución, sobre los hechos de importancia y los aspectos positivos y negativos de las diferentes actividades durante el desarrollo del contrato de concesión que se interviene.*
c. *Presentar al supervisor del contrato un informe mensual de interventoría.*
d. *Presentar al supervisor del contrato un informe final de interventoría que debe contemplar todos los aspectos relacionados con la ejecución de la totalidad de la concesión y que incluye adicionalmente el proyecto del acta de liquidación del contrato de concesión.*
e. *Atender los requerimientos.*

Servicios Técnicos del Interventor: *Las obligaciones de carácter técnico del INTERVENTOR serán:*

a. *Solicitar al concesionario un informe técnico sobre el desarrollo de todas las actividades ejecutadas durante el desarrollo del contrato de concesión que se intervenga y emitir sobre el mismo un concepto al respecto, en el que se señala si el concesionario viene cumpliendo o no con las condiciones técnicas que señalan las normas que rigen el desarrollo de las actividades propias del contrato de concesión que se interviene.*
b. *Exigir que los procedimientos y actividades se realicen de tal manera que garanticen la calidad de las tareas desarrolladas, y hacer las recomendaciones especiales que sean necesarias para ello, de manera oportuna.*
c. *Llevar a cabo un registro fotográfico de control actualizado que muestre el desarrollo de los trabajos y los avances de las actividades desarrolladas por el concesionario*
d. *Calificar técnicamente por escrito, con los soportes correspondientes, las actividades desarrolladas por el concesionario, avalándolas o desestimándolas cuando no se cumplan con las especificaciones técnicas correspondientes.*
e. *Verificar la calidad de las actividades desarrolladas y establecer sus cantidades.*
f. *Constatar la calidad de los materiales utilizados por el concesionario, con el fin de que se ajusten a las especificaciones técnicas o condiciones mínimas exigidas en los pliegos de condiciones, a la oferta presentada y los requisitos mínimos exigidos en las normas técnicas obligatorias nacionales o internacionales, con el fin de corroborar la calidad y el cumplimiento de las normas reguladoras.*

g. *Elaborar los informes técnicos que den soporte a las denuncias de incumplimiento parcial o total de las obligaciones a cargo del concesionario.*
h. *Las demás que sean necesarias para el adecuado control técnico sobre la ejecución del contrato de concesión que se intervenga.*

Servicios Financieros y Contables del Interventor *Las funciones de carácter financiero del INTERVENTOR serán:*

a. *Revisar y dar el visto bueno a la solicitud de desembolso de las cuentas presentadas por el concesionario, previa revisión de los requisitos necesarios para ello.*
b. *Confrontar los precios unitarios cobrados por el concesionario en cada cuenta con los precios ofrecidos por el mismo en su propuesta económica para el suministro operación y mantenimiento del alumbrado público.*
c. *Hacer seguimiento del plan de flujo de inversión del valor pagado del contrato y tener el control del caso.*
d. *Llevar un registro cronológico de los pagos y ajustes económicos del contrato, de acuerdo con las actas de entrega parcial de obra y con las solicitudes de compensación entre mayores y menores cantidades de obra, si a ello hay lugar.*
e. *Efectuar el balance económico de ejecución del contrato de concesión para efectos de la liquidación de este.*
f. *Adelantar las gestiones necesarias para el reconocimiento y cobro de las sanciones pecuniarias y garantías a que hubiere lugar.*
g. *Adelantar las acciones conducentes a obtener la indemnización de los daños que sufra EL CONTRATANTE en desarrollo o con ocasión del contrato de concesión intervenido.*
h. *Las demás que sean necesarias para el adecuado control financiero sobre la ejecución del contrato de concesión que se interviene.*

Servicios Administrativos del Interventor: *Las obligaciones de carácter administrativo del interventor serán:*

a. *Comprobar que el concesionario disponga del personal profesional, técnico y auxiliar adecuado para la ejecución de las actividades del contrato de concesión de alumbrado público que se intervenga.*
b. *Llevar los registros diarios en la bitácora o libro diario de ejecución, sobre los hechos de importancia y los aspectos positivos y negativos de las diferentes actividades durante el desarrollo del contrato de concesión que se intervenga.*
c. *Presentar al supervisor del contrato un informe mensual de interventoría.*
d. *Presentar al supervisor del contrato un informe final de interventoría que debe contemplar todos los aspectos relacionados con la ejecución de la totalidad de la concesión y que incluye adicionalmente el proyecto del acta de liquidación del contrato de concesión.*
e. *Atender los requerimientos que le haga el supervisor tendiente a una correcta ejecución del contrato de concesión.*

f. *Exigir al concesionario la información que considere necesaria durante la ejecución del contrato y dentro del término de su vigencia y que esté obligado a suministrarle, de conformidad con el marco del contrato de concesión.*
g. *Acordar con el Municipio, la organización y dedicación de los recursos técnicos y administrativos necesarios, para lograr que la ejecución del contrato se realice de acuerdo con las condiciones particulares del mismo.*
h. *Informarse sobre la organización, normas y procedimientos internos del Municipio, relacionados con el manejo del respectivo contrato.*
i. *Llevar en forma ordenada el archivo de la Intervención para ser entregado al Municipio, cuando éste lo requiera En todo caso dicho archivo deberá ser entregado al momento de la liquidación del contrato.*
j. *Las demás que sean necesarias para el adecuado control administrativo sobre la ejecución del contrato de concesión que se interviene.*

Obligaciones del Interventor: *El Interventor se obligará para con EL CONTRATANTE, en virtud de la celebración del contrato de consultoría, a lo siguiente:*

a. *Cumplir con todos los requisitos de perfeccionamiento, legalización y ejecución del contrato y asumir sus costos, tales como: La constitución de las garantías exigidas a favor del CONTRATANTE, y el pago de los impuestos que se generen con la contratación.*
b. *Cumplir con lo pactado en el contrato con suma diligencia y cuidado, ofreciendo las mejores condiciones de calidad, ejecutándolo oportuna e idóneamente, con lealtad y buena fe, evitando dilaciones.*
c. *Acatar las instrucciones, sugerencias, observaciones y orientaciones escritas del supervisor del contrato. d) Responder por escrito las observaciones y salvaguardias que el supervisor le haga respecto a la ejecución del contrato que interviene o a la ejecución del contrato de interventoría propiamente dicho.*
d. *Impartir órdenes o sugerencias por escrito al concesionario, enmarcadas dentro de los términos del contrato de concesión que interviene y dentro de los términos del contrato de consultoría por medio del cual se le vincula a la entidad contratante.*
e. *Mantenerse al día en 1 el pago de salarios, prestaciones sociales, aportes al sistema de seguridad social integral y de obligaciones parafiscales, suyas y de sus equipos de trabajo. g) Presentar su cuenta de cobro del valor del contrato, anexando todos sus soportes y documentos necesarios para ello.*
f. *No acceder a peticiones o amenazas de quienes actúen por fuera de la Ley.*
g. *Responder civil, penal, fiscal y disciplinariamente tanto por el cumplimiento de las obligaciones derivadas del contrato de consultoría, como por los hechos u omisiones que les fueron imputables y que causaron daño o perjuicio a la entidad contratante, derivados de la celebración y ejecución del contrato respecto de la cual ejerció las funciones de interventoría.*
h. *Hacer seguimiento al ejercicio del cumplimiento obligacional del concesionario. Solicitar informes, aclaraciones y explicaciones sobre el desarrollo de la ejecución del contrato de concesión.*

i. *Mantener informado al Municipio de los hechos o circunstancias que puedan constituir actos de corrupción tipificados como conductas punibles, o que puedan poner o pongan en riesgo el cumplimiento del contrato de obra intervenida o cuando tal incumplimiento se presente.*
j. *Exigir la buena calidad de los bienes suministrados por el concesionario, estrictamente señalada por el Municipio, o por las normas técnicas obligatorias.*
k. *Dar órdenes escritas sugeridas al concesionario enmarcadas dentro de los términos del contrato de concesión, cuando ello sea necesario.*
l. *Vencido el plazo de las actividades desarrolladas por él durante la ejecución del contrato.*

CUARTAS OBLIGACIONES DEL MUNICIPIO: LA ENTIDAD CONTRATANTE *se obliga con EL INTERVENTOR a lo siguiente:*

a. *Pagar el valor del contrato en la cantidad, forma y oportunidades pactadas.*
b. *Brindar la colaboración y proporcionar la información y/o documentación que sea necesaria para el adecuado cumplimiento del contrato de consultoría.*
c. *Supervisar la ejecución del contrato de consultoría.*
d. *Aprobar las garantías de las modificaciones a las mismas que el interventor constituya, siempre que estas cumplan las condiciones de suma asegurada, vigencias y amparos exigidas en el contrato.*
e. *Resolver las peticiones y consultas que le haga el interventor dentro de los términos legales.*
f. *Cumplir y hacer cumplir las condiciones pactadas en el contrato y en los documentos que de él formen parte.*
g. *Expedir el certificado de ejecución del contrato a solicitud del interventor, una vez que este haya cumplido con todas las obligaciones derivadas del mismo.*
h. *Suscribir en conjunto con el interventor, el acta de inicio, suspensión, reinicio, de comité de avance del contrato de concesión, la de liquidación del contrato, y cualquier otra que se genere durante la ejecución de los trabajos.*

1.5. Acuerdo No 005 de 27 de mayo de 2014 - Tarifas Alumbrado Público

Por el cual se precisan los sujetos pasivos, se modifican y se ajustan las Tarifas del Impuesto al Servicio de Alumbrado Público Municipal, se conceden facultades, autorizaciones a la Secretaría de Hacienda Municipal y se dictan otras disposiciones:

El Concejo de Becerril Cesar, en sus facultades constitucionales y legales, en especial las que le confieren los artículos 311, 313, 317, 338 y 365 de la Constitución Nacional, las Leyes 97 de 1913 y 84 de 1915, ambas declaradas exequibles mediante la Sentencia C-504 de 2002, la Resolución N° 123 de 2011 emitida por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) y el Decreto 2424 de 2006 de la Presidencia de la República y el Ministerio de Minas y Energía, el artículo 327 de la Ley 1551 de 2012. Considerando:

PRIMERO. *Definición de Servicio de Alumbrado Público: De acuerdo con lo preceptuado en la Resolución CREG 123 de 2011, se define al servicio de alumbrado público:*

Es el servicio público no domiciliario que se presta con el objeto de proporcionar exclusivamente la iluminación de los bienes de uso público y demás espacios de libre circulación con tránsito vehicular o peatonal, dentro del perímetro urbano y rural de un municipio o distrito. El servicio de alumbrado público comprende las actividades de suministro de energía al sistema de alumbrado público, la administración, la operación, el mantenimiento, la modernización, la reposición y la expansión del sistema de alumbrado público.

La iluminación de las zonas comunes en inmuebles cerrados o en los edificios, las unidades residenciales, comerciales o mixtas, sujetas al régimen de propiedad respectivo, no hace parte del servicio de alumbrado público y estará a cargo de la copropiedad o propiedad horizontal. También se excluye del servicio de alumbrado público la iluminación de carreteras que no estén a cargo del municipio o distrito.

SEGUNDO. *Que según la Resolución CREG 123 de 2011, el Municipio es responsable de garantizar la prestación del alumbrado público en términos de eficiencia, servicio de calidad y continuidad.*

TERCERO - *Que, para el cumplimiento de las obligaciones contractuales asumidas por el Municipio de Becerril, con la empresa ELECTRICARIBE S.A. E.S.P., y del contrato de concesión suscrito con la Unión Temporal Iluminaciones de Becerril, suscritos para garantizar una adecuada y eficiente prestación del servicio de alumbrado público, por lo que se hace necesario. Ajustar el esquema tarifario adoptado para el impuesto del servicio de alumbrado público, con el fin de que se le permita a la administración municipal, cumplir adecuadamente con las obligaciones contractuales.*

CUARTO *Que dadas las condiciones socioeconómicas de la gran mayoría de la población del Municipio se hace necesario incorporar nuevos contribuyentes y redistribuir la carga tributaria de acuerdo con las posibilidades económicas de los sectores aportantes, garantizando en todo momento a los contribuyentes el cumplimiento de los principios que rigen los tributos como son: equidad, eficiencia y progresividad tributaria, lo cual es un derecho constitucional contenido en el artículo 363 superior.*

QUINTO *Que la Corte Constitucional, mediante sentencia C-035 de 2009, ha dejado sentado que es competencia de los Concejos Municipales determinar los elementos de los tributos, siempre que concurran las siguientes características:*

"Así las cosas, la jurisprudencia ha admitido que los elementos de la obligación tributaria sean determinados por las asambleas departamentales y los concejos distritales y municipales, pero dentro de unos parámetros mínimos que deben ser señalados por el legislador. Estos parámetros mínimos, según se desprende de la jurisprudencia, son dos: (1) la autorización del gravamen por el legislador, y (2) la delimitación del hecho gravado con el mismo."

Es decir, los Concejos Municipales poseen absoluta competencia para regular los elementos del tributo a partir de los fundamentos básicos proporcionados por el legislador, es decir, que el impuesto ha sido autorizado mediante ley, y que se establece el hecho generador, puntos que el impuesto al alumbrado público cumple a cabalidad teniendo en cuenta que el mismo se encuentra autorizado desde 1913 y su hecho generador, como lo ha reconocido el Consejo de Estado en reiteradas providencias, es "la prestación del servicio del alumbrado público".

A continuación, se presentan las tarifas definidas por el acuerdo para el recaudo del impuesto del servicio de alumbrado público.

Artículo 12. Para el sector Residencial Urbano, se cobrará la tarifa del Impuesto al Servicio de Alumbrado Público, sobre el consumo mensual de energía facturada por la empresa prestadora del servicio domiciliario de energía eléctrica de la siguiente manera:

Estrato	Valor a cobrar sobre consumo mensual de energía facturada
1	5%
2	5%
3	10%
4	10%
5	10%
6	10%

Artículo 13. Para el sector Comercial, se cobrará la tarifa del Impuesto al Servicio de Alumbrado Público, sobre el consumo mensual de energía facturada por la empresa prestadora del servicio domiciliario de energía eléctrica de la siguiente manera:

Valor a cobrar sobre consumo mensual de energía facturada, tarifa mínima	% a cobrar sobre valor del consumo mensual de energía
$10.000.oo	15% del consumo facturado de energía

Artículo 14. Para el sector Industrial y Hotelero, se cobrará la tarifa del Impuesto al Servicio de Alumbrado Público, sobre el consumo mensual de energía facturada por la empresa prestadora del servicio domiciliario de energía eléctrica de la siguiente manera:

Valor a cobrar sobre consumo mensual de energía facturada, tarifa mínima	% a cobrar sobre valor del consumo mensual de energía
$25.000.oo	15% del consumo facturado de energía

Artículo 15. Para el sector Oficial diferente al municipio y sus entidades descentralizadas, se cobrará la tarifa del Impuesto al Servicio de Alumbrado Público, sobre el consumo mensual de energía facturado por la empresa prestadora del servicio domiciliario de energía eléctrica de la siguiente manera:

VALOR A COBRAR EN $ POR MES (TARIFA MÍNIMA)	% SOBRE VALOR DEL CONSUMO MES
$25.000	11% del consumo facturado de energía

Artículo 16. Para el sector Rural, se cobrará la tarifa del Impuesto al Servicio de Alumbrado Público, por cada predio:

VALOR A COBRAR EN $ POR MES (TARIFA MÍNIMA)	% SOBRE VALOR DEL CONSUMO MES
$3.000	7% del consumo facturado de energía

Artículo 21. Las Empresas que presten los servicios de telefonía fija o celular o de comunicaciones o de TV cables, que tengan antenas en el Municipio de Becerril, o líneas de transmisión de audio, video, sonido, imagen, transmisión de datos, emisión o repetición de ondas de baja y alta frecuencia, instalación u operación de fibra óptica o cualquier otro sistema de tecnología avanzada en comunicación o información, están obligadas al pago del Impuesto al Servicio de Alumbrado Público con una tarifa única fija, representada en salarios mínimos mensuales legales vigentes, pagaderos en forma mensual, así:

EMPRESAS DE TELEFONÍA FIJA O CELULAR; EMPRESAS DE TELECOMUNICACIONES POR PARABOLICAS O TV CABLES DE AUDIO O IMAGEN O VIDEO.	VALOR EN $ A COBRAR POR MES
Instalación de antena parabólica o de Comunicaciones por TV cable, cables de transmisión de audio, sonido y video con tecnología convencional, fibra óptica o cualquier otra similar	1 Salario mínimo mensual legal vigente
Por antenas instaladas de telefonía fija o móvil celular	10 salarios mínimos mensuales legales vigentes

De acuerdo con lo estipulado en el acuerdo No 005 de 27 de mayo de 2014 - Tarifas Alumbrado Público y los datos extraídos del SUI Super Intendencia de Servicios Público, la facturación del impuesto de alumbrado público para el municipio de Becerril se puede calcular de la siguiente forma:

Tabla 13. Cálculo del Valor del Recaudo

Tipo		Número Usuarios	Consumo Promedio	% Del Recaudo	Promedio Del Recaudo	Total A Facturar
Residencial	Estrato 1	2964	$ 289,841	5%	$ 14,492.04	$ 42,954,416.61
	Estrato 2	1405	$ 154,328	5%	$ 7,716.39	$ 10,841,533.11
	Estrato 3	0	0	5%	$ -	$ -
	Estrato 4	0	0	5%	$ -	$ -
Industrial		4	$ 1,167,051	15%	$ 175,057.65	$ 700,230.60
Comercial		99	$ 675,722	15%	$ 101,358.36	$ 10,034,477.97
Oficial		44	$ 1,756,890	11%	$ 193,257.93	$ 8,503,348.97
Otros		1	$ 31,482,593	15%	$ 4,722,388.95	$ 4,722,388.95
Total A Facturar:						**$ 77,756,396.21**

Fuente: SUI

2. Estado de la Prestación de Servicio

2.1. Infraestructura del Sistema de Alumbrado Público

El sistema de alumbrado público en el municipio de Becerril, Cesar, presenta deficiencias significativas debido al uso de tecnologías obsoletas. Según el inventario suministrado por la administración municipal existen un porcentaje importante de tecnología Sodio, Mercurio y Mth, lo que resulta en una baja durabilidad y un alto consumo energético.

Además, la falta de inversión en los últimos años ha impedido la ampliación y optimización del servicio, afectando tanto a la cabecera municipal como a corregimientos como Estados Unidos y La Guajirita. Esta situación ha llevado a que algunos barrios, como San Luis, Once de Abril, Alto Prado y Los Cámpanos, no cuenten con cobertura completa de alumbrado público, lo que ha motivado a los habitantes a realizar instalaciones improvisadas, representando riesgos para la seguridad de la población.

Tabla 14. Inventario de Infraestructura del Municipio de Becerril

Inventario Ap Becerril -Cesar			
Luminaria	**Potencia**	**Total de Potencia**	**Total de Tecnología**
Mercurio	**125**	2	2
	250	0	
	400	0	
	1000	0	
Sodio	**70**	645	789

	150	31	
	250	109	
	400	4	
	1000	0	
Alógeno	**500**	0	0
	1000	0	
	1500	0	
Incandescente	**100**	0	0
	200	0	
	300	0	
	1000	0	
Mth	**250**	30	45
	400	15	
	1000	0	
Led	**3**	1	1378
	5	2	
	6.3	1	
	10	6	
	12	0	
	15	22	
	30	65	
	42	476	
	48	51	
	50	274	
	55	210	
	60	83	
	70	74	
	72	29	
	90	45	
	100	33	
	150	2	
	200	4	
Mixta	**15**	0	25
	25	1	
	30	0	
	125	0	
	150	0	
Totales		**2215**	**2239**

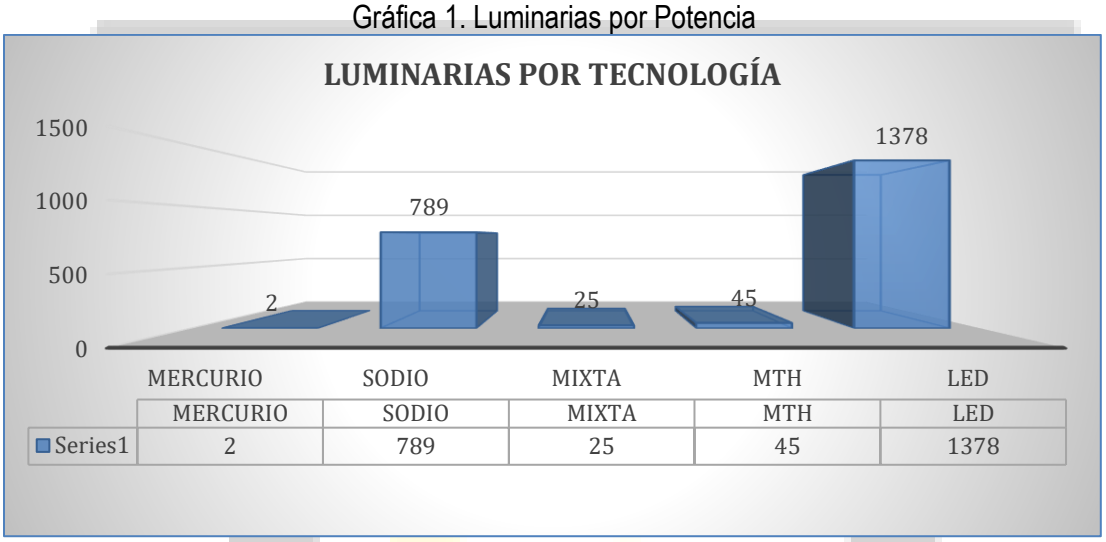
Fuente: Propia

El uso de sistemas de alumbrado público con tecnologías antiguas, como lámparas de vapor de sodio o mercurio, conlleva múltiples consecuencias negativas, entre ellas un alto consumo energético y

costos operativos elevados, debido a su baja eficiencia y necesidad frecuente de mantenimiento. Además, estas luminarias generan una iluminación de baja calidad, con pobre reproducción de colores y contaminación lumínica que afecta el entorno natural y la salud humana.

También representan un riesgo ambiental por el uso de materiales tóxicos y dificultan la integración con tecnologías modernas de gestión inteligente, limitando el desarrollo de ciudades sostenibles y seguras.

Gráfica 1. Luminarias por Potencia

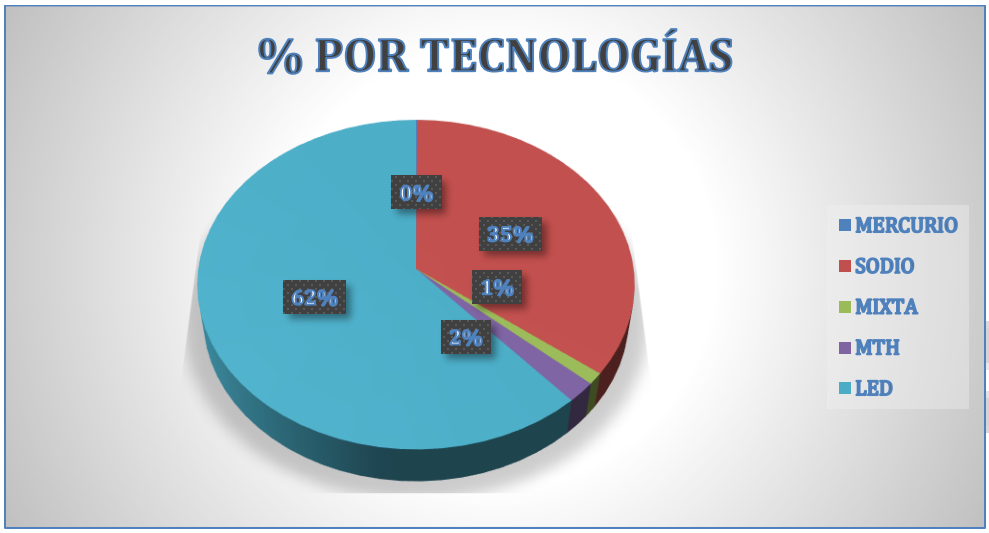


Fuente: Propia

La baja iluminación en el alumbrado público genera diversos problemas sociales que afectan directamente la calidad de vida de los habitantes, donde los principales están el aumento de la inseguridad, ya que la oscuridad facilita la comisión de delitos como robos, asaltos y actos vandálicos, generando miedo y restricción de la movilidad nocturna, afectando también la convivencia ciudadana, pues reduce la presencia de personas en espacios públicos, parques y calles, limitando las actividades comunitarias y culturales.

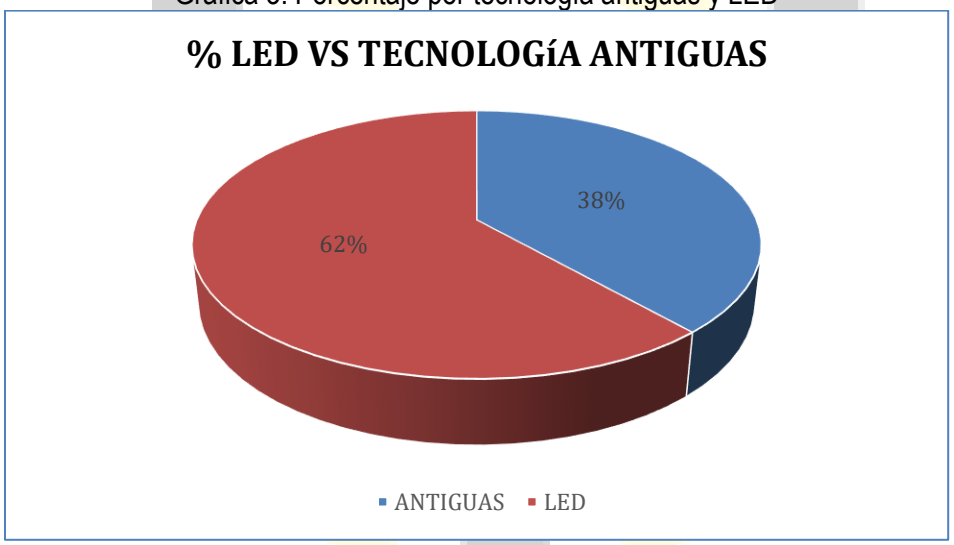
Además, incide en la percepción de abandono institucional, lo que puede deteriorar la confianza de la población en las autoridades locales; por otra parte, la mala iluminación contribuye a accidentes viales y peatonales, impactando la seguridad vial. En conjunto, estos efectos pueden aumentar la exclusión social y afectar negativamente el desarrollo urbano y la cohesión comunitaria.

Gráfica 2. Porcentaje por tecnología



Fuente: Propia

Gráfica 3. Porcentaje por tecnología antiguas y LED



Fuente: Propia

Según el reglamento técnico RETILAP, cabe mencionar las siguientes prohibiciones respecto a la operación y funcionamiento del sistema de alumbrado público:

Prohibición de fabricación, importación y comercialización: *con la publicación de la nueva resolución del RETILAP (Resolución_40150_de_2024) surge la prohibición según el A**rtículo 2.1.2. Prohibiciones.** Lo cual establece:*

En adición, para los siguientes productos se prohíbe su fabricación e importación seis meses a partir de la entrada en vigencia de la presente Resolución. No obstante, se permite su comercialización hasta un año después de la entrada en vigencia del presente Reglamento.

- *Bombillas de mercurio de baja presión tipo fluorescente con balasto independiente.*
- *Bombillas fluorescentes compactas con balasto incorporado y con balasto independiente.*
- *Balastos electromagnéticos para bombillas fluorescentes.*
- *Luminarias para fuentes fluorescentes.*
- *Bombillas de descarga de vapor de sodio de alta presión y de baja presión.*
- *Balastos electromagnéticos para bombillas de sodio.*
- *Luminarias para fuentes de sodio de alta presión y de baja presión.*

Esta situación condiciona la prestación del servicio de manera que se hace necesario la existencia de un plan de modernización del 100 % de la infraestructura en tecnologías antiguas.

2.2. Infraestructura Vial del Municipio

El municipio de Becerril, en el departamento del Cesar, cuenta con una red vial urbana de aproximadamente 45,41 kilómetros, de los cuales solo el 8,95% está asfaltado, mientras que el resto corresponde a vías pavimentadas, afirmadas y en tierra.

En total, el municipio posee 1.694 vías, siendo el 88,08% de ellas clasificadas como tipo 7 según la clasificación del Instituto Nacional de Vías (INVIAS). Estas vías son fundamentales para la conectividad entre la zona urbana y las veredas, así como para el acceso a municipios vecinos como Agustín Codazzi y La Jagua de Ibirico.

En lo que respecta a la clasificación según los parámetros que emite el Reglamento técnico de Iluminación y Alumbrado Público, el municipio presenta una topología Poco urbanizada con su población distribuida en las diferentes zonas Rurales y Urbanas de la su geografía, su actividad económica y social presenta índices bajo de movilidad por lo cual la mayor parte de la infraestructura se califica como tipo M4 y M5 con excepción de la Carrera 5 que recibe alto índice vehicular por tratarse de una vía de paso a ciudades aledañas.

Ilustración 27. Vista georreferenciada de la infraestructura del municipio de Becerril



Fuente: Google Earth

.

Tabla 15. Tipos de Vías del Municipio de Becerril.

TIPOS DE VIAS EN EL MUNICPIO DE BECERRIL CESAR					
TIPO DE VIA	**CARACTERISTICAS**	**REFERENCIA**	**CANTIDAD DE KM**	**KM SIN AP**	**TECNOLOGÍA LUMINARIAS**
M3	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:	CARRERA 5	3.2	0	LED/SODIO/MTH
M4	vías de alrededores de parque principal y Vías de acceso a las zonas de residencia como comunas, barrios, urbanización o centros poblados, con niveles de flujo y velocidad vehicular medios.	CARRERA 100 Y CALLE 97	8.97	0	LED/SODIO/MTH
M5	Vías dentro de las zonas de residencia caracterizadas por tener niveles de flujo y velocidad vehicular reducidos.	SIN REFERENCIA	28.56	6.2	LED – SODIO – MTH – AHORRADO - MIXTA

Fuente: Propia

2.3. Cobertura del Sistema de Alumbrado Público

El sistema de alumbrado del municipio presenta una cobertura sobre el 94 % de la infraestructura vial, entendiendo que dicha cobertura es aplicable según la inherencia servicio de energía, o en su defecto donde existe actividad humana constante.

Tabla 16. Cobertura del Sistema de Alumbrado Público

Resumen De Infraestructura Vial Becerril				
Área	1.206 Km2	Población		25.208 Hab
Tipo	Rural	Urbano	Sin Ap	Total
Vías Tipo M3	0	3.2	0	3.2
Vías Tipo M4	0	8.97	0	8.97
Vías Tipo M5	9.26	19.3	6.2	34.76
Parques	0.00936	0.0149	0.002	0.02626
Zonas Deportivas	0	0.017	0.0015	0.0185

Fuente: Propia

En detalle de los 42.76 km de infraestructura vial el 25 % se encuentra sobre las zonas rurales u el 75 % corresponde a las zonas Urbanas o centros poblados.

2.4. Valorización del sistema de Alumbrado público en el municipio de Becerril

En la actualidad la infraestructura del sistema de alumbrado público del municipio de Becerril Cesar se encuentra en tecnologías antiguas que incluso para la fecha del presente informe poseen restricciones para su comercialización basadas principalmente a su baja eficiencia energética en comparación con tecnologías más modernas como los LED, que consumen menos energía y tienen una vida útil mucho mayor. Además, estas tecnologías emiten una luz amarilla que distorsiona los colores, contribuyen a la contaminación lumínica y pueden contener sustancias peligrosas como el sodio y mercurio.

En este sentido y debido a la falta de información sobre los costos actualizados de dichas tecnologías para el cálculo del valor de la infraestructura es necesario relacionar los últimos costos conocidos de estas tecnologías con una proyección de incremento por concepto de IPP. En conclusión, el costo actual de la infraestructura del sistema es el siguiente:

Tabla 17. Inventario del AP del municipio

Inventario Ap Becerril -Cesar				
Luminarias	**Potencia**	**Cantidad**	**Valor De La Ucap**	**Valor Total**
Mercurio	**125**	2	$ 840,000	$ 1,680,000
	250	0	$ 960,000	$ -
	400	0	$ 1,230,000	$ -
Sodio	**70**	645	$ 840,000	$ 541,800,000
	150	31	$ 960,000	$ 29,760,000
	250	109	$ 1,020,000	$ 111,180,000
	400	4	$ 1,230,000	$ 4,920,000
Halógeno	**500**	0	$ 1,230,000	$ -
Incandescente	**100**	0	$ 840,000	$ -
Mth	**70**	30	$ 840,000	$ 25,200,000
	400	15	$ 1,230,000	$ 18,450,000
	1000	0	$ 1,650,000	$ -
Led	**3**	1	$ 430,000	$ 430,000
	5	2	$ 430,000	$ 860,000
	6.3	1	$ 430,000	$ 430,000
	10	6	$ 430,000	$ 2,580,000
	15	22	$ 430,000	$ 9,460,000
	30	65	$ 1,230,000	$ 79,950,000
	42	476	$ 1,230,000	$ 585,480,000
	48	51	$ 1,395,000	$ 71,145,000
	50	274	$ 1,395,000	$ 382,230,000
	55	210	$ 1,395,000	$ 292,950,000
	60	83	$ 1,586,000	$ 131,638,000
	70	74	$ 1,586,000	$ 117,364,000
	72	29	$ 1,586,000	$ 45,994,000
	90	45	$ 1,586,000	$ 71,370,000
	100	33	$ 1,720,000	$ 56,760,000
	150	2	$ 1,720,000	$ 3,440,000
	200	4	$ 1,720,000	$ 6,880,000
Ahorrador	**15**	0	$ 320,000	$ -
	25	25	$ 320,000	$ 8,000,000
	30	0	$ 520,000	$ -
	125	0	$ 840,000	$ -
	150	0	$ 1,020,000	$ -
		2239		**$ 2,599,951,000**

Fuente: Propia

PERFILES TIPOS PARA LA PROYECCIÓN DE POTENCIAS Y CANTIDADES DE PERFILES LUMINARIAS

Basados en las características viales y las condiciones actuales de la infraestructura es posible definir los perfiles tipos para la proyección de cantidades y rangos de potencias de la modernización de luminarias. En cumplimiento de la clasificación del proyecto como de alto impacto por la normativa vigente se proyectarán 3 alternativas.

Ilustración 28. Alternativa 1 Luminaria SLCS



RALED I

ROY ALPHA
lumina el progreso

REFERENCIA	L (mm)	A (mm)	H (mm)	Kg
Raled I	605	156	137	4

INFORMACIÓN TÉCNICA					
Normas de fabricación	IEC 60598 –1 IEC 60598 –2 – 3 RETILAP				
Fabricante	ROY ALPHA S.A.				
Referencia	RALED I				
Procedencia	Colombia				
Protocolos de Prueba	CIDET				
Certificados del fabricante	*ISO 9001: 2015 ISO 14001: 2015 OHSAS 18001: 2007*				
*Potencia nominal Total de la luminaria (W)**	21 **19**	30 **27**	38 **37**	59	
Tensión nominal	De 120 a 277 V				
*Flujo lumínico de salida de la luminaria***	2,300 **2,543**	3,300 **3,738**	4,200 **4,630** *(T02)*	5,800	
*Vida Útil del led L70B10 a 25°C****	100.000 Horas				
Temperatura del color	4000 K				
Óptica	RA02/T02				
Cuerpo de la luminaria	*Fabricado en inyección de aluminio a alta tensión para montaje a la intemperie y resistente al impacto*				
Acabado	*Con pintura en polvo aplicada electrostáticamente, secada o curada en horno, para uso a la intemperie, con Protección a los UV*				

Fuente: Albor

Ilustración 29. Alternativa 2 Luminaria Alumbran



ALURBAN M

Luminaria de alumbrado público de reparto asimétrico, carcasa fabricada en aluminio inyectado de alta resistencia a la corrosión. Soporte escualizable que permite el montaje horizontal y vertical. Conjunto óptico cerrado con vidrio de alta transmitancia y resistencia al impacto, asegurado a través de tornillos. Lentes fabricados en PMMA de alta transmitancia, resistencia a la intemperie y a los rayos ultravioleta. Conjunto eléctrico con tapa abatible asegurada con tornillos en acero inoxidable o con la posibilidad de implementar gancho de apertura rápida. El conjunto óptico y eléctrico están en compartimientos separados compartiendo la misma carcasa. Acometida con prensaestopa para asegurar la hermeticidad del conjunto eléctrico. Chip LED de última generación, alta eficacia lumínica y vida útil de 100.000 horas de acuerdo con el IES LM-80 TM-21. FABRICADA EN COLOMBIA.

Aplicaciones: Alumbrado público en vías, senderos peatonales, iluminación decorativa urbana.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

LUMINARIA

Carcasa fabricada en aluminio inyectado
Disipador de calor pasivo.
Temperatura de trabajo -40°C a 50°C
Tensión de operación: 90V - 305 V AC / 12 - 24 VDC
Frecuencia de operación: 50/60 Hz
Factor de potencia: ⩾0,90
Aislamiento Clase I (Clase II opcional)
IK 09 (carcasa) **FHS** 0%
Base para fotocelda (opcional) de 3 a 7 conductores acorde con la norma ANSI C136.41-2013. UL773 bloqueo Plug-In para fotocontrol.
Fotocelda (opcional) tipo "twist Lock" congurados segun ANSI C136.10-2010.
Soporte de fijación de 2" con acople reductor incorporado para diámetros menores.
Sistema antivandalico (opcional) con tornillo pasante 3/8" y tuerca cónica de cabeza fusible removible.
Bornera de conexión rotulada
Rotulado con placa metálica exterior (opcional)
Acabado en pintura electrostática con protección UV
Color de luminaria Gris RAL 7004 o a elección del cliente
Marcado puede realizarse de las siguientes formas: etiquetado, grabado, placa o platina metálica.
Peso 7.3 Kg

CONJUNTO ÓPTICO

Cerramiento en vidrio liso templado de 4mm de esp. con transmitancia >90%
IP 66 **IK** 08
Lentes en PMMA con transmitancia >90%
Temperatura de color Estándar 5000K - Opcional 3000K / 4000K
IRC ⩾70%

CONJUNTO ELÉCTRICO

Acometida con prensa-estopa para asegurar la hermeticidad del conjunto eléctrico. **IP** 66
Driver AC - DC Con protección contra cortocircuito y aumento en corriente, voltaje y temperatura. Dimerizable con control de 1-10VDC, PMW o por resistencia.
Driver DC - DC Con protección contra cortocircuito y aumento de voltaje y temperatura. Dimerizable con control de 0-10VDC ó PMW ó Timmer.
Conjunto de fusibles (Opcional) con protección de sobre corriente.
F.P. ⩾0,94 **THD.** ⩽20%
Protección de sobretensión (DSP) 10 kA corriente nominal
Rendimiento de la luminaria (lm/W): ⩾ 130

Fuente: Alutrafic

Ilustración 30. Alternativa 3 Luminaria LED SYL

SYLVANIA

LED Syl-Street

LED SYL-STREET 22-35W NW 7P
P25819





Luminaria LED para iluminación vial y exterior, con diseño moderno y robusto de un cuerpo en aluminio inyectado y compartimento independientes para el conjunto óptico y eléctrico. Montaje en tubo de soporte para poste horizontal o en punta. 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
Compartimentos para el conjunto eléctrico y óptico
Vidrio plano de protección
Driver atenuable 0-10VDC y programable.
Base para fotocelda 7 pines compatible con sistemas para telegestion
Soporte con ángulo ajustable para fácil instalación

APLICACIONES

Alumbrado público en calles, avenidas y autopistas
Iluminación general en exteriores
Parques, plazoletas y parqueaderos

LED

>20 años de vida (Uso 12 horas al día)

Tecnología Amigable con el medio ambiente

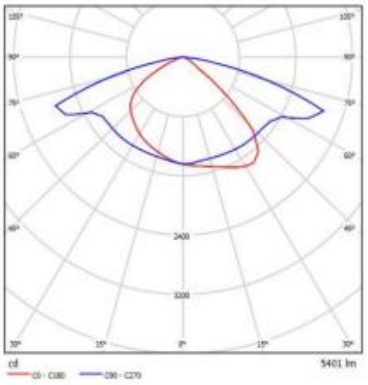
Ultra Resistente

ENCENDIDO INSTANTANEO

DATOS ÓPTICOS

Temperatura de color	4000K
Flujo luminoso nominal máximo	5300lm
Atenuable	SI
Tipo de distribución	Tipo II M
Vida útil estimada	100000h L70 *
Eficacia	151lm/W
Reproducción de color (IRC)	>70
Consistencia de color	SDCM ≤ 5
Tipo chip LED	TYF 5050
Número de chip LED	24pcs
Corriente Máxima de entrada Módulo	670mA
Tipo de Lente	PMMA
Transmitancia Lente	0.92
Lentes con distribución única	SI
Difusor	Vidrio plano de alta transmitancia
Ángulo de inclinación	0° a 20°

DISTRIBUCIÓN FOTOMÉTRICA

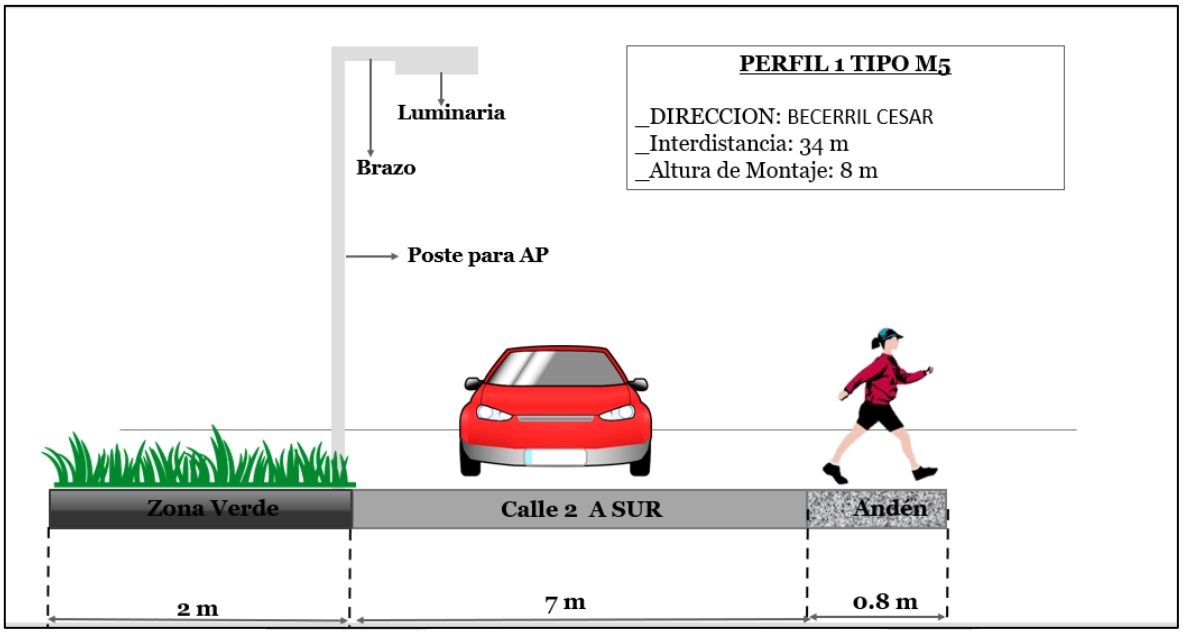


CARACTERÍSTICAS ADICIONALES

CONFIGURACIÓN DE CORRIENTE DE OPERACIÓN

Fuente: Sylvania

1. Perfil 1 Tipo M5



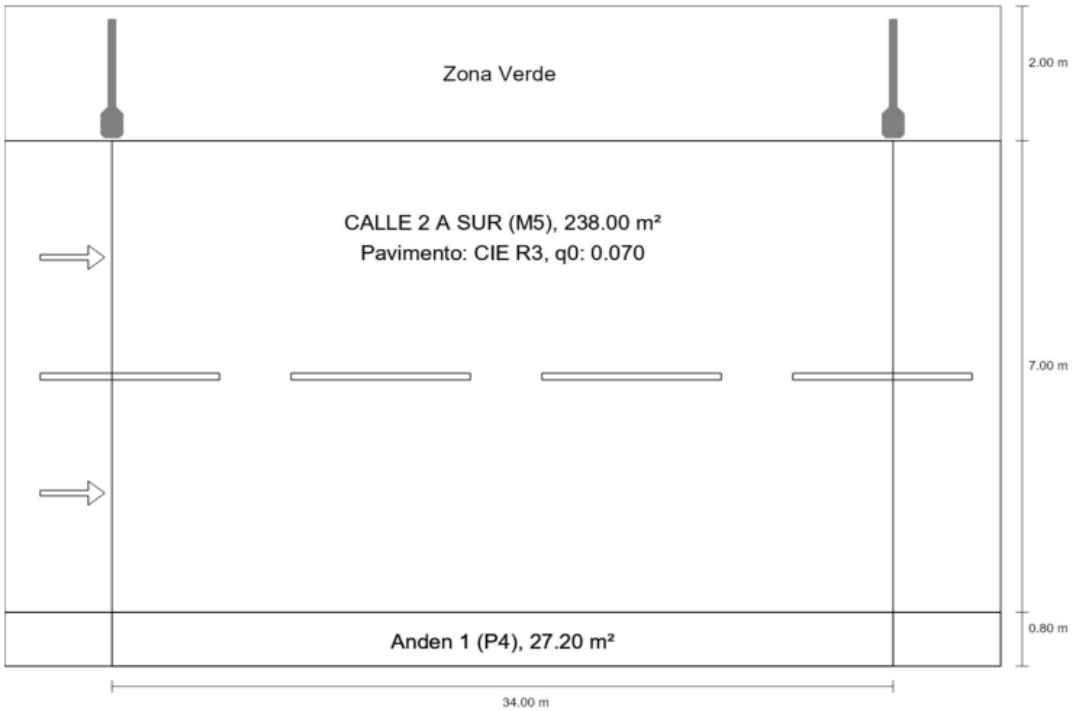


Ilustración 31. Perfil 1 Tipo M5

IUMINARIA -ROY ALPHA

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	Verificación
CALLE 2 A SUR (M5)	L_m	0.69 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.47	≥ 0.35	✓
	U_l	0.74	≥ 0.40	✓
	TI	12 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.56	≥ 0.30	✓
Anden 1 (P4)	E_m	6.11 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	4.62 lx	≥ 1.00 lx	✓

Ilustración 32. Resumen de resultado de alternativa 1

IUMINARIA -SYLVANIA

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	Verificación
CALLE 2 A SUR (M5)	L_m	0.50 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.43	≥ 0.35	✓
	U_l	0.67	≥ 0.40	✓
	TI	12 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.94	≥ 0.30	✓
Anden 1 (P4)	E_m	5.17 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	2.40 lx	≥ 1.00 lx	✓

Ilustración 33. Resumen de resultado de alternativa 2

IUMINARIA -SYLVANIA

Resumen (hacia EN 13201:2015)

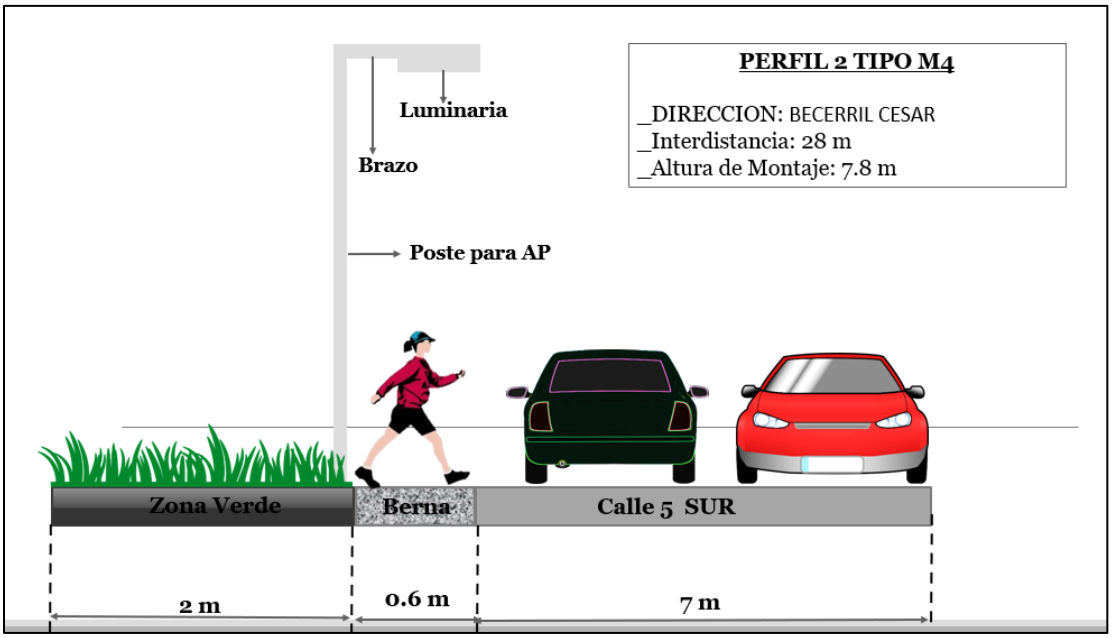
Resultados para campos de evaluación

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

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
CALLE 2 A SUR (M5)	L_m	0.52 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.39	≥ 0.35	✓
	U_l	0.49	≥ 0.40	✓
	TI	7 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.64	≥ 0.30	✓
Anden 1 (P4)	E_m	5.43 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	2.88 lx	≥ 1.00 lx	✓

Ilustración 34. Resumen de resultado de alternativa 3

2. Perfil 2 Tipo M4



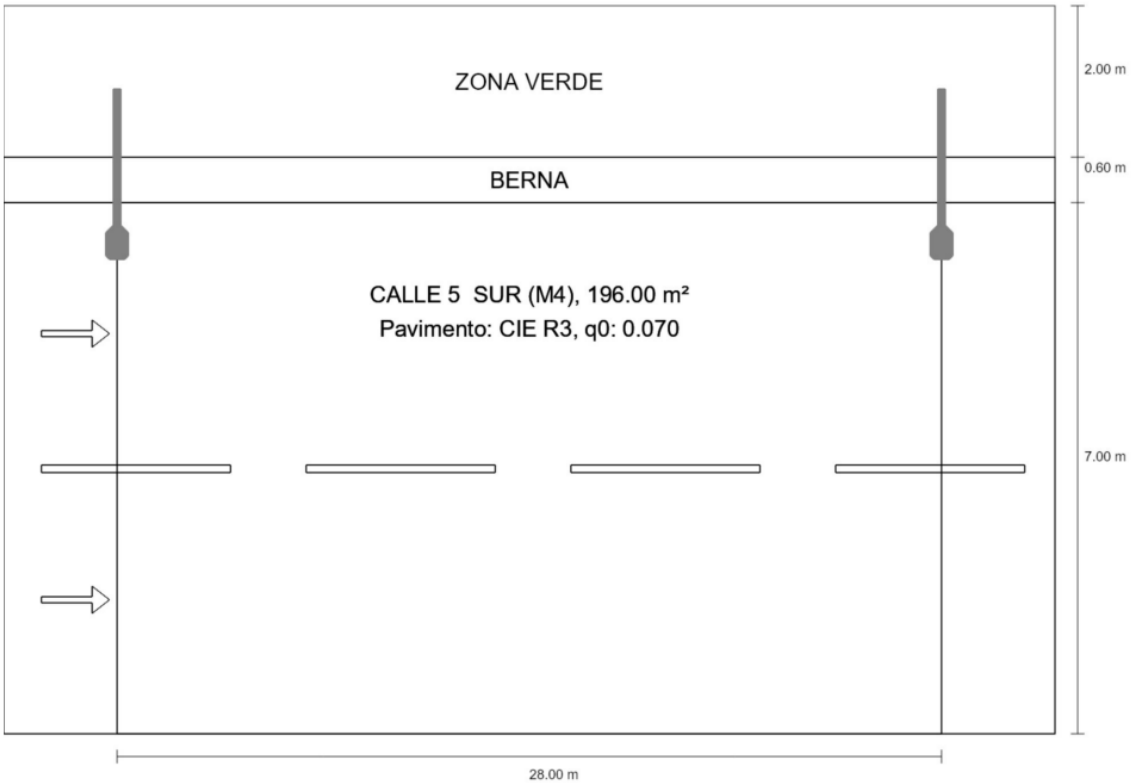


Ilustración 35 Perfil 2 Tipo M4

ALUTRAFIC

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	Verificación
CALLE 5 SUR (M4)	L_m	0.78 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.44	≥ 0.40	✓
	U_l	0.63	≥ 0.60	✓
	TI	7 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.41	≥ 0.30	✓

Ilustración 36 Resumen de resultado de alternativa 1

LUMINARIA ROY ALPHA

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	Verificación
CALLE 5 SUR (M4)	L_m	0.82 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.52	≥ 0.40	✓
	U_l	0.84	≥ 0.60	✓
	TI	10 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.55	≥ 0.30	✓

Ilustración 37 Resumen de resultado de alternativa 2

LUMINARIA SYLVANIA

Resumen (hacia EN 13201:2015)

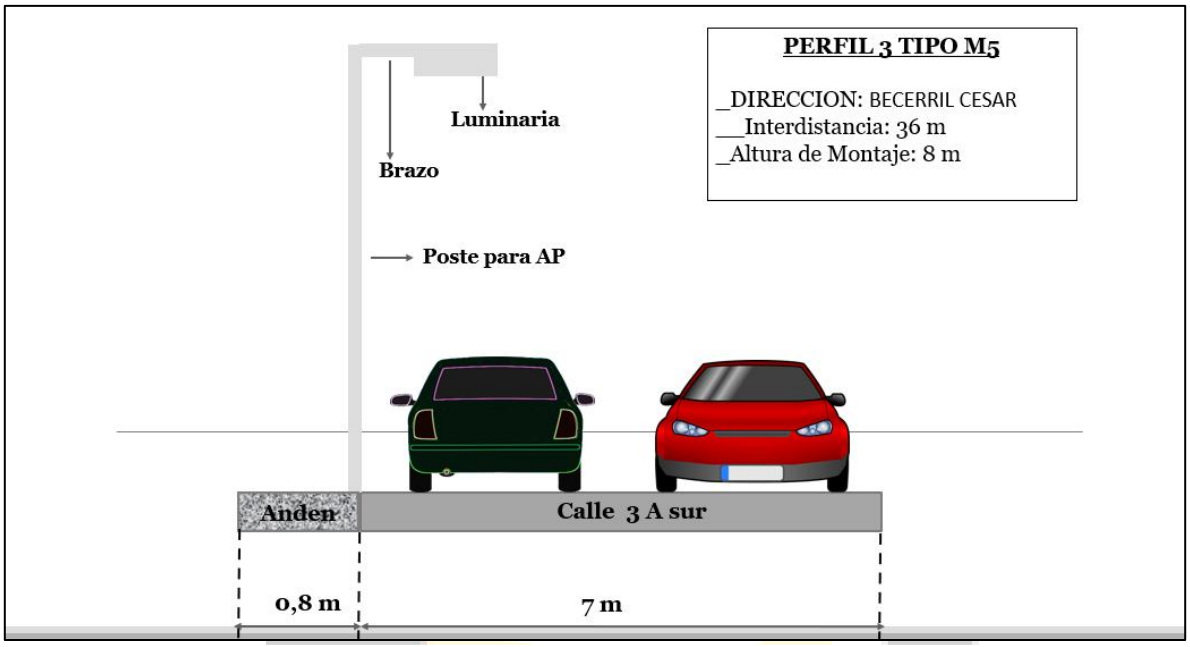
Resultados para campos de evaluación

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

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
CALLE 5 SUR (M4)	L_m	0.77 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.45	≥ 0.40	✓
	U_l	0.77	≥ 0.60	✓
	TI	13 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.54	≥ 0.30	✓

Ilustración 38 Resumen de resultado de alternativa 3

3. Perfil 3 Tipo M5



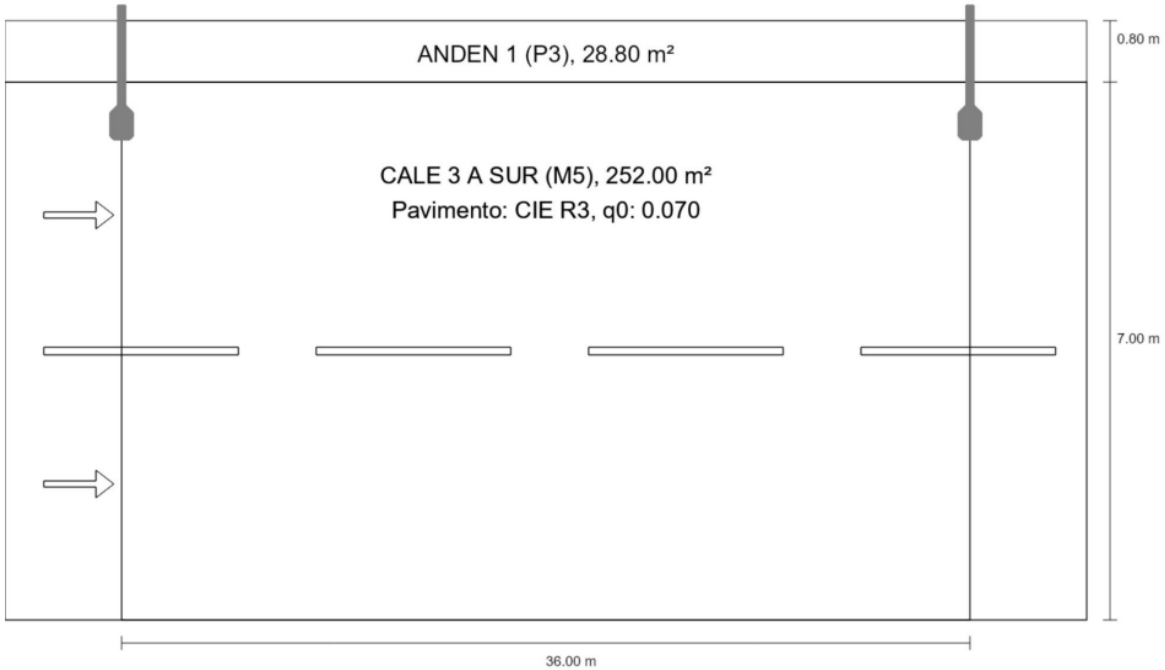


Ilustración 39 Perfil 3 tipo M5

LUMINARIA ALUTRAF

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	Verificación
ANDEN 1 (P3)	E_m	8.52 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	2.73 lx	≥ 1.50 lx	✓
CALE 3 A SUR (M5)	L_m	0.53 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.36	≥ 0.35	✓
	U_l	0.43	≥ 0.40	✓
	TI	7 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.46	≥ 0.30	✓

Ilustración 40 Resumen de resultado de alternativa 1

LUMINARIA ROY ALPHA

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	Verificación
ANDEN 1 (P4)	E_m	6.71 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	3.21 lx	≥ 1.00 lx	✓
CALE 3 A SUR (M5)	L_m	0.67 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.55	≥ 0.35	✓
	U_l	0.75	≥ 0.40	✓
	TI	11 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.59	≥ 0.30	✓

Ilustración 41 Resumen de resultado de alternativa 2

LUMINARIA SYLVANIA

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	Verificación
ANDEN 1 (P3)	E_m	8.50 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	3.41 lx	≥ 1.50 lx	✓
CALE 3 A SUR (M5)	L_m	0.52 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.41	≥ 0.35	✓
	U_l	0.61	≥ 0.40	✓
	TI	12 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.52	≥ 0.30	✓

Ilustración 42 Resumen de resultado de alternativa 3

4. Perfil 4 Tipo M5

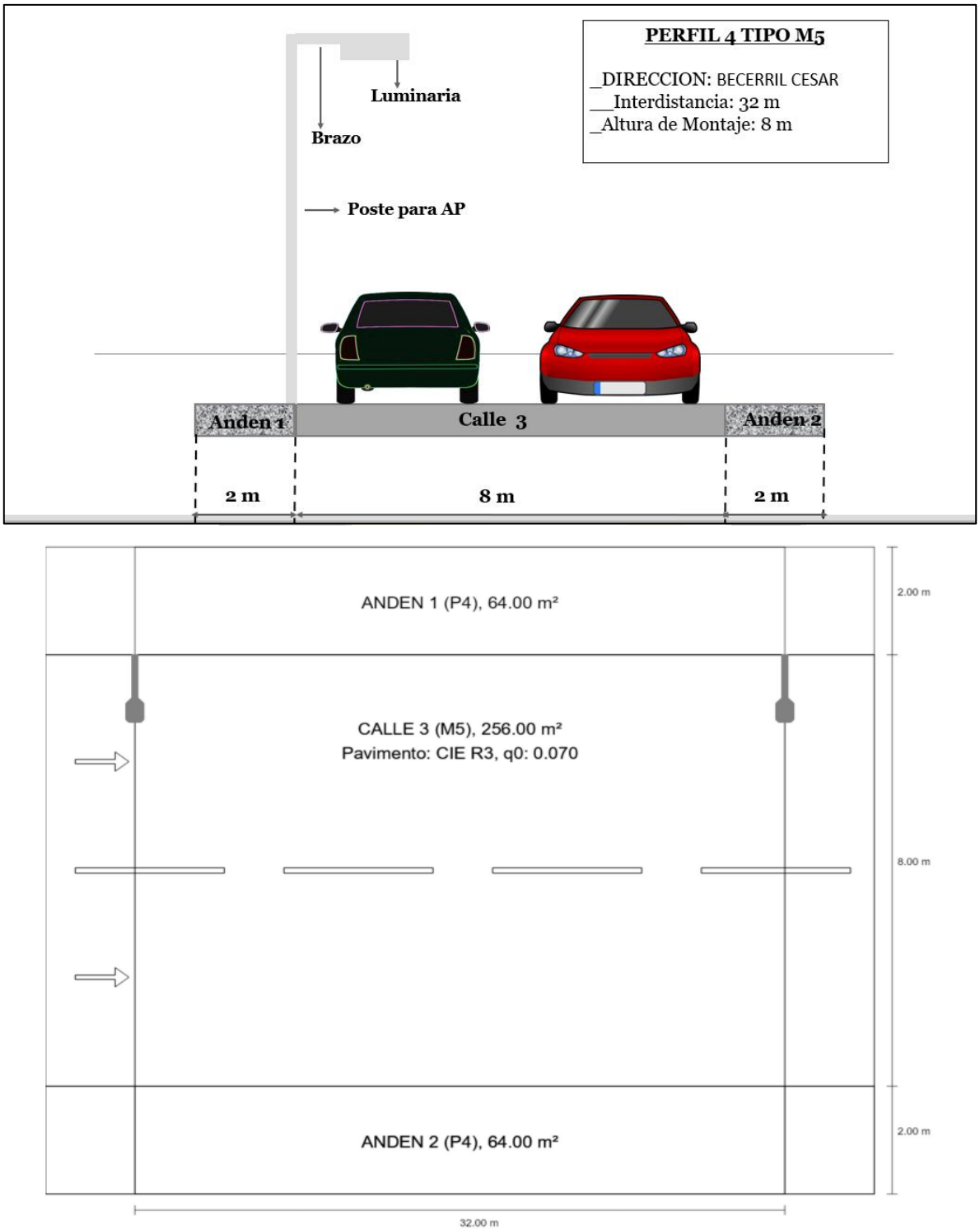


Ilustración 43 Perfil 4 Tipo M5

LUMINARIA ALUTRAFIC

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	Verificación
ANDEN 1 (P4)	E_m	6.15 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	2.55 lx	≥ 1.00 lx	✓
CALLE 3 (M5)	L_m	0.63 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.45	≥ 0.35	✓
	U_l	0.55	≥ 0.40	✓
	TI	8 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.39	–	
ANDEN 2 (P4)	E_m	7.05 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	3.76 lx	≥ 1.00 lx	✓

(1) Informativo, no es parte de la evaluación

Ilustración 44 Resumen de resultado de alternativa 1

LUMINARIA ROY ALPHA

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	Verificación
ANDEN 1 (P4)	E_m	5.65 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	3.14 lx	≥ 1.00 lx	✓
CALLE 3 (M5)	L_m	0.76 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.50	≥ 0.35	✓
	U_l	0.81	≥ 0.40	✓
	TI	12 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.40	–	
ANDEN 2 (P4)	E_m	6.14 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	4.69 lx	≥ 1.00 lx	✓

Ilustración 45 Resumen de resultado de alternativa 2

LUMINARIA SYLVANIA

Resumen (hacia EN 13201:2015)

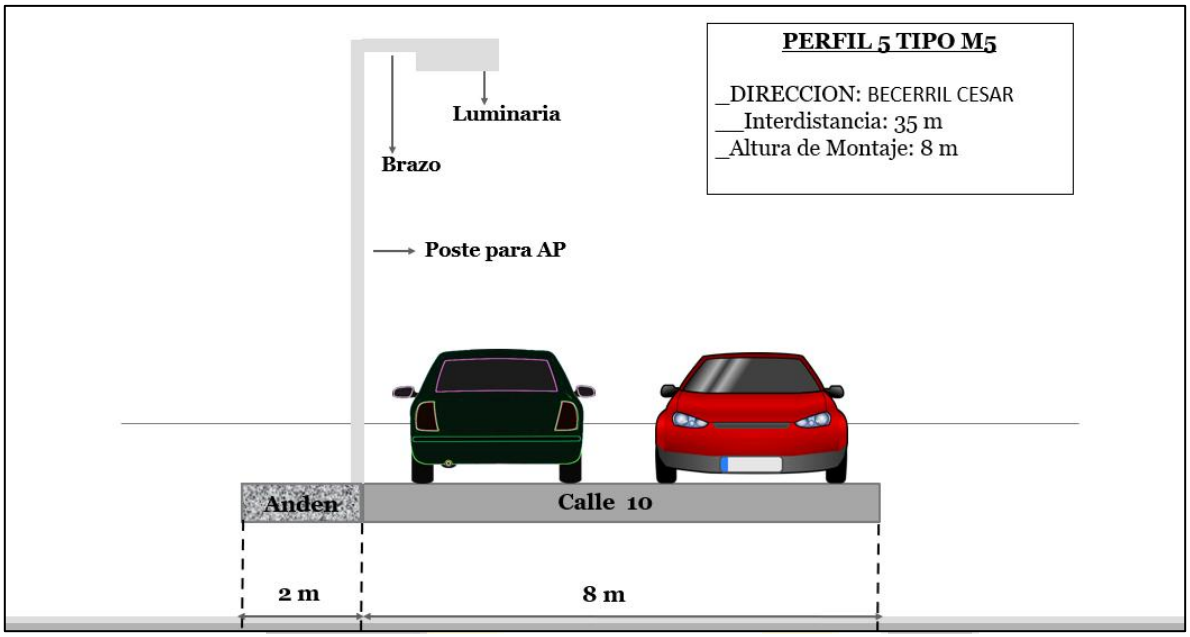
Resultados para campos de evaluación

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

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 1 (P3)	E_m	8.38 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	3.55 lx	≥ 1.50 lx	✓
CALLE 3 (M5)	L_m	0.55 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.48	≥ 0.35	✓
	U_l	0.75	≥ 0.40	✓
	TI	12 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.66	–	
ANDEN 2 (P4)	E_m	5.74 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	3.08 lx	≥ 1.00 lx	✓

Ilustración 46 Resumen de resultado de alternativa 3

5. Perfil 5 Tipo M5



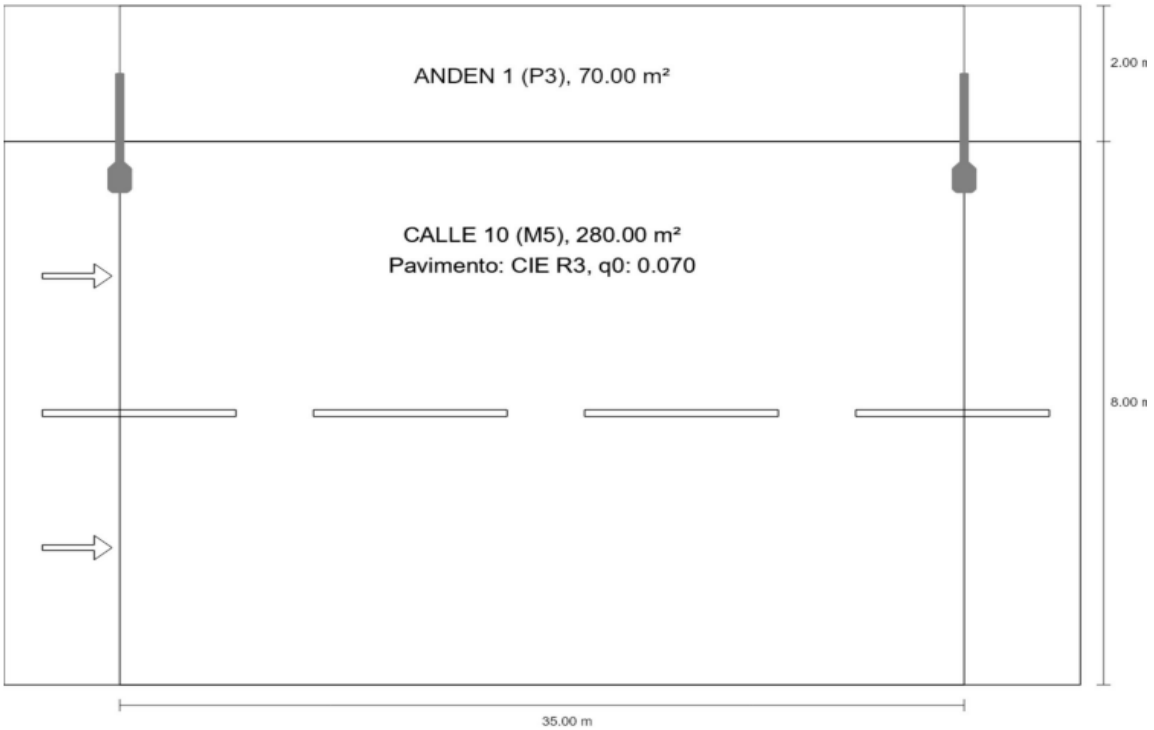


Ilustración 47 Perfil 5 tipo M5

LUMINARIA ALUTRAF

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	Verificación
ANDEN 1 (P3)	E_m	8.02 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	2.65 lx	≥ 1.50 lx	✓
CALLE 10 (M5)	L_m	0.51 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.35	≥ 0.35	✓
	U_l	0.47	≥ 0.40	✓
	TI	8 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.33	≥ 0.30	✓

Ilustración 48 Resumen de resultado de alternativa 1

LUMINARIA ROY ALPHA

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	Verificación
ANDEN 1 (P4)	E_m	5.68 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	3.01 lx	≥ 1.00 lx	✓
CALLE 10 (M5)	L_m	0.63 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.52	≥ 0.35	✓
	U_l	0.79	≥ 0.40	✓
	TI	10 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.55	≥ 0.30	✓

Ilustración 49 Resumen de resultado de alternativa 2

LUMINARIA SYLVANIA

Resumen (hacia EN 13201:2015)

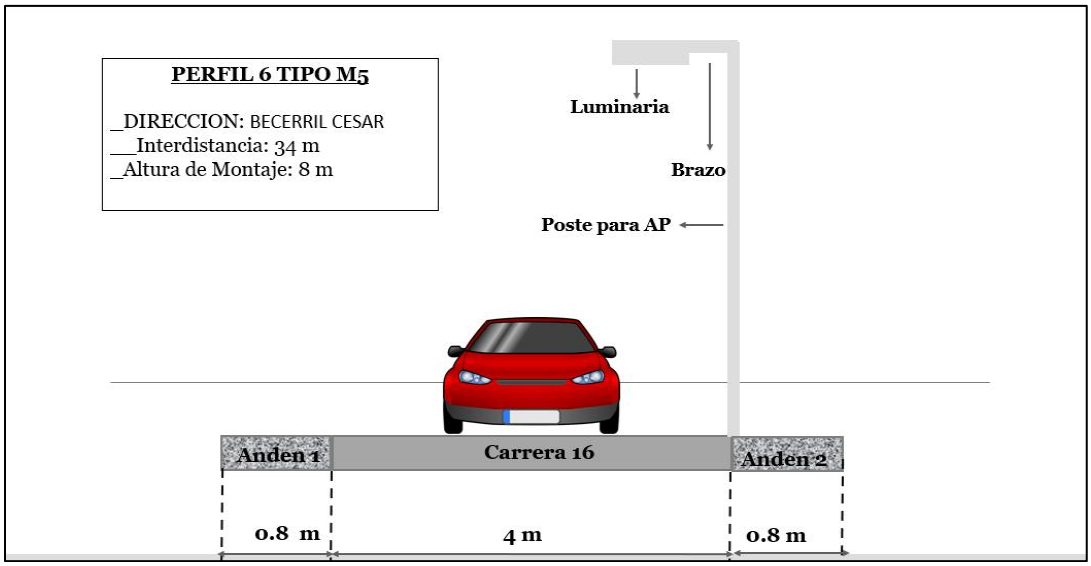
Resultados para campos de evaluación

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

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 1 (P3)	E_m	8.46 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	3.47 lx	≥ 1.50 lx	✓
CALLE 10 (M5)	L_m	0.50 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.35	≥ 0.35	✓
	U_l	0.61	≥ 0.40	✓
	TI	13 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.33	≥ 0.30	✓

Ilustración 50 Resumen de resultado de alternativa 3

6. Perfil 6 Tipo M5



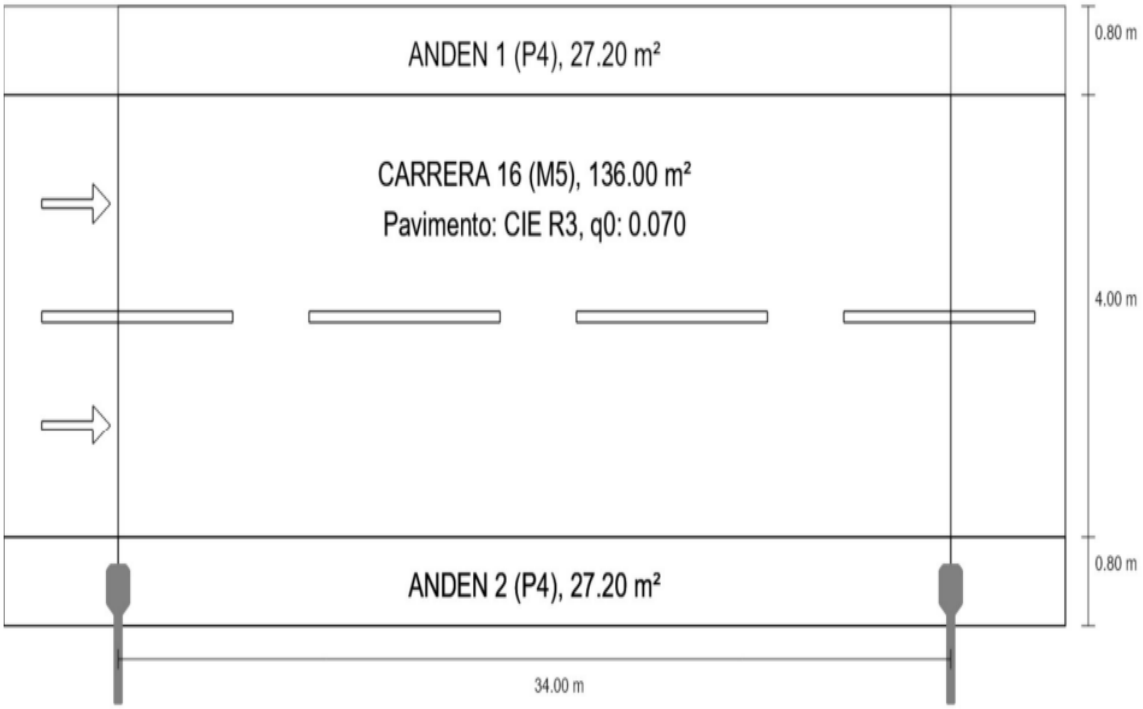


Ilustración 51 Perfil 6 Tipo M5

LUMINARIA ALUTRAFIC

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	Verificación
ANDEN 1 (P4)	E_m	7.38 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	2.70 lx	≥ 1.00 lx	✓
CARRERA 16 (M5)	L_m	0.50 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.50	≥ 0.35	✓
	U_l	0.52	≥ 0.40	✓
	TI	7 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.76	–	
ANDEN 2 (P4)	E_m	7.49 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	2.55 lx	≥ 1.00 lx	✓

Ilustración 52 Resumen de resultado de alternativa 1

LUMINARIA ROY ALPHA

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	Verificación
ANDEN 1 (P3)	E_m	7.61 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	4.07 lx	≥ 1.50 lx	✓
CARRERA 16 (M5)	L_m	0.54 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.69	≥ 0.35	✓
	U_l	0.73	≥ 0.40	✓
	TI	10 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.65	–	
ANDEN 2 (P4)	E_m	5.48 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	2.66 lx	≥ 1.00 lx	✓

Ilustración 53 Resumen de resultado de alternativa 2

LUMINARIA SYLVANIA

Resumen (hacia EN 13201:2015)

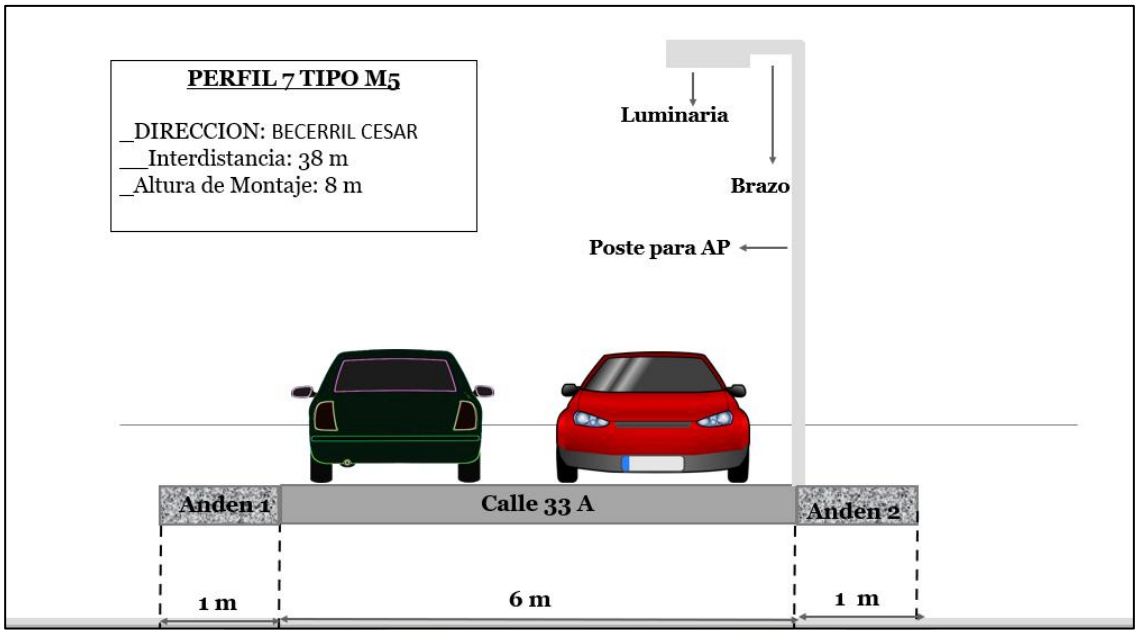
Resultados para campos de evaluación

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 1.00.

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 1 (P4)	E_m	6.67 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	2.30 lx	≥ 1.00 lx	✓
CARRERA 16 (M5)	L_m	0.55 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.42	≥ 0.35	✓
	U_l	0.53	≥ 0.40	✓
	TI	13 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.73	–	
ANDEN 2 (P3)	E_m	8.81 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	3.23 lx	≥ 1.50 lx	✓

Ilustración 54 Resumen de resultado de alternativa 3

7. Perfil 7 Tipo M5



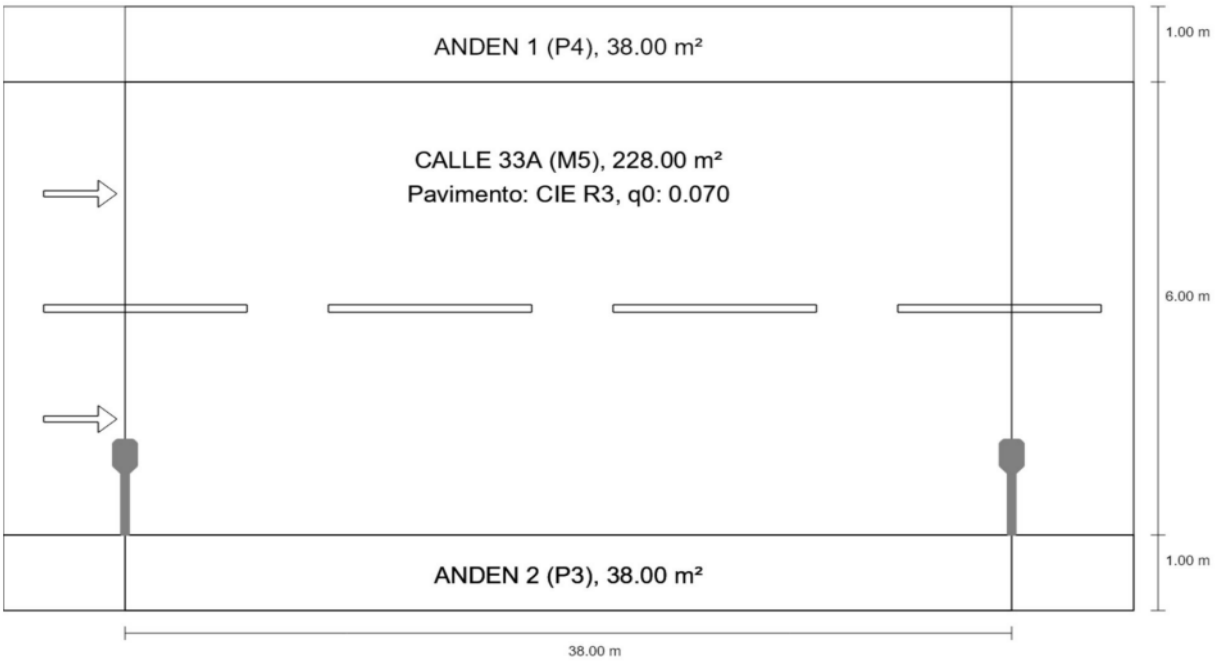


Ilustración 55 Perfil 7 Tipo M5

LUMINARIA ALUTRAFIC

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.90.

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 1 (P4)	E_m	7.28 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	2.22 lx	≥ 1.00 lx	✓
CALLE 33A (M5)	L_m	0.60 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.38	≥ 0.35	✓
	U_l	0.41	≥ 0.40	✓
	TI	8 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.56	–	
ANDEN 2 (P3)	E_m	7.56 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	2.17 lx	≥ 1.50 lx	✓

Ilustración 56 Resumen de resultado de alternativa 1

LUMINARIA SYLVANIA

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.90.

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 1 (P4)	E_m	6.62 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	2.31 lx	≥ 1.00 lx	✓
CALLE 33A (M5)	L_m	0.58 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.40	≥ 0.35	✓
	U_l	0.56	≥ 0.40	✓
	TI	13 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.68	–	
ANDEN 2 (P3)	E_m	7.99 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	2.92 lx	≥ 1.50 lx	✓

Ilustración 57 Resumen de resultado de alternativa 2

LUMINARIA ROY ALPHA

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.90.

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 1 (P3)	E_m	8.26 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	4.29 lx	≥ 1.50 lx	✓
CALLE 33A (M5)	L_m	0.71 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.58	≥ 0.35	✓
	U_l	0.66	≥ 0.40	✓
	TI	11 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.47	–	
ANDEN 2 (P4)	E_m	5.63 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	2.55 lx	≥ 1.00 lx	✓

Ilustración 58 Resumen de resultado de alternativa 3

8. Perfil 8 Tipo M5

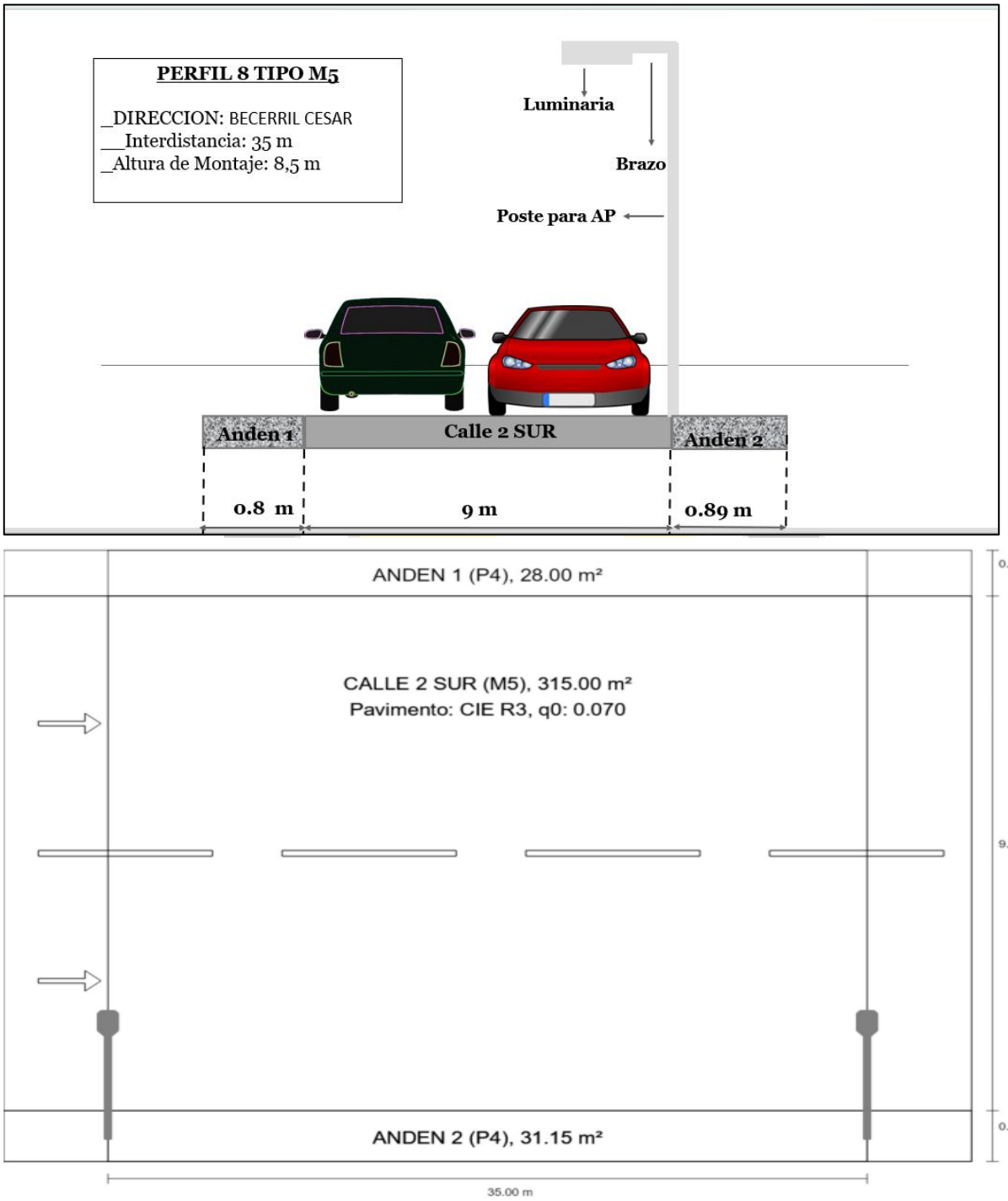


Ilustración 59 Perfil 8 Tipo M5

LUMINARIA ALUTRAFIC

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	Verificación
ANDEN 1 (P4)	E_m	5.29 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	2.83 lx	≥ 1.00 lx	✓
CALLE 2 SUR (M5)	L_m	0.51 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.41	≥ 0.35	✓
	U_l	0.54	≥ 0.40	✓
	TI	8 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.38	–	
ANDEN 2 (P4)	E_m	5.84 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	2.43 lx	≥ 1.00 lx	✓

Ilustración 60 Resumen de resultado de alternativa 1

LUMINARIA ROY ALPHA

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	Verificación
ANDEN 1 (P4)	E_m	5.61 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	4.29 lx	≥ 1.00 lx	✓
CALLE 2 SUR (M5)	L_m	0.61 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.50	≥ 0.35	✓
	U_l	0.76	≥ 0.40	✓
	TI	12 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.37	–	
ANDEN 2 (P4)	E_m	5.16 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	2.88 lx	≥ 1.00 lx	✓

Ilustración 61 Resumen de resultado de alternativa 2

LUMINARIA SYLVANIA

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	Verificación
ANDEN 1 (P4)	E_m	5.31 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	2.77 lx	≥ 1.00 lx	✓
CALLE 2 SUR (M5)	L_m	0.50 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.43	≥ 0.35	✓
	U_l	0.72	≥ 0.40	✓
	TI	13 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.62	–	
ANDEN 2 (P4)	E_m	7.43 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	3.32 lx	≥ 1.00 lx	✓

Ilustración 62 Resumen de resultado de alternativa 3

9. Perfil 9 Tipo M5

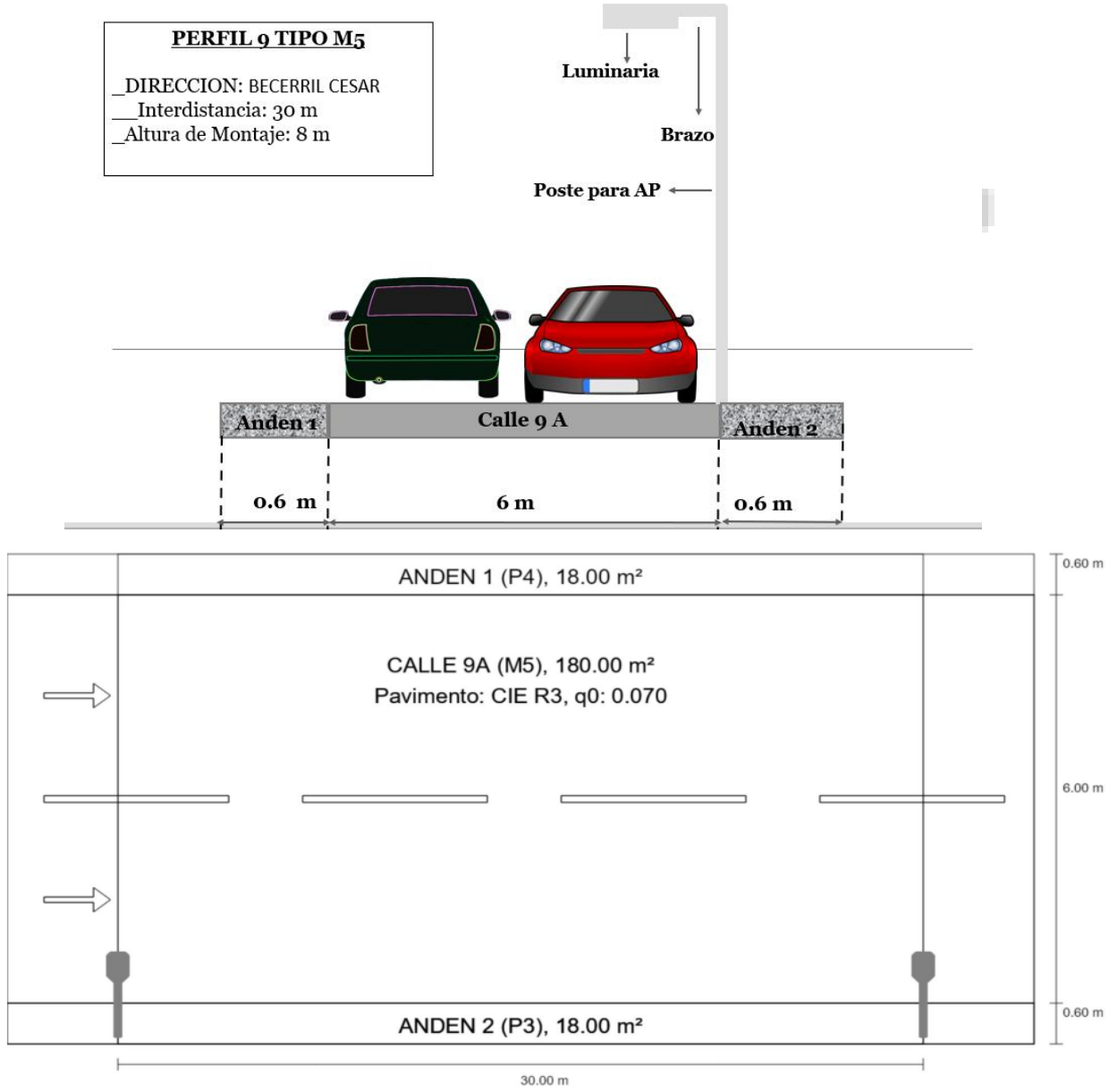


Ilustración 63 Perfil 9 Tipo M5

LUMINARIA ALUTRAFIC

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	Verificación
ANDEN 1 (P4)	E_m	6.79 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	3.43 lx	≥ 1.00 lx	✓
CALLE 9A (M5)	L_m	0.55 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.47	≥ 0.35	✓
	U_l	0.59	≥ 0.40	✓
	TI	7 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.58	–	
ANDEN 2 (P3)	E_m	8.07 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	3.45 lx	≥ 1.50 lx	✓

Ilustración 64 Resumen de resultado de alternativa 1

LUMINARIA ROY ALPHA

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	Verificación
ANDEN 1 (P4)	E_m	7.31 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	5.48 lx	≥ 1.00 lx	✓
CALLE 9A (M5)	L_m	0.65 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.62	≥ 0.35	✓
	U_l	0.83	≥ 0.40	✓
	TI	9 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.51	–	
ANDEN 2 (P4)	E_m	6.52 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	3.59 lx	≥ 1.00 lx	✓

Ilustración 65 Resumen de resultado de alternativa 2

LUMINARIA SYLVANIA

Resumen (hacia EN 13201:2015)

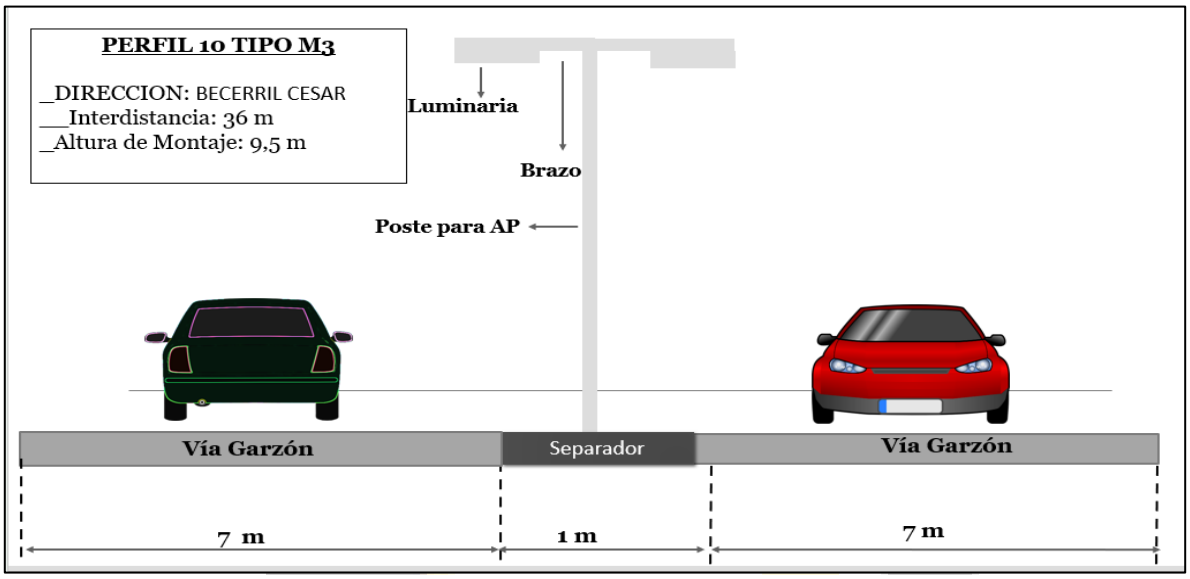
Resultados para campos de evaluación

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

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 1 (P4)	E_m	5.89 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	2.63 lx	≥ 1.00 lx	✓
CALLE 9A (M5)	L_m	0.54 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.43	≥ 0.35	✓
	U_l	0.66	≥ 0.40	✓
	TI	14 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.62	–	
ANDEN 2 (P3)	E_m	8.34 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	3.54 lx	≥ 1.50 lx	✓

Ilustración 66 Resumen de resultado de alternativa 3

10. Perfil 10 Tipo M3



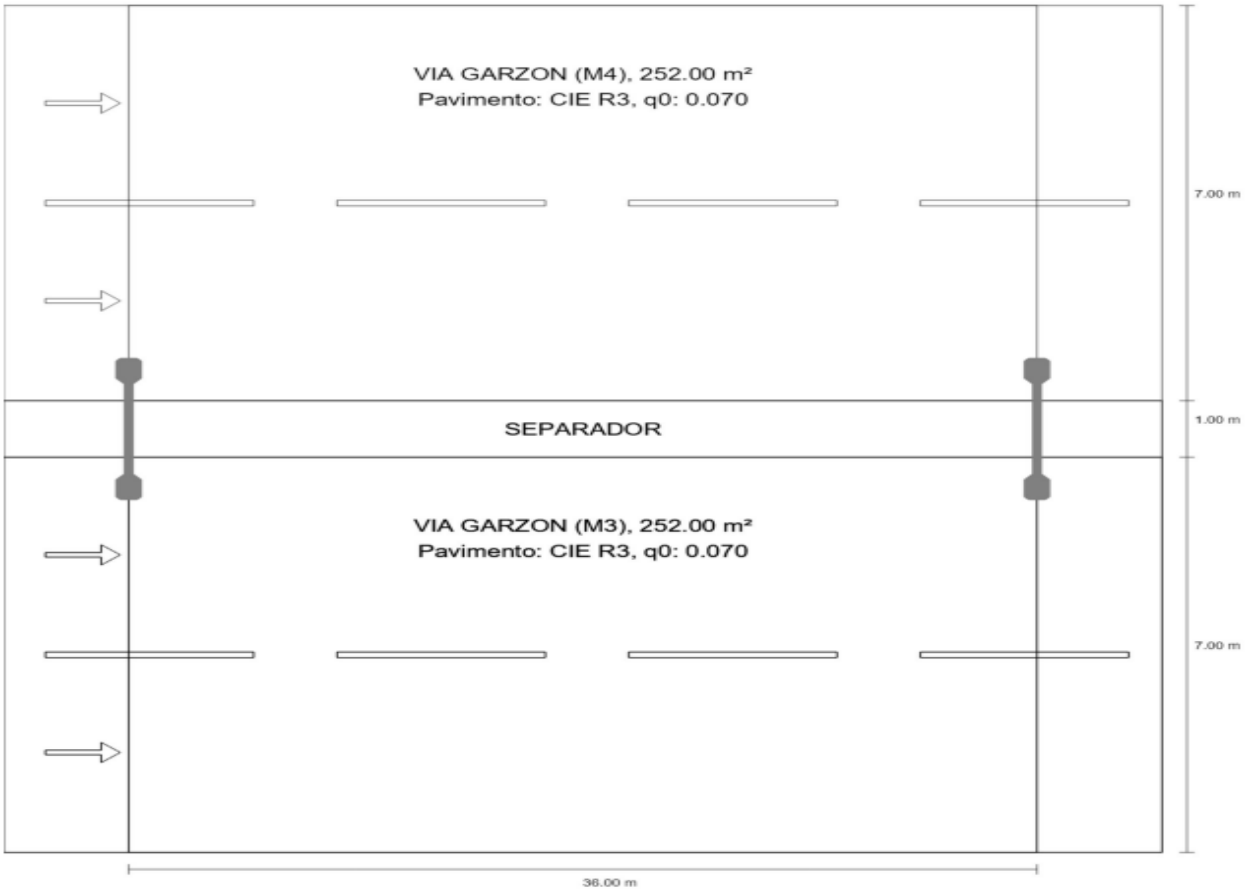


Ilustración 67 Perfil 10 Tipo M3

LUMINARIA ALUTRAFIC

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	Verificación
VIA GARZON (M4)	L_m	1.22 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.49	≥ 0.40	✓
	U_l	0.68	≥ 0.60	✓
	TI	10 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.66	≥ 0.30	✓
VIA GARZON (M3)	L_m	1.21 cd/m²	≥ 1.00 cd/m²	✓
	U_o	0.49	≥ 0.40	✓
	U_l	0.68	≥ 0.60	✓
	TI	10 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.66	≥ 0.30	✓

Ilustración 68 Resumen de resultado de alternativa 1

LUMINARIA ROY ALPHA

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	Verificación
VIA GARZON (M4)	L_m	1.16 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.60	≥ 0.40	✓
	U_l	0.83	≥ 0.60	✓
	TI	12 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.73	≥ 0.30	✓
VIA GARZON (M3)	L_m	1.18 cd/m²	≥ 1.00 cd/m²	✓
	U_o	0.59	≥ 0.40	✓
	U_l	0.81	≥ 0.60	✓
	TI	12 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.73	≥ 0.30	✓

Ilustración 69 Resumen de resultado de alternativa 2

LUMINARIA SYLVANIA

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	Verificación
VIA GARZON (M4)	L_m	1.34 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.43	≥ 0.40	✓
	U_l	0.77	≥ 0.60	✓
	TI	12 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.63	≥ 0.30	✓
VIA GARZON (M3)	L_m	1.35 cd/m²	≥ 1.00 cd/m²	✓
	U_o	0.42	≥ 0.40	✓
	U_l	0.76	≥ 0.60	✓
	TI	13 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.63	≥ 0.30	✓

Ilustración 70 Resumen de resultado de alternativa 3

PROYECCIONES DEL SISTEMA DE ALUMBRADO DE MUNICIPIO DE BECERRIL

1. Proyección De Cantidades Para La Inversión

Una vez realizados los estudios fotométricos sobre los perfiles viales y analizados las condiciones técnicas de la prestación del servicio es posible proyectar las cantidades de luminarias para el proceso de modernización y expansión del sistema, el cual se proyecta bajo un rango de potencia según los resultados fotométricos y del que es importante mencionar que la potencia final de la luminaria a instalar depende de la eficacia y óptica utilizada por el fabricante.

Tabla 18. Proyección de las luminarias a modernizar

PROYECCIÓN COSTOS DE LA IVERSION INICIAL		
RANGO	CANTIDAD	
LUM LED (22W A 29W)	195	
LUM LED (30W A 42W)	302	
LUM LED (44W A 56W)	175	
LUM LED (60W A 75W)	140	
REFLECTOR 50-150 W LED	102	
REFLECTOR 150-250 W LED	50	
REFLECTOR 250- 400 W LED	32	
	TOTAL,	996

Fuente: Propia

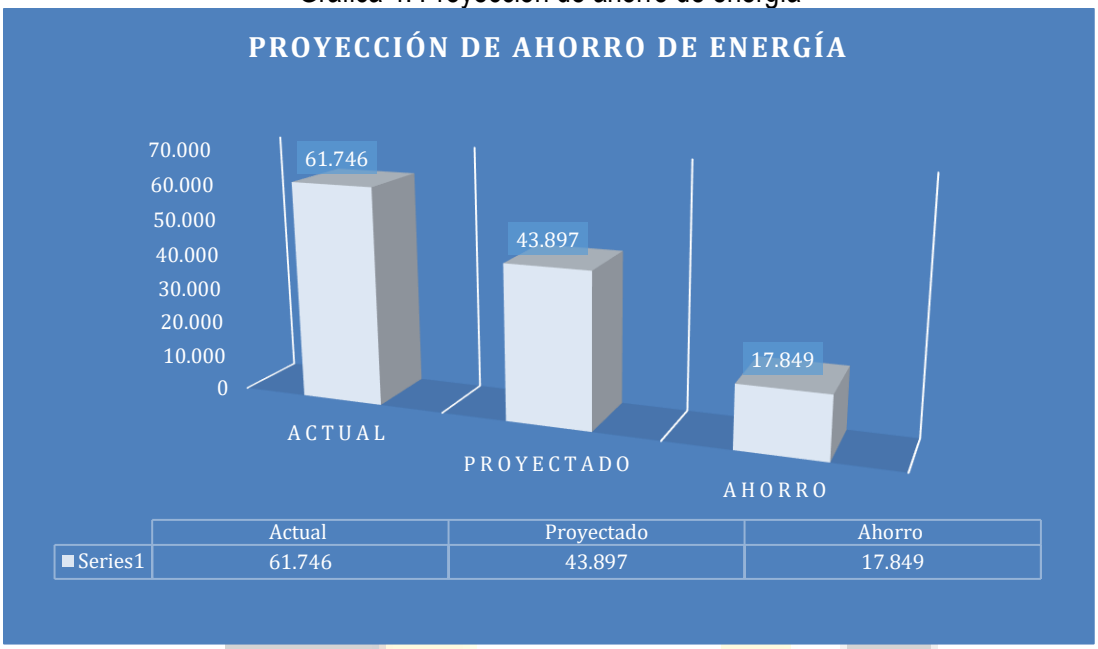
Con la modernización de las 996 luminarias se contará con un sistema en 100% tecnología led lo cual brinda muchos beneficios, destacando principalmente el ahorro energético de hasta un 80% frente a tecnologías tradicionales, lo que reduce significativamente los costos operativos. Además, las luminarias LED tienen una vida útil mucho más prolongada, lo que disminuye la frecuencia de mantenimiento y reemplazo.

Proporcionan una luz blanca y uniforme que mejora la visibilidad nocturna, incrementa la seguridad ciudadana y reduce la contaminación lumínica gracias a su óptica direccional. También permiten la integración con sistemas inteligentes, como sensores de movimiento o control remoto, facilitando una gestión más eficiente del alumbrado. Todo esto contribuye a una menor emisión de CO_2 y a un desarrollo urbano más sostenible.

2. Proyección De Ahorro De Energía

Uno de los principales beneficios de la modernización del sistema de Alumbrado público radica en el ahorro de energía que se presenta con la instalación de nuevas tecnologías, en el caso del municipio de Becerril Cesar la proyección alcanza un 45 % ya que se estaría pasando de un consumo sobre los 109.476 Kwhm a unos 43.898 Kwhm lo cual implica la reducción de 65.507 Kwhm.

Gráfica 4. Proyección de ahorro de energía



Fuente: Propia

Como lo muestra la gráfica anterior con la disminución de la carga relacionada la facturación por concepto de alumbrado se reduce en promedio unos 17.849 Kwhm lo que traerá como consecuencia beneficios financieros asociados a la ejecución de proyectos de expansión y mejoramiento del sistema en general.

Tabla 19. Inventario del Alumbrado Público del Municipio de Becerril

INVENTARIO AP BECERRIL - CESAR							
Luminarias	**Potencia**	**Cantidad**	**Pérdidas**	**Carga**	**Kw**	**Kwh**	**Kwhm**
Mercurio	**125**	2	18.75	287.5	0.2875	3.45	103.5
	250	0	37.5	0	0	0	0
	400	0	60	0	0	0	0
Sodio	**70**	645	10.5	51922.5	51.9225	623.07	18692.1
	150	31	22.5	5347.5	5.3475	64.17	1925.1
	250	109	37.5	31337.5	31.3375	376.05	11281.5
	400	4	60	1840	1.84	22.08	662.4
Halógeno	**500**	0	75	0	0	0	0
Incandescente	**100**	0	15	0	0	0	0
Mth	**70**	30	10.5	2415	2.415	28.98	869.4
	400	15	60	6900	6.9	82.8	2484
	1000	0	150	0	0	0	0
Led	**3**	1	0	3	0.003	0.036	1.08
	5	2	0	10	0.01	0.12	3.6

	6.3	1	0	6.3	0.0063	0.0756	2.268
	10	6	0	60	0.06	0.72	21.6
	15	22	0	330	0.33	3.96	118.8
	30	65	0	1950	1.95	23.4	702
	42	476	0	19992	19.992	239.904	7197.12
	48	51	0	2448	2.448	29.376	881.28
	50	274	0	13700	13.7	164.4	4932
	55	210	0	11550	11.55	138.6	4158
	60	83	0	4980	4.98	59.76	1792.8
	70	74	0	5180	5.18	62.16	1864.8
	72	29	0	2088	2.088	25.056	751.68
	90	45	0	4050	4.05	48.6	1458
	100	33	0	3300	3.3	39.6	1188
	150	2	0	300	0.3	3.6	108
	200	4	0	800	0.8	9.6	288
Ahorrador	**15**	0	2.25	0	0	0	0
	25	25	3.75	718.75	0.71875	8.625	258.75
	30	0	4.5	0	0	0	0
	125	0	18.75	0	0	0	0
	150	0	22.5	0	0	0	0
					Carga Total		51,746

Fuente: Administración Municipal de Becerril

Tabla 20. Inventario de la carga del municipio de Becerril

CARGA INVENTARIO AP BECERRIL - CESAR-PROYECTADO							
Luminarias	**Potencia**	**Cantidad**	**Perdidas**	**Carga**	**Kw**	**Kwh**	**Kwhm**
Mercurio	**125**	0	18.75	0	0	0	0
	250	0	37.5	0	0	0	0
	400	0	60	0	0	0	0
Sodio	**70**	0	10.5	0	0	0	0
	150	0	22.5	0	0	0	0
	250	0	37.5	0	0	0	0
	400	0	60	0	0	0	0
Halógeno	**500**	0	75	0	0	0	0
Incandescente	**100**	0	15	0	0	0	0
Mth	**70**	0	10.5	0	0	0	0
	400	0	60	0	0	0	0
	1000	0	150	0	0	0	0
Led	**3**	1	0	3	0.003	0.036	1.08
	5	2	0	10	0.01	0.12	3.6
	6.3	1	0	6.3	0.0063	0.0756	2.268
	10	6	0	60	0.06	0.72	21.6

	15	22	0	330	0.33	3.96	118.8
	30	753	0	22590	22.59	271.08	8132.4
	42	597	0	25074	25.074	300.888	9026.64
	48	82	0	3936	3.936	47.232	1416.96
	50	74	0	3700	3.7	44.4	1332
	55	1	0	55	0.055	0.66	19.8
	60	135	0	8100	8.1	97.2	2916
	70	284	0	19880	19.88	238.56	7156.8
	72	22	0	1584	1.584	19.008	570.24
	90	49	0	4410	4.41	52.92	1587.6
	100	33	0	3300	3.3	39.6	1188
	150	2	0	300	0.3	3.6	108
	200	143	0	28600	28.6	343.2	10296
Ahorrador	**15**	0	2.25	0	0	0	0
	25	0	3.75	0	0	0	0
	30	0	4.5	0	0	0	0
	125	0	18.75	0	0	0	0
	150	0	22.5	0	0	0	0
					Carga Total		**33,898**

Fuente: Administración Municipal de Becerril

3. Características Técnicas Mínimas De La Luminaria A Instalar

Tabla 21. Características Técnicas Mínimas de las Luminarias a Instalar

Tem	Especificación Mínima
Nombre Del Fabricante	
País De Origen	
Certificado De Conformidad De Producto RETILAP De Luminaria	
Marcación De La Luminaria	• Fabricante • Modelos Y Referencia • Mes Y Año De Fabricación • Código Fabricante • Potencia Eléctrica • Tensiones De Conexión • Ip E Ik Conjunto Óptico • Ip E Ik Conjunto Eléctrico • Tipo De Aislamiento • Nombre Del Municipio
Garantía Total Ofrecida Por Luminaria	≥ 10 Años.
Garantía Total Ofrecida Para El Dispositivo De Alimentación Y Control.	≥ 10 Años.
Marca, Modelo Y Datos Del Módulo Led.	
Marca, Modelo Y Datos Del Lente Modulo Led.	
Eficacia De La Luminaria Completa (Lm/W).	≥ 140 (Lm/W)
Temperatura De Color Correlacionada (Cct)	Entre 4000k A 5700k
Índice De Reproducción De Color (Ra)(Cri).	≥ 70
Vida Útil L70 O Superior, De Acuerdo A Ies Lm-80 Y Tm-21 (Led).	≥100.000 H
Grado De Protección Del Conjunto Óptico Y Del Conjunto Led De La Luminaria. -Ip	Ip ≥ 66
22grado De Choque Del Conjunto Óptico Del Cover. - Ik	Ik ≥ 10
Clase De Aislamiento Eléctrico De La Luminaria.	Clase I / Ii
Calibre De Alimentación De La Luminaria.	≤ 14 Awg
Tensión Nominal De Alimentación De La Luminaria En Voltios	120v A 277 V,
Frecuencia (Hz) Nominal De Alimentación De La Luminaria.	60 Hz

Factor De Potencia	≥ 0.9
Distorsión Armónica Total (Thd) De Corriente A Tensión Nominal.	≤ 20%
POTENCIA (W) TOTAL (INCLUYENDO LAS PERDIDAS DEL DRIVER). NOTA. EL PROPONENTE DEBERÁ INDICAR LA EQUIVALENCIA DE SUS POTENCIAS.	
Corriente Máxima De Operación Del Módulo Led	1100ma
Marca, Modelo Y Datos Del Driver.	
Vidrio Difusor	No Debe Contener
El Driver Con Puerto De Entrada Para Operar O Funcionar Como Actuador Con Sistema De Tele Gestión.	Protocolo De Comunicación Mínimo 0-10v.
Temperatura Máxima De Operación Del Dispositivo De Alimentación Y Control Electrónico.	≤ 85°C
Clase De Aislamiento Eléctrico Del Driver	Clase I Y Ii
Protección Contra Altas Temperaturas Criticas En Modulo Led.	Con Protección De Flujo De Corriente Cuando Supera La Temperatura Máxima.
Conexiones Eléctricas Entre Elementos.	Se Poseen Conexiones Directamente On Board.
Extremos De Conductores Internos De Luminaria.	Se Poseen Conexiones Directamente On Board.
Luminaria Protegida Contra Sobre Tensión A Través Del Uso De La Protección Externo. Tipo Protección.	Dps 10ka
Base Para Fotocontrol.	Nema7 (7 Pines) Precableada Al Driver Para Permitir Tele gestión
Software Para Diseños Fotométricos	Dialux 4.13 O Superior
Factor De Mantenimiento Para Diseños Fotométricos	0.9
Peso Total En Kg De La Luminaria.	Entre 3kg Y 6 Kg

Fuente Propia

ANÁLISIS DE COSTOS DEL SISTEMA DE ALUMBRADO DE MUNICIPIO DE BECERRIL

1. Costo De La Inversión Inicial

- ***Costos de las unidades constructivas***

La resolución Creg101 013 2022 estable en sus anexos los detalles de las unidades constructivas propias de los sistemas de Alumbrado Público, la misma contempla tanto la definición de cada unidad, así como también el alcance de los costos asociados a cada actividad.

a. Unidades Constructivas del Sistema de Alumbrado Público

Las UCAP establecidas por la Comisión de Regulación de Energía y Gas contienen los equipos y accesorios necesarios para la prestación del servicio con los niveles de calidad exigidos por el Ministerio de Minas y Energía, cumpliendo con la normatividad vigente en materia de seguridad. Para la clasificación de los activos en las UCAP se tendrá en cuenta tres clases de iluminación:

- *Para vías vehiculares,*
- *Para vías para tráfico peatonal y ciclistas.*
- *Para otras áreas del espacio público.*

b. Metodología para la valoración de las Unidades Constructivas del Sistema de Alumbrado Público

Los principales grupos de Unidades Constructivas del Servicio de Alumbrado Público son:

1. *Luminaria para fuente de descarga de alta intensidad (HID): para fuentes de luz de sodio alta presión (HPS), sodio baja presión (LPS), halogenuro metálico (MH), entre las más comunes.*

   Estas luminarias serán válidas como parte de los grupos de Unidades Constructivas del Servicio de Alumbrado Público hasta que se publiquen las nuevas disposiciones del RETILAP.

2. *Luminaria para fuente de LED: para fuentes de luz conformadas por diodosemisores de luz (LED).*

3. *Bombilla o fuente luminosa de descarga.*

4. *Fotocontrol: para control del encendido y apagado de la luminaria individual o múltiple.*

5. *Punto de conexión red compartida. Lo conforman los siguientes elementos:*

a. *El brazo o soporte para luminarias: para fijación de la luminaria al poste o sobre muro, puede incluir la abrazadera o collarín para la fijación al poste de concreto, la brida o capuchón para acople a poste metálico o la platina para fijación sobre muro.*

b. *Acometida de la luminaria: cable multiconductor (comúnmente denominado encauchetado), normalmente de 2 o 3 hilos para conectar la luminaria a la red ya sea aérea o subterránea*

c. *Conectores para red aérea: para realizar la conexión eléctrica de la acometida de la luminaria a la red aérea.*

6. Transformador: son del tipo distribución, pueden ser instalados en postes, en locales a superficie, en bóvedas subterráneas o del tipo pedestal.

7. Postes de concreto, metálicos, de fibra de vidrio u otros materiales ornamentales y mástiles exclusivos de alumbrado público.

8. Red aérea del SALP: es de uso exclusivo para suministrar la energía a las Luminarias.

9. Red subterránea del SALP: es de uso exclusivo para suministrar la energía a las luminarias. Incluye las cámaras o cajas de inspección y canalizaciones o bancos de ductos para la instalación de empalmes, barrajes y otros accesorios de la red subterránea.

10. Sistemas de telemonitoreo (incluida la telegestión), ciberseguridad e Interoperabilidad.

11. Fuentes de suministro de energía: incluye fuentes convencionales de energía y/o fuentes no convencionales de energía no renovables.

12. Sistema de medición o telemedición de energía: incluye los equipos de medida individual o grupal, su equipo auxiliar y software de lectura local o remota, normalmente instalados en un gabinete ya sea de uso interior o exterior.

La Unidad Constructiva Transformadores incluye los transformadores de tipo poste y pedestal utilizados en los Sistema de Alumbrado Público.

La Unidad Constructiva Postes y Mástiles comprende los postes de concreto, metálicos, ornamentales, de diseño especial, mástiles, de diferentes alturas, utilizados en los sistemas de alumbrado público.

La Unidad constructiva redes, comprende todo tipo de conductores, para redes aéreas y subterráneas, en cobre y aluminio de diferentes calibres, utilizadas en los Sistemas de Alumbrado Público, el conductor aislado.

La Unidad Constructiva Sistemas de Medición, de sistemas de alumbrado público exclusivos, comprende todo tipo de medidores con el correspondiente software de lectura y accesorios para

la interrogación remota de los medidores, utilizados en los sistemas eléctricos para medir el consumo de energía eléctrica.

La Unidad Constructiva Sistemas de telemonitoreo, comprende todo tipo de desarrollos tecnológicos para la medición, monitoreo de su operación, dimerización, protocolos de interoperabilidad y ciberseguridad, telegestión, entre otros, que permita conocer el estado de funcionamiento y principales parámetros de operación de la luminaria de forma remota y la transferencia de los datos.

La Unidad Constructiva Fuentes de suministro de energía, comprende todo tipo de desarrollos tecnológicos para el suministro de energía para el funcionamiento de la luminaria, entre las cuales se pueden encontrar la energía solar y gas combustible. Todos los componentes (equipos y materiales) necesarios para la operación de estos sistemas, deben aportar certificado de conformidad de producto bajo RETIE o RETILAP.

Las UC de alumbrado público definidas en esta resolución se deben constituir de acuerdo con la presente resolución, el RETIE, el RETILAP al igual que todas aquellas disposiciones técnicas que expida sobre la materia el Ministerio de Minas y Energía. El costo total de las UCAP del Servicio de Alumbrado Público se compone de:

1. *Costo del suministro en sitio de instalación.*
2. *Costo de la Obra civil.*
3. *Costo del Montaje.*
4. *Costos de Ingeniería.*
5. *Costo de la administración de la obra.*
6. *Costo de los inspectores de obra.*
7. *Costo de la interventoría de obra*
8. *Costo de las certificaciones Retie y RETILAP de las instalaciones.*
9. *Costos Financieros.*
10. *Costos ambientales de la disposición de residuos.*

De acuerdo con lo establecido por la normativa nacional y luego del análisis del mercado nacional es posible definir los costos de las unidades constructivas para la proyección de la inversión de la siguiente forma:

Tabla 22. Costos de unidades constructivas

Descripción	Costo De Suministro En Sitio	Costo De Montaje	Costo De Ingeniería	Costo De Administración De Obra	Costo Del Inspector De La Obra	Costo De Interventoría De La Obra	Costo De Las Certificaciones RETIE Y RETILAP	Costo Financiero	Total, Costo Unitario Ucap
UCAPS			10%	15%	2%	5%	5%	3%	
Luminaria Led 24-30w	$770,000	$95,000	$77,000	$115,500	$15,400	$34,650	$38,500	$ 23,100	$ 1,169,150
Luminaria Led 30-40w	$ 1,003,000	$ 95,000	$ 100,300	$ 150,450	$ 20,060	$ 45,135	$ 50,150	$ 30,090	$ 1,494,185
Luminaria Led 40-55w	$ 1,130,000	$ 95,000	$ 113,000	$ 169,500	$ 22,600	$ 50,850	$ 56,500	$ 33,900	$ 1,671,350
Luminaria Led 60-70w	$ 1,302,000	$ 95,000	$ 130,200	$ 195,300	$ 26,040	$ 58,590	$ 65,100	$ 39,060	$ 1,911,290
Luminaria Led 125-150w	$ 1,422,000	$ 95,000	$ 142,200	$ 213,300	$ 28,440	$ 63,990	$ 71,100	$ 42,660	$ 2,078,690
Reflector Led 100w	$ 850,000	$ 102,000	$ 85,000	$ 127,500	$ 17,000	$ 38,250	$ 42,500	$ 25,500	$ 1,287,750
Reflector Led 200w	$ 1,050,000	$ 102,000	$ 105,000	$ 157,500	$ 21,000	$ 47,250	$ 52,500	$ 31,500	$ 1,566,750
Reflector Led 300w	$ 1,530,000	$ 102,000	$ 153,000	$ 229,500	$ 30,600	$ 68,850	$ 76,500	$ 45,900	$ 2,236,350
Reflector Led 400 W	$ 2,305,000	$ 102,000	$ 230,500	$ 345,750	$ 46,100	$ 103,725	$ 115,250	$ 69,150	$ 3,317,475
Punto De Conexión 0.5-1.5 Mts	$ 250,000	$ 75,000	$ 25,000	$ 37,500	$ 5,000	$ 11,250	$ 12,500	$ 7,500	$ 423,750
Punto De Conexión 1.5-2.5 Mts	$ 420,000	$ 126,000	$ 42,000	$ 63,000	$ 8,400	$ 18,900	$ 21,000	$ 12,600	$ 711,900
Punto De Conexión 2.5-4 Mts	$ 490,000	$ 147,000	$ 49,000	$ 73,500	$ 9,800	$ 22,050	$ 24,500	$ 14,700	$ 830,550
Foto control Multisesión 277v	$ 62,503	$ 9,375	$ 6,250	$ 9,375	$ 1,250	$ 2,813	$ 3,125	$ 1,875	$ 96,567

Fuente: Propia

Con los costos de las unidades constructivas definidos es posible proyectar el monto de la inversión inicial necesaria para la modernización del sistema, tal y como se presenta a continuación.

Tabla 23. Proyección de costos de la inversión inicial

PROYECCIÓN COSTOS DE LA IVERSION INICIAL			
RANGO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
LUM LED (22W A 29W)	195	$ 1,169,150	$ 227,984,250
LUM LED (30W A 42W)	302	$ 1,494,185	$ 451,243,870
LUM LED (44W A 56W)	175	$ 1,671,350	$ 292,486,250
LUM LED (60W A 75W)	140	$ 1,911,290	$ 267,580,600
REFLECTOR 50-150 W LED	102	$ 1,287,750	$ 131,350,500
REFLECTOR 150-250 W LED	50	$ 1,566,750	$ 78,337,500
REFLECTOR 250- 400 W LED	32	$ 2,236,350	$ 71,563,200
PUNTO DE CONEXIÓN	996	$ 423,750	$ 422,055,000
FOTOCONTROL	996	$ 96,567	$ 96,180,732
	TOTAL, INVERSION		$ 2,038,781,902

Fuente: Propia

2. Costos De Administración Operación Y Mantenimiento

El costo de la administración, operación y mantenimiento del sistema de alumbrado público se calcula mediante lo estipulado en el artículo 35 de la resolución CREG 101-013 del 2022 la cual estipula lo siguiente:

Artículo 35. Costo de la Actividad de la Administración, Operación y Mantenimiento AOM de la infraestructura del Sistema de Alumbrado Público. *La remuneración del costo máximo de la actividad de AOM de la infraestructura propia del Sistema de Alumbrado Público, se determinará así:*

$$CAOM = \sum_{n=1}^{z}[((CRAn * FAOMn) + (CRAL * FAOML) + (CRTAn * FAOMS)) * ID) - VCEEIn]$$

Donde:

- ***CAOM:*** *Costos de administración, operación y mantenimiento de la infraestructura en pesos.*
- ***CRTAn:*** *Costo de reposición a nuevo de todos los activos del Sistema de Alumbrado Público del nivel de tensión n. Incluye el costo de la infraestructura entregada por el municipio y/o distrito y aquel resultado de la expansión, modernización y reposición en pesos correspondientes a la fecha de referencia.*
- ***CRAn:*** *Costo de reposición a nuevo de los activos diferentes a luminarias del Sistema de Alumbrado Público del nivel de tensión n. Incluye el costo de la infraestructura entregada por el municipio y/o*

distrito y aquel resultado de la expansión, modernización y reposición en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

- ***CRAL:*** *Costo de reposición a nuevo de los activos definidos como luminarias del Sistema de Alumbrado Público del nivel de tensión n. Incluye el costo de la infraestructura entregada por el municipio y/o distrito y aquel resultado de la expansión, modernización y reposición en pesos correspondientes a la fecha de referencia.*
- ***FAOMn:*** *Fracción máxima del costo de reposición a nuevo CRAn que reconoce los costos de AOM para activos diferentes a luminarias. Su valor es 0,04.*
- ***FAOML:*** *Fracción máxima del costo de reposición a nuevo CRAL que reconoce los costos de AOM para luminarias. Su valor se determina según la senda que aparece en el parágrafo 3 de este artículo.*
- ***FAOMS:*** *Fracción adicional del costo de reposición a nuevo de CRTAn y de CRAL que reconoce los gastos AOM adicionales por condiciones ambientales de los activos que se encuentran ubicados a menos de 30 km de la orilla del mar. Su valor es 0,005.*
- ***ID:*** *Índice de disponibilidad de las luminarias del Sistema de Alumbrado Público, calculado según el Artículo 28 de la presente resolución. n: Nivel de tensión 1 o 2.*
- ***VCEEIn:*** *Valor en pesos del consumo de energía eléctrica por indisponibilidad de luminarias en el nivel de tensión n. Sólo se consideran aquellas luminarias que están reportadas al SIAP como prendidas cuando deben estar apagadas.*

Parágrafo 1. *El costo de reposición a nuevo de cada activo del Sistema de Alumbrado Público del nivel de tensión n, se obtiene de la suma de los costos de reposición a nuevo de cada una de las UCAP que componen cada activo, en pesos correspondientes a la fecha de referencia.*

Parágrafo 2. *Los municipios o distritos son libres de pactar con los prestadores del servicio de alumbrado público la periodicidad del pago de esta actividad.*

Parágrafo 3: *Los valores de la Fracción máxima del costo de reposición a nuevo que reconoce los gastos de AOM para luminarias, FAOML, se determinan mediante la siguiente senda:*

Ilustración 71. Valores del FAOML para el cálculo de las actividades de AOM

Año	FAOML
2021	0,093
2022	0,097
2023	0,092
2024	0,086
2025	0,080
2026	0,074
2027	0,069
2028 en adelante	**0,063**

Fuente: Resolución CREG

Artículo 42. *Actualización y liquidación de los costos de AOM. Los costos máximos de la Actividad de AOM serán actualizados de acuerdo con la siguiente expresión:*

$$CAOMm = CAOM * \frac{IPP_{m-1}}{IPPo}$$

Donde:

- *CAOM Costo máximo de AOM correspondiente al mes m.*
- *m: Mes para el cual se calcula el costo.*
- *CAOM Costo máximo de AOM calculado según el artículo 35, en pesos correspondientes a la fecha de referencia.*
- *IPPm-1 Índice de Precios al Productor Total Nacional reportado por la autoridad competente correspondiente al mes m-1.*
- *IPPo Índice de Precios al Productor Total Nacional reportado por la autoridad competente correspondiente al mes en el cual se calculó el valor CAOM.*

En consecuencia, el cálculo del valor por concepto de AOM del municipio es el siguiente:

2.1. Cálculo de administración Operación y Mantenimiento Actual

Tabla 24. Cálculo del CAOM del Municipio de Becerril

Cálculo de CAOM Actual	
CRAL: Costo de reposición a nuevo de los activos definidos como luminarias del Sistema de Alumbrado Público	**$ 2,599,951,000**
FAOM: Fracción máxima del costo de reposición a nuevo CRAL que reconoce los costos de AOM para luminarias.	0.08
FAOMS: Fracción adicional de los activos que se encuentran ubicados a menos de 30 km de la orilla del mar. Su valor es 0,005	0.005
ID: Índice de disponibilidad de las luminarias del Sistema de Alumbrado Público,	$ 0.99
VCEEIn: Valor en pesos del consumo de energía eléctrica por indisponibilidad de luminarias	$ -
CRAn: Costo de reposición a nuevo de los activos diferentes a luminarias del Sistema de Alumbrado Público	**$ -**
FAOM: Fracción máxima del costo de reposición a nuevo CRAn para activos diferentes a luminarias. Su valor es 0,04.	0.04
VCEEIn: Valor en pesos del consumo de energía eléctrica por indisponibilidad de luminarias	0

CAOM ANUAL. Costos de administración, operación y mantenimiento de la infraestructura en pesos.	**$ 196,932,279.30**
CAOM MENSUAL	$ 16,411,023
IPP0	1
IPPM-1	1
CAOM AJUSTADO POR IPP	**$ 16,411,023**

Fuente: Resolución CREG

2.2. Cálculo de administración Operación y Mantenimiento Luego de la inversión Inicial

Tabla 25. Cálculo del CAOM incluida la inversión inicial del Municipio de Becerril

Cálculo de CAOM Una vez culminada la inversión inicial	
CRAL: Costo de reposición a nuevo de los activos definidos como luminarias del Sistema de Alumbrado Público	**$ 3,379,507,170**
FAOM: Fracción máxima del costo de reposición a nuevo CRAL que reconoce los costos de AOM para luminarias.	0.08
FAOMS: Fracción adicional de los activos que se encuentran ubicados a menos de 30 km de la orilla del mar. Su valor es 0,005	0.005
ID: Índice de disponibilidad de las luminarias del Sistema de Alumbrado Público,	$ 0.99
VCEEIn: Valor en pesos del consumo de energía eléctrica por indisponibilidad de luminarias	$ -
CRAn: Costo de reposición a nuevo de los activos diferentes a luminarias del Sistema de Alumbrado Público	**$ 518,235,871**
FAOM: Fracción máxima del costo de reposición a nuevo CRAn para activos diferentes a luminarias. Su valor es 0,04.	0.04
VCEEIn: Valor en pesos del consumo de energía eléctrica por indisponibilidad de luminarias	0
CAOM ANUAL. Costos de administración, operación y mantenimiento de la infraestructura en pesos.	**$ 309,084,529.76**
CAOM MENSUAL	$ 25,757,044
IPP0	1
IPPM-1	1
CAOM AJUSTADO POR IPP	**$ 25,757,044**

Fuente: Propia

3. Costo De La Inversión Del Sistema De Alumbrado Público

Artículo 22. Costo de la Inversión del Sistema de Alumbrado Público. Con el fin de remunerar el costo de la Inversión del Sistema de Alumbrado Público se aplicará la siguiente expresión:

$$CINV = \sum_{n=1}^{2} (CAAn * ID)$$

Donde:

- *CINV: Costo de la Inversión del Sistema de Alumbrado Público en pesos correspondientes a la fecha de referencia.*
- *n: Nivel de tensión 1 o 2.*
- *CAAn: Costos anual equivalente de los activos del Sistema de Alumbrado Público del nivel de tensión n en pesos correspondientes a la fecha de referencia.*
- *ID: Índice de disponibilidad de las luminarias del Sistema de Alumbrado Público, calculado de acuerdo con el artículo 30 de la presente Resolución.*

Parágrafo 1. Los municipios o distritos son libres de pactar con los prestadores del servicio de alumbrado público la periodicidad del pago de la remuneración del costo de esta actividad.

Parágrafo 2. El reconocimiento de los costos de la inversión no aplica a la infraestructura de propiedad del municipio o distrito entregada al prestador del Servicio de Alumbrado Público. Para esta infraestructura sólo se reconocen la modernización y reposición.

Artículo 41. Actualización y liquidación de los costos de Inversión. Los costos máximos de Inversión serán actualizados de acuerdo con la siguiente expresión:

$$CINVm = CINV * \frac{IPP_{m-1}}{IPP_o}$$

Donde:

- *CINVm Costo de la Inversión en el mes m.*
- *m: Mes para el cual se calcula el costo.*
- *CINV Costo máximo de la Inversión calculado según el artículo 22 de la presente Resolución en pesos correspondientes a la fecha de referencia.*
- *IPPm-1 Índice de Precios al Productor Total Nacional reportado por la autoridad competente correspondiente al mes m-1. IPPo Índice de Precios al Productor Total Nacional reportado por la autoridad competente correspondiente al mes en el cual se calculó el valor CINV.*

De esta forma se puede calcular el valor del canon por concepto de CINV luego de la inversión proyectada de la siguiente forma:

3.1. Costos de CINV

Tabla 26. Costos de inversión del SAP en el Municipio de Becerril

Costo de la Inversión del Sistema de Alumbrado Público		
CAAEn	**CRIL:** Costo de Reposición a nuevo de la UCAP i para activos de alumbrado público definidos como luminarias. **Ajustado a la eficacia.**	$ 2,138,781,902
	CRI: Costo de Reposición a nuevo de la UCAP i para activos de alumbrado público diferentes a luminarias	$ 0
	R: Tasa de Retorno	12.09%
	VI: Vida útil en años, reconocida para la UCAPi	17.5
	CAAEn: Costo Anual Equivalente de los Activos Eléctricos Nuevos	$ 427,017,546.65
CATn	**CATn:** Costo anual de los terrenos de subestaciones	$ 0.00
CAANEn	**CAAEN:** Costo anual equivalente de todos los activos del Sistema de Alumbrado Público	$ 3,897,743,041
	NE: Fracción del costo anual equivalente de los activos en operación que se reconoce NE es igual a 0,041	$ 0.041
	CAAEn: Costo Anual Equivalente de los Activos Eléctricos Existentes	$ 164,192,810.88
CAAn	**CAAn:** Costo Anual Equivalente de los Activos de SALP	$ 591,210,357.53
ID	**ID:** Índice de Disponibilidad	0.90000
CINV	**CINV:** COSTO MÁXIMO DE LA ACTIVIDAD DE INVERSIÓN ANUAL	$ 532,089,322
CINVm	**CINV:** COSTO MÁXIMO DE LA ACTIVIDAD DE INVERSIÓN MENSUAL	$ 44,340,776.83
IPP0 BASE OFERTA	1.00	1
IPPm-1 MES ANTERIOR A MES LIQUIDACIÓN	1.00	
CINVm	**VALOR PARA PAGAR POR CINV MENSUAL m**	**$ 33.703.624**

Fuente: Propia

3.2. Costos De Interventoría

Según lo establecido por la resolución CREG 101-013-2022 en su **Artículo 37. Costo de la Interventoría del servicio de Alumbrado Público.** De acuerdo con lo establecido en el artículo 10 del Decreto 943 de 2018, que modifica el artículo 2.2.3.6.1.8 del decreto 1073 de 2015, los municipios y distritos deberán tener en cuenta los costos de las interventorías de los contratos para la prestación del servicio de alumbrado público considerando la descripción de las actividades del Capítulo 7 del RETILAP, y aquellos que lo modifiquen, adicionen o sustituyan. Además de lo definido en el Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público específicamente en el TÍTULO 6 – INTERVENTORÍA DE LOS CONTRATOS DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO.

Atendiendo lo establecido en el Decreto 2424 de 2006, compilado en el Decreto 1073 de 2015, el presente título establece los requisitos que debe cumplir la interventoría de los contratos de alumbrado público. Independientemente del tipo de contratación, para el suministro de productos de iluminación, telegestión y otros, así como la prestación de servicios asociados al alumbrado público, la administración, operación y mantenimiento (AOM) y otros, incluso si el municipio realiza estas labores directamente o si delega o contrata a un tercero.

Artículo 4.6.1. Requisitos generales

- *En las interventorías del servicio de alumbrado público se deben cumplir los siguientes requisitos generales: Todos los municipios y distritos deben contratar con una interventoría idónea e independiente para el servicio de alumbrado público, con alcance técnico, operativo y administrativo, siguiendo las disposiciones del presente Reglamento Técnico y las de Ley para su selección.*

- *Con el fin de optimizar los recursos municipales, es posible realizar un contrato de interventoría para el servicio de alumbrado público de varios municipios de una misma región, y sus costos podrán ser distribuidos proporcionalmente a la cantidad de puntos luminosos que tenga la infraestructura de alumbrado público de cada municipio asociado.*

- *El objeto contractual de la interventoría debe ejecutarse de conformidad con las finalidades y los principios de economía, transparencia y responsabilidad, que rigen la función administrativa, consagrados en el Artículo 209 de la Constitución Política y la Ley 1437 de 2011 o sus modificaciones.*

- *El contrato de interventoría del servicio de alumbrado público debe contemplar como mínimo, indicadores de gestión, incluyendo indicadores de seguimiento sobre el cumplimiento de los indicadores de gestión y calidad establecidos para el Operador del servicio de alumbrado público.*

De acuerdo con lo establecido normativamente y a las condiciones técnicas y financieras de la prestación del servicio la interventoría, se calcula los costos asociados de la interventoría se calculó sobre el 7% más IVA.

3.3. Estabilidad Financiera de la Prestación del Servicio

En el marco del proceso de modernización del sistema de alumbrado público del municipio de Becerril, se ha proyectado la actualización de los costos operativos conforme a lo estipulado en la Resolución CREG 101-013 de 2022. Esta normativa establece los parámetros técnicos y económicos para la determinación del canon de Administración, Operación y Mantenimiento (CAOM), lo cual permite una mayor precisión en la estimación de los costos asociados a la prestación del servicio.

Con base en esta actualización y en las proyecciones de inversión previstas, es posible garantizar la sostenibilidad financiera del sistema en el municipio, asegurando una prestación del servicio continua y estable. Este escenario parte de supuestos como el incremento paulatino de los costos operativos,

el cual se ha proyectado en un 3 % anual, en línea con el comportamiento histórico del Índice de Precios al Productor (IPP).

La implementación de tecnologías más eficientes, sumada a la renovación progresiva del parque lumínico y la optimización de las actividades de mantenimiento, permite proyectar un equilibrio entre ingresos y egresos del sistema en el mediano y largo plazo. De esta forma, el modelo financiero desarrollado para Becerril anticipa ajustes tarifarios moderados y sostenibles que garantizan la cobertura de los costos asociados al servicio, sin comprometer la calidad ni la expansión de la infraestructura.

Tabla 27. Relación de ingresos y egresos del sistema de AP

ITEM	TIPO	INICIAL	MODERNIZADO
INGRESOS	REGULADOS	$ 32,588,000	$ 33,579,195
	ESPECIALES	$ 66,357,500	$ 68,375,827
TOTAL		**$ 98,945,500**	**$ 101,955,022**
COSTOS	ENERGIA	$ 39,396,622	$ 27,999,830
	FIDUCIA	$ 2,113,898	$ 2,172,762
	INTERVENTORIA	$ 8,242,160	$ 8,492,853
	COSTOS FINANCIEROS	$ 25,367	$ 26,138
	ALUMBRADO NAVIDEÑO	$ -	
TOTAL		**$ 49,778,047**	**$ 38,691,584**
PAGOS	COSTO ACTIVIDAD DE ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (CAOM)	$ 16,411,023	$ 25,757,044
	COSTO ACTIVIDAD DE INVERSION (CINV)	$ -	$ 33,703,624
TOTAL		**$ 16,411,023**	**$ 59,460,668**
	TOTAL, COSTO	$ 66,189,070	$ 98,152,252
	FLUJO DE CAJA	**$ 32,756,430**	**$ 3,802,770**

Con base en los datos suministrados, se puede observar una mejora significativa en la estructura del sistema financiero del alumbrado público del municipio de Becerril, derivada de la ejecución del proyecto de modernización. Este análisis compara la situación inicial con la situación post-modernización.

- Ingresos Totales: El crecimiento de los ingresos es leve, y está en línea con ajustes proyectados por IPP y mayores capacidades del sistema modernizado para atender demanda y cobertura.
  - Inicial: $98.945.500
  - Modernizado: $101.955.022
  - Variación: +$3.009.522 (+3,04 %)

- Costos Directos del Servicio: El principal impacto positivo se da en el rubro de energía, que disminuye en más de $18 millones, lo que representa una reducción de más del 37 %. Esto refleja la eficiencia energética lograda con la instalación de nuevas luminarias LED.

- Inicial: $49,778,047
- Modernizado: $38,691,584

➢ Pagos por Actividades (CAOM y CINV): Aunque se reducen los costos operativos, los pagos asociados al CAOM se incrementan debido al mayor valor de la infraestructura modernizada. Además, se incorpora el costo por actividad de inversión (CINV) por más de $33,7 millones, correspondiente a la financiación de la modernización.
- Inicial: $16.411.023
- Modernizado: $59.460.668
- Variación: +$43.049.645 (+262 %)

➢ Total, de Costos: El aumento se justifica por la incorporación de las inversiones realizadas y la mejora en la calidad del servicio, así como en el valor del parque de luminarias.
- Inicial: $66,189,070
- Modernizado: $101.152.252

➢ Flujo de Caja Disponible
- Inicial: $32,756,430
- Modernizado: $3,802,770

A pesar de que el sistema modernizado es más eficiente energéticamente, el mayor peso de las actividades de inversión y operación ajustadas reduce drásticamente el flujo de caja disponible. Sin embargo, este resultado es coherente en fases iniciales de amortización del proyecto, y se espera que mejore a mediano plazo con la estabilización de pagos e ingresos.

La modernización del sistema de alumbrado público en Becerril, aunque representa un aumento sustancial en los pagos por CAOM y CINV, genera una notable eficiencia energética que se traduce en una disminución importante de los costos de energía. La inversión inicial impacta temporalmente el flujo de caja, pero se considera una medida financieramente viable y técnicamente sostenible en el transcurso de los 17 año de vida útil que refiere el Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público, siempre que se mantenga el crecimiento proyectado y se optimicen los recursos

ANALISIS DE ESQUEMAS JURIDICOS PARA LA MODERNIZACIÓN, EXPANSIÓN Y PRESTACIÓN INTEGRAL DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO

El presente capítulo relaciona los principales esquemas que se tienen para que el Municipio adelante la Modernización y expansión del Sistema de Alumbrado Público, en términos de eficiencia técnica y económica.

1. Contrato de suministro

Una de las modalidades de las que podría hacer uso la entidad corresponde a un contrato de suministro mediante el cual acuerde la entrega periódica de los bienes necesarios para realizar la

modernización del sistema de alumbrado público del Distrito. Las demás labores asociadas a la modernización, como la instalación y puesta en funcionamiento de las luminarias respectivas, podría ser realizada de manera directa por parte de la entidad. Explicaremos en qué consiste el contrato de suministro, el alcance de las obligaciones de las partes, la distribución de riesgos contractuales y una descripción general de las ventajas y desventajas del uso de este esquema.

De conformidad, con lo previsto en el artículo 968 del Código de Comercio, el Contrato de Suministro se define como aquel mediante "el cual una parte se obliga, a cambio de una contraprestación, a cumplir en favor de otra, en forma independiente, prestaciones periódicas o continuadas de cosas o servicios." En este contrato de tracto sucesivo, se deben cumplir, por una de las partes, las prestaciones periódicas, consistentes en la entrega de bienes o servicios, y, de otro lado, la contraparte asumirá la obligación del pago de contraprestaciones periódicas. Dentro del contrato de suministro, las partes se conocen como Proveedor, a quien se obligar a cumplir la entrega de bienes o servicios de manera periódica y Suministrado a favor de quien se ejecuta el suministro.

En este sentido, el contrato de suministro es un contrato de ejecución periódica, contrario al contrato de compraventa que es de ejecución instantánea. Por este motivo, para hablar de un contrato de suministro necesariamente debemos referirnos a que las prestaciones objeto del contrato no se agotarán en una única oportunidad, sino corresponde a prestaciones múltiple dentro de un lapso.

El contrato de suministro, por lo tanto, implica el cumplimiento de prestaciones recíprocas de parte de los contratantes. De un lado, el proveedor se obligará a una prestación principal consistente en la entrega de una cosa o en la prestación de un servicio por el término que se establezca el contrato de suministro y dentro de las condiciones y términos que acuerden las partes. Por su parte, el suministrado adquirirá la obligación principal de realizar el pago de la contraprestación dentro de los términos y plazos que se establezcan en el contrato.

En este mismo sentido, el Honorable Consejo de Estado ha explicado acerca del contrato de suministro, mediante Sentencia del 29 de enero del año 2014, que:

> *"A su turno la doctrina nacional, en materia comercial, se ha ocupado de profundizar sobre los elementos característicos del contrato de suministro, así: "el proveedor se obliga a suministrar la cantidad determinada convenida, en los límites y máximos pertinentes, con la oportunidad periódica y de manera continua como se ha convenido o lo indica la costumbre del lugar; la de darle cumplimiento a las reglas de orden público, (v.gr. la de suministro de cosas controladas, de precios, forma de servicios, etc.); y la de pagar la indemnización de los perjuicios en caso de incumplimiento. En tanto que las obligaciones del suministrado son las de recibir las cosas o servicios suministrados, las de pagar el precio en la forma correspondiente (que tratándose de suministro periódico, debe ser en el acto, salvo acuerdo en contrario; y el suministro continuo en la forma convenida, o en su defecto, como lo indique la costumbre)." (Subrayado es nuestro). (…)*
>
> *Con apoyo tanto en las disposiciones normativas reseñadas como en los conceptos doctrinales a los que se ha aludido, se impone concluir que resulta de la esencia del contrato de suministro la entrega de determinada cantidad de cosas que, en los términos del Estatuto Mercantil, bien pueden*

ser muebles o inmuebles, o incluso puede tener cabida el suministro de servicios, dación que necesariamente debe efectuarse en forma sucesiva o diferida, pues es su ejecución en un tiempo prolongado, que no instantáneo, lo que constituye la gran diferencia con su análogo de la compraventa o del contrato de prestación de servicios según corresponda, todo lo cual se efectúa a cambio de un precio.

La celebración de este tipo de contratos se justifica en la necesidad de agrupar en un solo vínculo negocial prestaciones que podrían fácilmente corresponder a varios contratos individuales, autónomos e independientes, pero que por razones prácticas en cuanto a la celeridad, economía y unificación del vínculo e incluso por motivos de índole presupuestal, se impone cobijarlos bajo una sola y única relación contractual". (Subrayas nuestras).

Aunque, el contrato de suministro es un contrato distinto a la compraventa, presenta importantes similitudes cuando la prestación del proveedor consiste en la entrega periódica de bienes. Así las cosas, en atención a lo dispuesto en el artículo 980 del Código de Comercio, se aplicarán en este contrato las disposiciones que sean compatibles con la regulación del contrato de suministro y que regulen los contratos a los que correspondan las prestaciones aisladamente consideradas. Por este motivo, resulta claro, que, de no existir regulación, resultaría aplicable las disposiciones que regulen la compraventa mercantil, en el caso de que el suministro atienda a la entrega periódica de bienes.

De esta manera, cuando el contrato de suministro consista en la entrega periódica de bienes, implicará el surgimiento de obligaciones adicionales a cargo de las partes: el proveedor deberá responder por los vicios ocultos que puedan surgir de las cosas respecto de los bienes objeto del negocio, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 934 del Código de Comercio. De igual manera, a cargo del distribuido, surge la obligación accesoria de recibir los bienes objeto del contrato, en atención a lo dispuesto en el artículo 943 del Código de Comercio.

Ante un incumplimiento del contrato de suministro surge la responsabilidad de cualquiera de las partes que lo haya causado con la necesidad de reparar el daño ocasionado a la otra, de conformidad con las reglas generales de responsabilidad civil contractual. En particular, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 1604 del Código Civil que establece el principio general de responsabilidad civil contractual, al igual que el artículo 973 del Código de comercio que dispone lo referente al incumplimiento del contrato de suministro.

Frente a la existencia de un caso fortuito o fuerza mayor que implique la perdida de la cosa, toda vez, que el contrato de suministro con regularidad recae sobre bienes de género, los efectos de la perdida de la cosa recaerán sobre el proveedor. En caso de que la prestación consista en la entrega periódica de bienes de "cuerpo cierto", de conformidad con lo previsto en el artículo 929 del Código de Comercio, el riesgo en principio recaerá sobre el Proveedor, salvo que el comprador se constituya en mora de recibir.

En atención a la necesidad de la entidad de modernizar el sistema de alumbrado público, la tipología de un único contrato de suministro puede resultar útil. En este sentido, por medio del contrato de suministro se puede acordar la entrega periódica de bienes y servicios que pueden consistir en equipos

necesarios para la iluminación de diferentes espacios públicos, bajo las condiciones técnicas que para el efecto determine la entidad contratante. De igual manera, toda vez que, la entrega de los bienes usualmente se realiza de manera periódica con el fin de que sean instalados escalonadamente, el contrato de suministro resulta ser una modalidad contractual efectiva.

Este esquema, en el que solo se celebre un (1) contrato de suministro podría disminuir de manera importante los costos asociados con la instalación y puesta en marcha de los equipos, siendo esta una importante ventaja para la entidad. Lo anterior, en todo caso, exige que la entidad contratante cuente con el personal suficiente y capacitado para realizar de manera adecuada la instalación de los equipos objeto del suministro acorde con las fechas de entrega que para el efecto se definan en el contrato.

El esquema de un contrato de suministro también tiene una distribución de riesgos beneficiosa para la entidad, toda vez, que atendiendo a la naturaleza fungible que tendrían las luminarias o equipos objeto del contrato, la perdida de los bienes de manera previa a su entrega es un riesgo que no asume la entidad, sino el contratista. Como se ha indicado la pérdida de un bien de género, es un riesgo que asume el proveedor, de conformidad con lo dispuesto en el artículo.

El aumento en los precios de los bienes también puede ser un riesgo que asuma el contratista, salvo que el mismo, salga del alea normal y pueda constituir un desequilibrio financiero del contrato. En este caso, en cumplimiento del deber de restablecer la ecuación económica del contrato contenido en el artículo 5 y artículo 27 de la Ley 80 de 1993. La jurisprudencia al respecto ha reconocido la fluctuación de precios como una hipótesis, que pueda implicar el desequilibrio financiero[5].

A pesar de la merma en los riesgos del contrato de suministro, ya que la entidad realiza de manera directa la instalación de los equipos, asume todos los riesgos asociados con la indebida manipulación, manejo, transporte o instalación de los equipos objeto del suministro, desde su recepción, lo anterior, toda vez, que la prestación del proveedor reside simplemente en la entrega a conformidad de los equipos, más no exige labores asociadas con su instalación.

En todo caso, este esquema implicará que la entidad cuente con la capacidad operativa para verificar la idoneidad de los bienes que va a instalar, al igual que la gestión asociada con la exigencia de las garantías sobre los bienes adquiridos, si los mismos carecen de la calidad suficiente, de manera previa a instalarlos. Lo anterior en cumplimiento de su obligación de verificación del cumplimiento del contrato.

Esta labor la puede hacer mediante la supervisión por parte de funcionarios o contratistas, acorde a lo dispuesto en el artículo 83 de la Ley 1474 de 2011, que dispone que las entidades públicas “están obligadas a vigilar permanentemente la correcta ejecución del objeto contratado a través de un supervisor o un interventor, según corresponda.” Así mismo, en cumplimiento del primer parágrafo de esa misma disposición, si el contrato de suministro supera el valor de la menor cuantía, con

[5] Consejo de Estado Sección Tercera, Sentencia 73001233100020110006001 (44715), Sept. 19/19.

independencia de la modalidad de contratación deberá evaluarse si el contrato requiere o no interventoría.

En consecuencia, la entidad deberá evaluar si cuenta con la capacidad técnica y operativa para realizar la adecuada supervisión a la ejecución contractual o si el objeto y extensión del contrato justifican la necesidad de contar con una interventoría, a efectos de hacer el adecuado seguimiento a la ejecución del contrato, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 83 de la Ley 1474 de 2011.

De otro lado, la entidad debe tener presente que atendiendo a que asumirá el proceso de instalación y puesta en marcha de los equipos que recibirá, debe contar con un espacio suficiente para poder cumplir adecuadamente la obligación de recibir, que surge del contrato de suministro, con la anotación, que el incumplimiento de esta obligación puede conllevar responsabilidad civil de la entidad contratante, así como retrasos en el cumplimiento de la obligación no imputables al contratista.

2. Contrato de suministro con prestaciones adicionales de instalación y puesta en funcionamiento

En primer lugar, se debe anota que algunas de las consideraciones que hicimos respecto del contrato de suministro sirven de sustento respecto de la modalidad contractual que se enunciará a continuación, en particular, las referentes a la ejecución de las prestaciones propias del suministro. Como se ha indicado el contrato de suministro es una modalidad que implica la prestación periódica de cosas o servicios a favor de una de las partes, a cambio de una contraprestación. En este sentido, dicha modalidad contractual resulta ser útil para la adquisición del conjunto de bienes necesarios para la modernización del sistema de alumbrado.

No obstante, en procura de que el contratista no solamente asuma la obligación de entregar los bienes a la entidad contratante, podría celebrarse un contrato de suministro que incluya prestaciones adicionales de instalación y puesta en marcha de los equipos técnicos necesarios para la modernización del sistema de alumbrado público. Así las cosas, a la prestación principal de hacer entrega de los bienes requeridos de manera periódica se le agregan prestaciones adicionales consistentes en la debida instalación de los equipos, al igual que la puesta en funcionamiento de estos. De esta manera, la entidad contratante tendrá como obligaciones derivadas del contrato, recibir los bienes instalados y en funcionamiento por parte del contratista- proveedor.

Lo anterior, resulta posible en ejercicio de la autonomía contractual de la que gozan las entidades públicas y de conformidad con lo dispuesto en el artículo 40 de la Ley 80 de 1993, según el cual las entidades podrán adicionar clausulas adicionales a los contratos que suscriban, con miras a satisfacer de la mejor manera las necesidades públicas.

Dentro de un esquema, en que el contratista sea quien ejecute labores de instalación y puesta en funcionamiento de los equipos, surge la obligación a cargo de la entidad contratante de poner a disposición los espacios físicos donde se van a realizar las labores de instalación y puesta en funcionamiento de los equipos, lo anterior, implicará tramitar el conjunto de permisos necesarios para que el contratista pueda comenzar a ejecutar todas las obligaciones consignadas en el contrato.

En este mismo sentido, el Consejo de Estado, ha indicado respecto de los contratos de suministro, que los mismos con regularidad, incluyen prestaciones adicionales, sin que eso desatienda la unidad del contrato del que se trata[6]:

- En la práctica se encuentran contratos para el suministro de equipos que involucran prestaciones adicionales relacionadas con su instalación, servicios de mantenimiento, y de capacitación tendientes a la entrega para la puesta en funcionamiento por parte de la entidad estatal.
- En el caso citado, no existe un contrato de compraventa o suministro de bienes muebles, un contrato de obra y un contrato de prestación de servicios. Se trata de un solo contrato con una prestación principal y unas accesorias relacionadas directamente con el primero.

Respecto de la distribución de riesgos contractuales, toda vez, que el suministro consiste en bienes de género, el riesgo recae en el proveedor, lo anterior, como lo explicamos en el desarrollo del esquema contractual de suministro simple, sustentado en lo dispuesto en el artículo 1567, que establece que la perdida de los bienes de genero no extingue la obligación. Al respecto, resulta relevante, plantear, lo que la doctrina ha conocido como el principio del genus non perit, extraído del Derecho Romano y sobre el que se cimenta, la prenotada disposición del código civil.

En el evento de obligaciones de género: siendo estas obligaciones aquellas en virtud de las cuales "se debe indeterminadamente un individuo de una clase o género determinado" (art. 1565), el riesgo debe pesar sobre el vendedor no solo por la indeterminación, sino porque se encuentran íntegramente en el patrimonio del vendedor, no han sido siquiera destinadas al del comprador, al punto que el acreedor no puede oponerse a que el deudor las enajene o destruya mientras subsistan otras para el cumplimiento de lo que debe (art. 1567), lo que además se encuentra en consonancia con la regla conforme a la cual genus non perit, por lo que el periculum emptoris no puede predicarse respecto de los bienes de género.[7]

Adicionalmente, dado que las prestaciones que el Contratista deberá ejecutar no se agotan solamente con la entrega de los bienes, sino que comprenden también la instalación y puesta en marcha de estos, los riesgos de pérdida o malfuncionamiento de los equipos igualmente recaen sobre el contratista proveedor, quien para satisfacer la prestación deberá entregar de manera funcional los equipos objeto del contrato y garantizar su correcto funcionamiento.

Esta modalidad contractual releva a la entidad contratante de realizar directamente la instalación y puesta en marcha de los equipos, labor que cabrá dentro de la prestación a cargo del contratista. Estas nuevas obligaciones a cargo del contratista, en primer lugar, libera a la entidad de la realización de manera directa de las labores asociadas con la instalación de los equipos y luminarias adquiridas, concentrando en cabeza del Contratista el deber de garantizar que los bienes suministrados cumplan

[6] Concepto 2386 de 2018 Consejo de Estado - Sala de Consulta y Servicio Civil. 5 de septiembre de 2018. C.P. Edgar González López.

[7] NEME VILLAREAL, Martha Lucía. "Los principios generales del derecho y el problema de los riesgos por pérdida de la cosa debida" En: Revista de Derecho Privado, No. 15. 2008 – Pp. 59 - 108

con las calidades requeridas por la Entidad Contratante, y que estos se hayan instalado de manera adecuada para su funcionamiento.

En efecto, toda vez, que las obligaciones en este caso, contiene prestaciones de instalar y poner en funcionamiento, la realización de pagos al Contratista solo podría entenderse causado contra la ejecución parcial o plena de las prestaciones asumidas por este, implicando ello que la Entidad podría pactar la forma de pago al Contratista, sometiéndola a la entrega de las luminarias instaladas y funcionales.

Esto, de conformidad con el artículo 1627 del Código Civil, norma que dispone que, "El pago se hará bajo todos respectos en conformidad al tenor de la obligación; sin perjuicio de lo que en los casos especiales dispongan las leyes. El acreedor no podrá ser obligado a recibir otra cosa que lo que se le deba, ni aún a pretexto de ser de igual o mayor valor la ofrecida."

Respecto de la obligación de garantizar la calidad de los bienes, objeto del contrato, se debe tener en cuenta, lo dispuesto en el numeral 4 del artículo 5 de la Ley 80 de 1993, que señala la obligación en cabeza del contratista de garantizar "la calidad de los bienes y servicios contratados y responderán por ello".

De igual manera, esta modalidad contractual pone en cabeza del contratista la asunción de importantes riesgos contractuales asociados con la pérdida de los bienes de manera previa a la entrega, toda vez, que para entender satisfecha la obligación el contratista deberá hacer entrega de los bienes suministrados, instalados y puestos en funcionamiento. Lo anterior también implica que el contratista asumirá todos los riesgos asociados con el manejo, instalación, transporte, entre otros que pueda tener lugar en el proceso de instalación de los equipos objeto del contrato. Todo esto, en atención a que el cumplimiento del objeto del contrato implica entregar los bienes funcionales, por lo que de conformidad con el artículo 1627 del Código Civil, el pago solo estará completo en cuanto lo realizado por el deudor, se ajuste a la obligación adquirida.

En este caso, dado que la prestación implica tanto la entrega como la instalación, en principio, la entidad no requerirá ningún espacio para recibir los bienes objeto del contrato, sino que deberán ser instalados directamente por el contratista en los espacios públicos en que se pretenda llevar a cabo la modernización del Sistema de Alumbrado Público.

En todo caso, el suministro con prestaciones adicionales de instalación y puesta en funcionamiento de los equipos podría implicar un aumento en el valor del contrato. Así mismo, toda vez, que la prestación corresponde no solo al suministro, sino a la instalación y puesta en marcha de los equipos, la entidad deberá contar con personal suficiente y capacitado para verificar el cumplimiento de la prestación, en cuanto el contratista entrega los equipos instalados y funcionales, lo anterior implica que se pueda verificar no solo la calidad de los bienes instalados, sino el adecuado funcionamiento de estos dentro del Sistema de Alumbrado Público.

Esto, tomando en cuenta la obligación a cargo de la Entidad, consistente en verificar el cumplimiento del contrato. Esta labor la puede llevar a cabo mediante la supervisión por parte de funcionarios o

contratistas, acorde a lo dispuesto en el artículo 83 de la Ley 1474 de 2011, que dispone que las entidades públicas "están obligadas a vigilar permanentemente la correcta ejecución del objeto contratado a través de un supervisor o un interventor, según corresponda."

Así mismo, en cumplimiento del primer parágrafo de esa misma disposición, si el contrato de suministro supera el valor de la menor cuantía, con independencia de la modalidad de contratación deberá evaluarse si el contrato requiere o no interventoría. La entidad deberá evaluar si cuenta con la capacidad técnica y operativa para realizar la adecuada supervisión a la ejecución contractual o si el objeto y extensión del contrato justifican la necesidad de contar con una interventoría, a efectos de hacer el adecuado seguimiento a la ejecución del contrato, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 83 de la Ley 1474 de 2011.

3. Contrato de suministro y contrato de obra para la instalación y puesta en funcionamiento de los equipos

Otro posible esquema contractual con el cual la Entidad podría obtener la modernización del Sistema de Alumbrado Público corresponde a celebrar dos (2) contratos diversos. El primero correspondería a un contrato de suministro mediante el cual adquiera los bienes necesarios para la modernización del sistema de Alumbrado Público del Distrito y un segundo contrato de obra mediante el cual contrate la realización de las labores de instalación y puesta en funcionamiento de los equipos adquiridos en los espacios públicos de los proyectos.

De conformidad, con lo previsto en el artículo 32 de la Ley 80 de 1993, el contrato de obra es aquél cuyo objeto es la construcción, mantenimiento, instalación y, en general, la realización de cualquier otro trabajo material sobre bienes inmuebles, cualquiera que sea la modalidad de ejecución y pago. En este sentido, es importante anotar que dentro de la esencia de este contrato se encuentra que los trabajos materiales recaigan sobre un bien inmueble, por lo cual se excluye de esta definición cuando recaiga sobre un bien mueble.

En este sentido, a pesar de que el mobiliario físico que se instalaría para la adecuada modernización del Sistema de Alumbrado Público -SALP – corresponde en esencia a bienes muebles, como lo son las luminarias, los mismos dentro del contrato de obra se tornarían en la materia prima, para la obra, que recaería sobre los bienes inmuebles de uso público, como lo son las calles, plazas o demás lugares, donde se busca instalar los bienes adquiridos mediante el contrato de suministro. En este sentido, toda vez, que la obra recae sobre infraestructura pública para la prestación del servicio de Alumbrado Público, podría hacerse uso del contrato de obra.

Así las cosas, los equipos y luminarias, se tornarían en bienes inmuebles por adhesión, de conformidad con el artículo 654 del Código Civil, luego de que se realicen las labores de instalación y puesta en funcionamiento de estos, para la iluminación de los espacios públicos. Así esta disposición, establece que: "Se reputan inmuebles, aunque por su naturaleza no lo sean, las cosas que están permanentemente destinadas al uso, cultivo y beneficio de un inmueble, sin embargo, de que puedan separarse sin detrimento. Tales son, por ejemplo: Las losas de un pavimento. Los tubos de las cañerías. (…)"

Para el efecto, el concepto de modernización del Sistema de Alumbrado Público tiene una importancia medular en calificar un contrato mediante el cual se interviene la infraestructura del Sistema de alumbrado público como de obra. En efecto de conformidad, con lo descrito la labor de modernización, implica el cambio tecnológico de algunos de los componentes del Sistema de Alumbrado Público por otro más eficientes, de conformidad con lo descrito en el artículo 2 de la Resolución CREG 101 013 de 2022. En últimas, implica la modificación de los bienes por destinación que ya son parte del Sistema de Alumbrado público por otros nuevos más eficientes.

Ahora, toda vez, que el esquema que se plantea en este acápite envuelve la existencia de dos (2) contratos diversos, lo anterior implicará que existirán obligaciones diversas para cada uno de los contratistas. En primer lugar, respecto del contrato del suministro resultan aplicables las consideraciones que se abordaron en los acápites anteriores, en particular sobre el contenido de la prestación y la asunción del riesgo por parte del proveedor cuando el bien objeto del contrato es de género.

Respecto del contrato de obra, en primer lugar, se debe indicar que la prestación consistiría en la instalación y puesta en funcionamiento de los equipos que la entidad le entregue al contratista para el cumplimiento de la labor. En este esquema contractual surge una obligación para la entidad contratante consistente en la entrega de los equipos con los que se pretenden la modernización del sistema de alumbrado público.

Dentro de este esquema, existirían riesgos contractuales asociados con que el incumplimiento del contrato de suministro por parte del proveedor impediría la ejecución del contrato de obra y conllevaría a un incumplimiento por parte de la entidad estatal del contrato de obra. Este eventual incumplimiento podría implicar la responsabilidad de la entidad contratante, al igual que conllevar sobrecostos por las demoras causadas al contratante de la obra.

De otro lado, se debe tener presente que, dado que la entidad es la que entrega los materiales para la obra, resultará aplicable la regla dispuesta en el artículo 2057 del Código Civil, por lo tanto, los riesgos asociados con la perdida de los bienes objeto del contrato, aun en tenencia del contratista, recaería en la entidad, salvo que medie culpa del contratista. Así lo establece el Código Civil, en los siguientes términos: Por consiguiente, la pérdida de la materia suministrada por el que ordenó la obra pertenece a éste; y no es responsable el artífice sino cuando la materia perece por su culpa o por culpa de las personas que le sirven.

Así mismo, si alguno de los equipos que fueron entregados para la realización de la obra, presenta fallas o se daña completamente, el riesgo en el contrato de obra, también lo asumirá la entidad, quien deberá solicitar la correspondiente garantía al proveedor – contratista. Así el numeral tercero del artículo 2057 estipula: “Si la cosa perece por vicio de la materia suministrada por el que encargó la obra, salvo que el vicio sea de aquéllos que el artífice, por su oficio, hayan debido conocer; o que, conociéndolo, no haya dado aviso oportuno”

En consecuencia, la existencia de diversos contratos podría aumentar el riesgo contractual no solo asociado al incumplimiento por retardo, sino que a la par, por el cumplimiento defectuoso de la obligación. En efecto, toda vez, que la entidad contratante se obliga con el contratista de la obra a la entrega de los materiales adecuados para el cumplimiento de la labor, un cumplimiento defectuoso de la obligación por parte del contratista- proveedor, que además no sea advertido por la supervisión o interventoría del contrato, podrá implicar que la entidad incumpla con la obligación de entregar los bienes al contratista que se encargará de ejecutar la obra.

Lo anterior conllevaría a que, si el contratista proveedor cumpliera la obligación de manera defectuosa, el contratista que realiza la obra podría ejecutar su obligación, toda vez, que no le ha sido entregado por parte de la entidad los bienes necesarios para el cumplimiento del contrato de obra. Resulta importante anotar que, toda vez, que el esquema que se plantea exige que haya dos (2) contratos diversos, la entidad contratante deberá contar con el personal para la adecuada verificación del cumplimiento de las prestaciones de ambos contratos. Lo anterior en cumplimiento de su obligación de verificación del cumplimiento del contrato.

Esta labor la puede hacer mediante la supervisión por parte de funcionarios o contratistas, acorde a lo dispuesto en el artículo 83 de la Ley 1474 de 2011, que dispone que las entidades públicas “están obligadas a vigilar permanentemente la correcta ejecución del objeto contratado a través de un supervisor o un interventor, según corresponda.” Así mismo, en cumplimiento del primer parágrafo de esa misma disposición, si el contrato de suministro supera el valor de la menor cuantía, con independencia de la modalidad de contratación deberá evaluarse si el contrato requiere o no interventoría en los estudios previos.

En todo caso, la entidad deberá evaluar si cuenta con la capacidad técnica y operativa para realizar la adecuada supervisión a la ejecución contractual o si el objeto y extensión del contrato justifican la necesidad de contar con una interventoría, a efectos de hacer el adecuado seguimiento a la ejecución del contrato, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 83 de la Ley 1474 de 2011.

Un asunto que resulta relevante consiste en que al incluir dentro del esquema la realización de un contrato de obra, el mismo debe respetar lo dispuesto en el numeral 1 del artículo 32 de la Ley 80 de 1993, en este sentido, si el contrato de obra fue celebrado, precedido de una licitación pública el mismo, indefectiblemente deberá contar con una interventoría.

De otro lado, la entidad debe tener presente que atendiendo a que asumirá parte del proceso de instalación y puesta en marcha de los equipos que recibirá, debe contar con un espacio suficiente para poder cumplir adecuadamente la obligación de recibir, que surge del contrato de suministro, con la anotación, que el incumplimiento de esta obligación, puede conllevar responsabilidad civil de la entidad contratante, así como retrasos en el cumplimiento de la obligación no imputables al contratista.

4. Contrato de concesión del servicio de alumbrado público

El Contrato de Concesión contemplado en el numeral cuarto (4°) del artículo 32 de la Ley 80 del año 1993 como un mecanismo por medio del cual se transfiere de manera temporal a un particular la

administración, operación, gestión y/o explotación de una obra pública o un servicio público, se estima como un instrumento viable para la prestación del servicio de Alumbrado Público, no solo porque este es el mecanismo que por antonomasia traslada a los particulares este tipo de funciones, sino también por las características que definen a este mecanismo, las cuales lo hacen beneficioso para la Entidad Estatal.

En efecto, sea lo primero recordar que el artículo 32 de la Ley 80 del año 1993 define a la concesión como aquel contrato por medio del cual, una Entidad Estatal le otorga a un Concesionario la prestación, operación, explotación, organización o gestión, total o parcial de un servicio público, así como la construcción, explotación o conservación total o parcial, de una obra o bien destinados al servicio o uso público, trasladando también a este la realización de todas aquellas actividades necesarias para la prestación adecuada del servicio público.

Así se desprende de la lectura del mencionado artículo, cuyo tenor literal dicta lo siguiente:

> *Son contratos de concesión los que celebran las entidades estatales con el objeto de otorgar a una persona llamada concesionario la prestación, operación, explotación, organización o gestión, total o parcial, de un servicio público, o la construcción, explotación o conservación total o parcial, de una obra o bien destinados al servicio o uso público, así como todas aquellas actividades necesarias para la adecuada prestación o funcionamiento de la obra o servicio por cuenta y riesgo del concesionario y bajo la vigilancia y control de la entidad concedente, a cambio de una remuneración que puede consistir en derechos, tarifas, tasas, valorización, o en la participación que se le otorgue en la explotación del bien, o en una suma periódica, única o porcentual y, en general, en cualquier otra modalidad de contraprestación que las partes acuerden.*

Por supuesto, el Concesionario debe ser remunerado por la realización del cumulo de actividades a las cuales se compromete en favor de la Entidad Estatal y en el marco de la prestación del servicio público, para lo cual se le pueden otorgar tarifas, tasas, una participación en la explotación del bien o servicio, e inclusive el pago de sumas de dinero directamente por parte de la Entidad Estatal, ya sean estas de manera periódica, única, porcentual, entre otras modalidades de remuneración.

Con esto, una primera característica que vale la pena resaltar, es que el Concesionario asume la carga y riesgo de gestionar y prestar el servicio público que le es encomendado, para lo cual, sustituye la posición que inicialmente tendría la Entidad Estatal como responsable del servicio, mientras que la Entidad conserva a su cargo el deber ya no de prestar el servicio, sino de ejercer una adecuada vigilancia y seguimiento a la prestación de este, lo cual puede hacer mediante diversas alternativas o modalidades.

Ciertamente, esto ha sido destacado por el Honorable Consejo de Estado, quien al definir las características de los Contrato de Concesión que tienen por objeto la prestación de servicios públicos lo hace bajo una óptica de integralidad, considerando que es el Concesionario quien asume todas las actividades para la prestación continua y eficiente del servicio. Particularmente, el Consejo de Estado ha indicado que son características de estos contratos, las siguientes:

"i) su celebración por parte de una entidad estatal, que actúa con carácter de concedente y por una persona natural o jurídica que toma el nombre de concesionario, ii) es el concesionario quien asume la gestión y riesgo de un servicio que corresponde al Estado sustituyendo a éste en el cumplimiento de dicha carga, iii) la entidad estatal mantiene durante la ejecución del contrato la inspección, vigilancia y control de la labor a ejecutar por parte del concesionario, iv) el concesionario recibe una remuneración o contraprestación, la cual se pacta, de diversas maneras (tasas, tarifas, derechos, participación en la explotación del bien, entre otros)"[8]. (Énfasis propio)

Es decir, que el Contrato de Concesión le permite a la Entidad Estatal encomendar a un tercero denominado "Concesionario" la prestación integral de un servicio público, a cambio de una remuneración, pero asumiendo el Concesionario la gestión total del servicio, así como los riesgos y responsabilidades que se deriven por su prestación.

Por supuesto, vale la pena elaborar un poco más acerca de la transferencia de riesgos por parte de la Entidad Estatal al Concesionario, dado que, contrario a lo que ocurre en otras modalidades de vinculación de contratistas de la administración, en el marco del Contrato de Concesión la Entidad traslada al Concesionario todos los riesgos derivados de la actividad, al asumir el Concesionario la gestión integral del servicio o actividad que se le encomienda. Al respecto, el Honorable Consejo de Estado ha indicado que:

"El concesionario, quien es el operador del servicio, asume todos los riesgos derivados de la actividad, ello conlleva el deber de reparar los daños que se generen como consecuencias de las fallas que puedan llegar a presentarse[9]*"* (Subrayado por fuera del texto original).

Sobre este particular, con más precisión aún, el Honorable Consejo de Estado ha tenido a bien ampliar la noción de esta característica de los Contratos de Concesión para indicar que esta característica particular es el elemento diferenciador esencial entre el Contrato de Concesión y las demás modalidades o tipologías contractuales:

"Una característica que diferencia el contrato de concesión de los demás contratos es el relacionado con la obligación que tiene el concesionario de asumir la ejecución del objeto de la concesión por su propia cuenta y riesgo […] ello significa que deberá disponer de y/o conseguir los recursos financieros requeridos para la ejecución de la obra o la prestación del servicio, razón por la cual ha de tener derecho a las utilidades, en igual sentido, deberá asumir las pérdidas derivadas de la gestión del bien, de la actividad o del servicio concesionado e, igualmente, tiene la responsabilidad de retribuir al Estado la explotación que realiza de un bien de propiedad de éste o de un servicio cuya prestación normativamente ha sido asignada a una entidad estatal, con una contraprestación económica; tal consideración es la que permite distinguir, con mayor claridad, la naturaleza jurídica o la función económico social del contrato de concesión, respecto de la de otros tipos contractuales, como la ha expresado la jurisprudencia[10]*"*

[8] Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Tercera, Subsección A, Sentencia de 27 de marzo de 2014, exp. 26939.
[9] Consejo de Estado. SCA. S.3. Sentencia del 14 de julio de 2016. Radicación número: 25000-23- 26-000-2000-01902-01(36198)
[10] Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Tercera, Subsección A, Sentencia de 27 de marzo de 2014, exp. 26939.

Así las cosas, la actuación por cuenta y riesgo del Concesionario implica, además del derecho que este tiene a percibir una remuneración por la prestación y gestión del servicio, la obligación o carga de asumir las eficiencias e ineficiencias del negocio que estén dentro de su órbita de control, lo cual conlleva hacerse cargo de las perdidas, a menos que estas surjan con ocasión de un evento externo a las partes o proveniente de la Entidad Estatal.

Entendido lo anterior, el Contrato de Concesión implica la asunción de un riesgo operacional por parte del Concesionario, de tal manera que, la percepción de una utilidad o beneficio económico derivado del negocio dependerá de lo eficiente o ineficiente que sea la operación del Concesionario. Así lo ha entendido el Honorable Consejo de Estado al señalar que:

"Característica de estos contratos, derivada de su derecho a la explotación económica comprende la transferencia al contratista de un riesgo operacional de carácter económico que supone que su mayor o menor eficiencia permitirá recuperar las inversiones realizadas y el respectivo margen de utilidad.

Esta característica de los contratos de APP incluidas las concesiones, muestra sus diferencias con otros tipos de contratos, en especial, con el contrato de obra. […]

El riesgo operacional comprende los riesgos derivados de los ingresos que se reciban por la explotación económica en condiciones normales.

En el mismo sentido, la doctrina comparada ha reiterado como requisito de estos contratos la asunción del riesgo por el contratista. Los considerandos y siguientes de la Directiva DC de la Unión Europea, señalan que la característica principal de una concesión, el derecho de explotación económica implica siempre la transferencia al contratista del riesgo operacional de carácter económico que supone la posibilidad de que no recupere las inversiones realizadas y los costos incurridos para la explotación del proyecto, en condiciones normales de funcionamiento.

Se podría agregar la posibilidad de que obtenga rendimientos y utilidades superiores a las estimadas, en las condiciones normales previstas.

Aunque no es posible eliminar este riesgo, pues desconfiguraría la naturaleza del contrato si se establece una garantía de pago de las inversiones realizadas, corresponderá al análisis de la entidad determinar en cada contrato y según la naturaleza del proyecto, los posibles límites al riesgo operacional del contratista y las eventuales compensaciones por situaciones tasadas y reguladas en el contrato.

Finalmente, la exigencia de la explotación económica y la transferencia del riesgo operacional en la explotación abarcan el riesgo de demanda y/o el de suministro[11]*.* (Subrayado por fuera del texto original).

[11] Consejo de Estado. Sala de Consulta y Servicio Civil. Concepto del 1 de julio de 2020. Radicación interna: 2433.

Claro está que, tratándose de un servicio público a cargo de los municipio y distritos, en el cual no le es posible a los usuarios elegir libremente a un prestador, el riesgo de demanda mencionado por el Honorable Consejo de Estado desparece, pero la transferencia del riesgo operacional al Concesionario perdura y esta imbuida en todo Contrato de Concesión.

Finalmente, debe destacarse del Contrato de Concesión que, este es un mecanismo útil de vinculación de capital privado, por cuanto, en su marco obligacional suele incluirse la realización de inversiones necesarias para construir, mejorar, ampliar o sustituir en todo o parte la infraestructura por medio de la cual se prestan servicios públicos, la cual siempre debe retornar al dominio y tenencia de la Entidad Estatal en virtud de la cláusula de reversión que se entiende incluida en todos los Contratos de Concesión. Esto, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 19 de la Ley 80 de 1993, la dispone que:

"En los contratos de explotación o concesión de bienes estatales se pactará que, al finalizar el término de la explotación o concesión, los elementos y bienes directamente afectados a la misma pasen a ser propiedad de la entidad contratante, sin que por ello ésta deba efectuar compensación alguna."

Con esto, tenemos que, la reversión constituye un elemento esencial en los Contratos de Concesión, y conlleva que la infraestructura construida, ampliada y/o mejorada por el Concesionario regrese a la tenencia y control de la Entidad Estatal, sin que ello implique erogaciones adicionales a las establecidas en el Contrato y la regulación a cargo de la Entidad.

Se estima que este esquema podría funcionar o adecuarse mejor en municipios que no cuenten con un prestador del servicio contratado por la administración municipal y en los cuales la administración municipal no cuente con una organización, planta de personal, equipos, experiencia e insumos para asumir directamente la prestación del servicio.

Ahora bien, se debe advertir que este esquema solo serviría para desarrollar parcialmente el proyecto propuesto, dado que no sería posible incorporar en el objeto de contrato de concesión el componente relativo a la construcción, puesta en marcha y operación de una planta solar para el suministro de energía con destino al Sistema de Alumbrado Público habida cuenta que el artículo 29 de la Ley 1150 de 2007 proscribe la posibilidad de incorporar en un mismo contrato la prestación del servicio de Alumbrado Público y el suministro de energía con destino a este, veamos:

Todos los contratos en que los municipios o distritos entreguen en concesión la prestación del servicio de alumbrado público a terceros, deberán sujetarse en todo a la Ley 80 de 1993, contener las garantías exigidas en la misma, incluir la cláusula de reversión de toda la infraestructura administrada, construida o modernizada, hacer obligatoria la modernización del Sistema, incorporar en el modelo financiero y contener el plazo correspondiente en armonía con ese modelo financiero. Así mismo, tendrán una interventoría idónea. Se diferenciará claramente el contrato de operación, administración, modernización, y mantenimiento de aquel a través del cual se adquiera la energía eléctrica con destino al alumbrado público, pues este se regirá por las Leyes 142 y 143 de 1994. La Creg regulará el contrato y el costo de facturación y recaudo conjunto con el servicio de energía de la contribución creada por la Ley 97 de 1913 y 84 de 1915 con destino a la financiación de este servicio especial

inherente a la energía. Los contratos vigentes a la fecha de la presente ley deberán ajustarse a lo aquí previsto. (Subrayado por fuera del texto original).

El contrato de concesión se consolida como la modalidad más conveniente para el municipio de Becerril, teniendo en cuenta las características propias de su administración y las limitaciones en capacidad operativa, técnica y financiera para la prestación directa del servicio de alumbrado público.

Esta figura permite trasladar al concesionario la responsabilidad integral de modernización, operación, mantenimiento y gestión del sistema de alumbrado público, bajo un esquema de riesgo y financiación privada, garantizando así la continuidad y calidad del servicio sin que el municipio deba asumir altos costos iniciales. Además, asegura el retorno de la infraestructura modernizada al municipio mediante la cláusula de reversión.

Por lo tanto, considerando la falta de estructura operativa y la necesidad urgente de modernización en Becerril la concesión se presenta como la opción más eficiente y sostenible para garantizar un servicio público de calidad.

5. Constitución de una empresa de servicios públicos mixta como entidad descentralizada encargada de la prestación del servicio

Otra de las alternativas con las cuales cuenta el Municipio para desarrollar el proyecto de modernización y/o reposición de la infraestructura del Sistema de Alumbrado Público municipal de Santa Marta es crear una Empresa de Servicios Públicos Mixta que asuma la prestación integral del servicio y garantice su sostenibilidad en el tiempo contando con los recursos, experiencia y capacidad operativa de uno o más socios privados.

Lo anterior, en concordancia con lo dispuesto por el artículo 2.2.3.6.1.2. del Decreto 1073 de 2015 (Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía), modificado por el artículo cuarto (4°) del Decreto 943 de 2018, norma que contempla la posibilidad de que la prestación del servicio de Alumbrado Público se lleve a cabo a través de Empresas de Servicios Públicos Domiciliarios, veamos:

*"**ARTÍCULO 2.2.3.6.1.2. Prestación del Servicio.** Los municipios o distritos son los responsables de la prestación del servicio de alumbrado público, el cual podrán prestar de manera directa, o a través de empresas de servicios públicos domiciliarios u otros prestadores del servicio de alumbrado público que demuestren idoneidad en la prestación del mismo, con el fin de lograr un gasto financiero y energético responsable.* (Subrayado por fuera del texto original).

Ahora bien, la Ley 142 de 1994 contempla en su artículo 14 que existen tres (3) clases de Empresas de Servicios Públicos, de acuerdo con la conformación de su capital accionario: **(i)** Empresas de Servicios Públicos Privados, en las cuales el capital es mayoritariamente privado; **(ii)** Empresas de Servicios Públicos Oficiales, en las cuales el capital es 100% público; y **(iii)** Empresas de Servicios Públicos Mixtas, en las cuales el capital se compone en más de un 50% por aportes públicos.

En línea con lo anterior, es preciso indicar que, las Empresas de Servicios Públicos Mixtas se consideran Entidades Descentralizadas pertenecientes a la rama ejecutiva del poder público, teniendo la naturaleza jurídica de verdaderas Entidades Públicas. Esto, de acuerdo con sentencia C-736 de 2007 emitida por la Honorable Corte Constitucional al estudiar la asequibilidad del artículo 38 numeral 2° literal d) (parcial) y 68 (parcial) de la Ley 489 de 1998, veamos:

"(…) Obsérvese que si bien el legislador sólo considera explícitamente como entidades descentralizadas a las empresas oficiales de servicios públicos, es decir a aquellas con un capital cien por ciento (100%) estatal, lo cual haría pensar que las mixtas y las privadas no ostentarían esta naturaleza jurídica, a continuación indica que también son entidades descentralizadas "las demás entidades creadas por la ley o con su autorización, cuyo objeto principal sea el ejercicio de funciones administrativas, la prestación de servicios públicos o la realización de actividades industriales o comerciales con personería jurídica, autonomía administrativa y patrimonio propio." (Subraya la Corte). Así las cosas, de manera implícita incluye a las empresas de servicios públicos mixtas o privadas como entidades descentralizadas, por lo cual la Corte no encuentra obstáculo para declarar su constitucionalidad. (…)"2. (Énfasis propio)

En el mismo sentido, la Sección Tercera del Consejo de Estado ha manifestado que las empresas de servicios públicos domiciliarios mixtas son entidades estatales y hacen parte de la Rama Ejecutiva. Así́, por ejemplo, en la sentencia del 2 de marzo de 2006, la sección tercera del Consejo de Estado sostuvo:

"(...) estima la Sala incorrecto decir que la ley 489 solo dispuso que integran la rama ejecutiva del poder público las "empresas oficiales de servicios públicos domiciliarios", lo cual se ha deducido del hecho de que el artículo 38, literal d), señala que hacen parte de ella "d) Las empresas sociales del Estado y las empresas oficiales de servicios públicos domiciliarios". Contrario sensu, se ha dicho que la ley no incluyó a las empresas mixtas. (...)

De otro lado, estas entidades también pertenecen a la estructura del Estado porque el propio artículo 38 establece, en el literal g) ..., señala que integran la rama ejecutiva "g) Las demás entidades administrativas nacionales con personería jurídica que cree, organice o autorice la ley para que formen parte de la Rama Ejecutiva del Poder Público." (Negrillas fuera de texto).

En defecto de cualquier otra razón, esto explicaría la integración de toda otra entidad administrativa, que como en el caso de las empresas mixtas de SPD requiere autorización legal, ordenanza, de acuerdo (sic) o equivalentes, para ser creada.

(…) no solo pertenecen a la estructura del Estado las entidades expresamente determinadas por los arts. 38 y 68, sino que en estos dos artículos se hace una lista apenas enunciativa de entidades, porque también integra la rama ejecutiva toda entidad que reúna los requisitos propios de una entidad descentralizada, lo que ocurre precisamente con una empresa de ESP mixta. (...)

En conclusión, retomando los argumentos expuestos, resulta claro que las empresas mixtas de SPD pertenecen a la estructura del estado, es decir son entidades estatales, en los términos de la ley 489 de 1998., (...)" (Énfasis propio).

Dicho lo anterior, algunos aspectos importantes a resaltar de esta clase de Entidades es que, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 32 de la Ley 142 de 1994, se rigen en su constitución, contratación y actos de empresa por las normas del derecho privado. Sin embargo, su contratación debe cumplir con los principios de la función administrativa y la gestión fiscal, así como las inhabilidades e incompatibilidades previstas en la Ley 80 de 1993, tal y como lo señala el artículo 13 de la Ley 1150 de 2007[12]. Igualmente, estas entidades comparten en común que cuentan con autonomía financiera y administrativa.

Es importante resaltar que este tipo de Entidades deben ser creadas con autorización previa y expresa otorgada por parte de los Concejos Municipales o Asambleas Departamentales correspondientes, debiendo el respectivo alcalde o gobernador solicitar dicha autorización, de conformidad con lo establecido por el artículo 69 de la Ley 489 de 1998.

En efecto, desde la Constitución Política Colombiana se asigna al Congreso de la República, las Asambleas Departamentales y los Concejos Municipales, la facultad de determinar la estructura de la administración, en sus respectivos niveles territoriales, comprendiendo dicha facultad, el autorizar la creación de Entidades, tales como las Empresas de Servicios Públicos Mixtas.

Para el caso específico del Congreso de la República, tal facultad se encuentra prevista en el numeral séptimo (7°) del artículo 150 de la Constitución Política de Colombia. Esto es replicado para las Asambleas Departamentales y Concejos Municipales en sus respectivos territorios, en los numerales séptimo (7°) y sexto (6°) de los artículos 300 y 313 Ibidem.

Sobre esto, el Honorable Consejo de Estado, mediante Concepto No. 1844 del año 2007 expedido por su Sala de Consulta y Servicio Civil, explica que:

El Congreso de la República, por medio de la ley, determina la estructura de la administración nacional, creando, suprimiendo o fusionando ministerios, departamentos administrativos, superintendencias, establecimientos públicos y "otras entidades del orden nacional", y creando o autorizando la constitución de empresas industriales y comerciales del Estado y sociedades de economía mixta. El presidente de la República tiene, de una parte, la facultad de suprimir o fusionar entidades, de

[12] *ARTÍCULO 13. PRINCIPIOS GENERALES DE LA ACTIVIDAD CONTRACTUAL PARA ENTIDADES NO SOMETIDAS AL ESTATUTO GENERAL DE CONTRATACIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA. Las entidades estatales que por disposición legal cuenten con un régimen contractual excepcional al del Estatuto General de Contratación de la Administración Pública, aplicarán en desarrollo de su actividad contractual, acorde con su régimen legal especial, los principios de la función administrativa y de la gestión fiscal de que tratan los artículos 209 y 267 de la Constitución Política, respectivamente según sea el caso y estarán sometidas al régimen de inhabilidades e incompatibilidades previsto legalmente para la contratación estatal.<Inciso adicionado por el artículo 53 de la Ley 2195 de 2022. El nuevo texto es el siguiente:> En desarrollo de los anteriores principios, deberán publicar los documentos relacionados con su actividad contractual en el Sistema Electrónico para la Contratación Pública (SECOP II) o la plataforma transaccional que haga sus veces. Para los efectos de este artículo, se entiende por actividad contractual los documentos, contratos, actos e información generada por oferentes, contratista, contratante, supervisor o interventor, tanto en la etapa precontractual, como en la contractual y la poscontractual. A partir de la entrada en vigencia de la presente ley, se establecerá un periodo de transición de seis (6) meses, para que las entidades den cumplimiento efectivo a lo aquí establecido.*

conformidad con la ley, y de otra, con sujeción a los principios y reglas generales que fije la ley, puede modificar la estructura de los ministerios, departamentos administrativos y demás entidades u organismos nacionales.

A las asambleas departamentales y a los concejos municipales les compete determinar la estructura de la respectiva administración territorial, crear los establecimientos públicos y las empresas industriales y comerciales y autorizar la constitución de las sociedades de economía mixta. Tratándose de una competencia constitucional propia, su ejercicio no está supeditado a que una ley general o particular lo autorice. (Subrayado por fuera del texto original).

Sin perjuicio de lo anterior, la iniciativa necesaria para que en los mencionados Cuerpos Colegiados sea discutida y autorizada, se encuentra en cabeza del Gobierno Nacional, el Gobernador o el alcalde, al materializarse está a través de Proyecto de Ley, Ordenanza Departamental o Acuerdo Municipal correspondiente.

Puntualmente, el artículo 154 de la Constitución Política le asigna al Gobierno Nacional la facultad de presentar ante el Congreso de la República proyectos de Ley, y a su vez, el inciso final del artículo 300, y el numeral sexto (6°) del artículo 313 ibidem, otorgar a los Gobernadores y alcaldes la función de presentar ante las Asambleas Departamentales y Concejos Municipales, proyectos de Ordenanzas y Acuerdos.

Con esto, se hace imperativo concluir que, las Empresas de Servicios Públicos Mixtas como parte de la organización de la Administración, en sus distintos niveles territoriales, deben ser autorizadas en su creación por el Congreso de la República, Asamblea Departamental o Concejo Municipal, de conformidad con el nivel de la administración al cual vayan a estar adscritas.

Esto, bajo el entendido que al referirse la Ley 489 del año 1998 a la existencia de una autorización legal para la creación de las Empresas de Servicios Públicos Mixtas, ello se predica de la Ley en sentido material, cobijando no solo a las Leyes expedidas por el Congreso de la República, pero también a todos aquellos Actos Generales expedidos por Cuerpos Colegiados, que tienen contenido general, y por ende resultan aplicables a una multiplicidad de casos. Así lo ha entendido la Honorable Corte Constitucional, al diferenciar entre la Ley en sentido formal, y la Ley en sentido material, indicando que:

"La doctrina jurídica suele distinguir entre la ley en sentido formal y la ley en sentido material. Así, en la primera definición prima un criterio orgánico, pues corresponde a una regulación expedida por el legislador, mientras que la ley en sentido material es una norma jurídica que regula de manera general una multiplicidad de casos, haya o no sido dictada por el órgano legislativo. Por ende, una regulación es ley en sentido formal y material, cuando emana del órgano legislativo y tiene un contenido general; en cambio es sólo ley en sentido formal si ha sido dictada por el poder legislativo, pero su contenido se refiere a un solo caso concreto; y es ley sólo en sentido material, cuando tiene un contenido general,

esto es, se refiere a una multiplicidad de casos, pero no ha sido expedida por un órgano legislativo[13]. (Subrayado por fuera del texto original).

En esta misma línea de pensamiento, la Honorable Corte Constitucional ha tenido a bien equiparar a las Leyes en sentido material o Actos con fuerza de Ley, al mismo rango que las Leyes sentido formal, esto es, aquellas que son expedidas por el Congreso de la República, veamos:

"La expresión "con fuerza de ley" o con "fuerza material de ley" significa que un acto normativo, que no es formalmente una ley, por no haber sido expedido por el Congreso, tiene sin embargo, debido al sistema de fuentes desarrollado en la Carta, el mismo rango jerárquico de las leyes, y por ende puede derogar y modificar otras leyes y, a su vez, no puede ser alterado sino por normas de igual o superior jerarquía, esto es, por la Constitución, por otras leyes, o por otras normas con fuerza de ley[14].

En todo caso, y sin que sobre este aspecto se haya suscitado mayor discusión, o se haya cuestionado la facultad que tienen las Asambleas Departamentales y Concejos Municipales para autorizar la creación de Empresas de Servicios Públicos Mixtas, se tiene que, la Honorable Corte Constitucional mediante Sentencia C-953 del año 1999, con una claridad diáfana explica que la creación de este tipo de Entidades está sometida a la voluntad del Congreso, Asamblea Departamental o Concejo Municipal, plasmada en una Ley de la República, Ordenanza Departamental o Acuerdo Municipal. De manera precisa, la Honorable Corte Constitucional indica que:

"La existencia de una sociedad de economía mixta, tan sólo requiere, conforme a la Carta Magna que surja de la voluntad del legislador, si se trata de una perteneciente a la Nación, o por así disponerlo una ordenanza departamental o un acuerdo municipal, si se trata de entidades territoriales, a lo cual ha de agregarse que, lo que le da esa categoría de "mixta" es, justamente, que su capital social se forme por aportes del Estado y de los particulares, característica que determina su sujeción a un régimen jurídico que le permita conciliar el interés general que se persigue por el Estado o por sus entidades territoriales, con la especulación económica que, en las actividades mercantiles, se persigue por los particulares[15].

Ahora, con relación al Acto en el cual se autoriza la creación de una Empresa de Servicios Públicos Mixta, se hace necesario remitirnos al criterio que sobre ello ha fijado desde vieja data la Honorable Corte Constitucional, mediante Sentencia C-357 del año 1994, al analizar la asequibilidad del artículo 14 de la Ley 88 del año 1993:

En tratándose de sociedades de economía mixta, "el grado de tutela y, en general, las condiciones de la participación del Estado en esta clase de sociedades se determinan en la ley que las crea o autoriza y en el respectivo contrato social". Tal ley, en consecuencia, debe determinar asuntos como estos: la cuantía de los recursos públicos que se aportarán a la sociedad, su objeto, su domicilio, su duración, la proporción del capital público y privado, lo mismo que el grado de tutela por parte de la administración, y a qué dependencia corresponde ejercerla. (Subrayado por fuera del texto original).

[13] Corte Constitucional. Sentencia C-893 de 1999.
[14] Ibidem.
[15] Corte Constitucional. Sentencia C-953 de 1999.

Por supuesto, ha de tomarse en cuenta que, el análisis realizado por la Honorable Corte Constitucional se predica de la mencionada Ley 88 del año 1993, y no a la Ley 489 del año 1998, la cual rige actualmente. Sin embargo, el Honorable Consejo de Estado mediante Concepto No. 2025 del 8 de septiembre del año 2011, explicó que, el criterio sobre el cual se erige la citada Sentencia de Constitucionalidad se hace extensivo al Acto que autoriza la creación de Empresas de Servicios Públicos Mixtas bajo la vigencia de la Ley 489 del año 1998. Ciertamente, la mencionada Corporación llega a dicha conclusión, al considerar que:

"La Sala acoge integralmente los criterios expuestos en la jurisprudencia transcrita, y estima que a pesar de ser anterior a la vigencia de la ley 489 de 1998, las afirmaciones allí consignadas tienen plena validez y actualidad en la medida en que: O Están referidos a la interpretación del numeral 7 del artículo 150 de la C.P., norma vigente; ii) Parten de la necesidad constitucional de ley previa que autorice la creación de una sociedad de economía mixta, tal como lo expuso la Sala en los puntos anteriores, y iii) La mención del artículo 8° del decreto 1050 de 1968, norma derogada por la ley 489, en nada altera el criterio sostenido, si se considera que el contenido material de dicha disposición coincide en lo esencial con los artículos 50, 97 y 98 de la ley 489 de 1998. Es más, el artículo 50 ibidem, al señalar concretamente los requisitos que debe contener el acto de creación de una entidad pública, no deja duda de que dicho acto no puede ser general, sino específico respecto del tipo de entidad de que se trate16."

Este criterio, se acompasa perfectamente con lo dispuesto por el artículo 50 de la Ley 489 del año 1998, norma que enlista los aspectos que debe contemplar el Acto de Creación de las Entidades Administrativas, categoría dentro de la cual, tal y como se ha explicado previamente, caben las Empresas de Servicios Públicos Mixtas.

Así pues, atendiendo a lo analizado hasta este punto, es necesario indicar que, las Empresas de Servicios Públicos Mixtas requieren de manera previa a su creación, de una Ley en sentido material que autorice su constitución, debiendo contemplarse en esta, aspectos específicos y determinantes de la Sociedad, tales como su objeto, domicilio, duración, e inclusive la proporción de aportes públicos y privados que compondrán su capital social. De igual manera, es preciso indicar que, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 69 de la Ley 489 de 1998 se requiere adelantar un estudio de viabilidad o demostrativo que sustente la iniciativa de crear la Entidad.

En cuanto al contenido y alcance del referido Estudio Demostrativo de que trata el artículo 69 de la Ley 489 de 1998, el Honorable Consejo de Estado ha tenido a bien aclarar en Concepto No. 250 de 2023 emitido por su Sala de Consulta y Servicio Civil que, si bien la Ley no establece de manera taxativa cual es el alcance de dicho requisito, que, una interpretación sistemática de las normas aplicables a la creación de las Entidades Descentralizadas permite concluir que el Estudio Demostrativo debe justificar con datos, cifras, análisis, normas y argumentos desde el punto de vista jurídico, técnico, financiero y administrativo todos y cada uno de los aspectos que se establecen en el Acto que autoriza la creación de la Entidad, veamos:

16 Consejo de Estado, Sala de Consulta y Servicio Civil, Radicación No. 2025. Concepto del 8 de septiembre del año 2011.

De las normas citadas, se infiere que las condiciones básicas para la participación del Estado en una sociedad de economía mixta deben quedar establecidas desde la misma ley, ordenanza o acuerdo (en el caso de las sociedades del nivel territorial) que autorice su creación, y deben reflejarse, igualmente, en el respectivo acto de constitución (escritura pública o documento privado, según el tipo de sociedad).

Estas condiciones, a juicio de la Sala, deben incluir, según las normas citadas: i) el tipo de entidad de que se trate (en este caso, una sociedad de economía mixta); ii) el orden al cual pertenecerá (nacional, departamental, distrital o municipal); iii) su objeto y fines generales; iv) la entidad o entidades públicas autorizadas para participar en su constitución; v) el grado de participación que dichas entidades tendrán, inicialmente, en el capital social; vi) el valor y el tipo de aportes que pueden realizar, así como la fuente de los recursos y el soporte presupuestal correspondiente, y vii) el organismo administrativo del sector central al cual estará vinculada.

Todos estos aspectos de las entidades descentralizadas que vayan a crearse o autorizarse, tanto en el caso de las que son creadas directamente por el Congreso de la República, las asambleas y los concejos, como en el de aquellas cuya constitución puede ser autorizada por tales corporaciones, deben quedar previstos claramente en el proyecto de ley, de ordenanza o de acuerdo correspondiente.

Lo anterior permite deducir, a su vez, que el «documento justificativo» de la iniciativa, que el Ejecutivo debe presentar ante las mismas corporaciones de elección popular, ha de incluir una explicación detallada de estas características y condiciones, junto con los hechos, los datos, las normas y los argumentos que las justifiquen o fundamenten, desde el punto de vista jurídico, técnico, financiero y administrativo. (Subrayado por fuera del texto original).

En este mismo sentido, el Honorable Consejo de Estado también indica en el citado Concepto que, desde un punto de vista finalista o teleológico de lo dispuesto por el artículo 69 de la Ley 489 de 1998, lo que busca dicha norma al exigir un Estudio Demostrativo es evitar que la creación de una Entidad Descentralizada sea producto de la improvisación o afán de la administración, con lo cual, se exige un Estudio que evalué todos los aspectos de manera sustentada, así como sus implicaciones, veamos:

Lo que más importa resaltar, de este conjunto de normas, para los efectos de este concepto, es que la creación o autorización de una nueva entidad descentralizada es una decisión trascendente, desde el punto de vista jurídico, administrativo, económico, ambiental y social, que modifica, de manera permanente, la estructura de la Administración, a nivel nacional o territorial.

Por lo tanto, lo que busca la ley con el «estudio demostrativo» es evitar que la decisión de crear una entidad de esta clase sea fruto del afán, la improvisación, la ligereza, la coyuntura política o el capricho del gobernante de turno, y lograr que constituya, por el contrario, una decisión debidamente razonada, evaluada en todos sus aspectos (jurídico, financiero, técnico, administrativo y ambiental, entre otros), sustentada, ponderada en todas sus implicaciones y planificada. (Subrayado por fuera del texto original).

Ahora, con más precisión aún, el Honorable Consejo de Estado ya se había pronunciado sobre este tema en Concepto No. 2260 de 2015 emitido por su Sala de Consulta y Servicio Civil, indicando que, la planeación para crear o constituir cualquier entidad descentralizada debía contemplar múltiples aspectos, tales como: el costo de la decisión, los beneficios que obtendrá la Entidad, su forma de financiación, la manera como se ubicará la nueva entidad en la administración pública y el análisis de otras alternativas, veamos:

Para la Sala, la creación o constitución de cualquier entidad descentralizada es una decisión que debe estar precedida de un adecuado proceso de planeación, que permita establecer, en particular, la necesidad o la conveniencia de crear dicha entidad, para lograr determinados fines del Estado; el costo de esta decisión y los beneficios que esperan obtenerse, en comparación con otras alternativas; su forma de financiación; la manera como la nueva entidad quedará inserta en la estructura de la Administración Pública y las interacciones que tendrá con otras autoridades y particulares, incluyendo los controles a las cuales estará sujeta; su viabilidad jurídica, técnica, económica y administrativa; los mecanismos o las decisiones que permitan evitar una eventual duplicidad, contradicción o interferencia entre las funciones o los servicios que se asignarán a la nueva entidad y los que ya realizan otras autoridades o particulares, etc. (Subrayado por fuera del texto original).

Aunque la figura de la Empresa de Servicios Públicos Mixta ofrece un marco jurídico claro y una posibilidad de integración público-privada, para un municipio como Becerril no resulta recomendable su implementación. Las condiciones técnicas actuales, la limitada capacidad operativa, la carencia de personal especializado y la baja capacidad financiera dificultarían la viabilidad de conformar una estructura empresarial sostenible en el tiempo.

La creación de una empresa mixta implicaría cargas administrativas, responsabilidades presupuestales y compromisos de inversión que podrían exceder la realidad fiscal del municipio. Además, las complejidades legales y los tiempos necesarios para su constitución no garantizan una solución eficiente y ágil a las necesidades actuales del servicio de alumbrado público. Por lo tanto, esta alternativa no es la más conveniente para la realidad institucional y presupuestal de Becerril.

6. Matriz ventajas y desventajas de los modelos contractuales descritos

Tabla 28. Matriz de ventajas y desventajas de los modelos contractuales

Modalidad Contractual	Ventajas	Desventajas	Observación para Becerril
Contrato de Suministro	- Permite adquisición directa de equipos. - Solo se generan costos por la compra de los bienes.	- La entidad debe asumir la instalación y puesta en marcha. Riesgos de instalación y fallas recaen sobre el municipio. Requiere capacidad técnica y administrativa.	No recomendable. Becerril no cuenta con estructura técnica para asumir instalación y operación.
Contrato de Suministro con Prestaciones Adicionales	- Incluye instalación y puesta en marcha. - Disminuye riesgos asociados a instalación y manipulación. - Menor carga administrativa que otras figuras.	- Mayor costo global. - Sin garantía de sostenibilidad a largo plazo. - Solo cubre puesta en marcha, no operación o mantenimiento prolongado.	Viable solo para modernización básica, no garantiza sostenibilidad del servicio.

Modalidad Contractual	Ventajas	Desventajas	Observación para Becerril
Contrato de Suministro + Obra	- Claridad en etapas de suministro y ejecución. - Flexibilidad en contratación. - Posible utilización de modalidades de selección más rápidas.	- Necesidad de coordinar dos contratistas. - Altos riesgos de conflictos por fallas. - Sobrecarga administrativa para supervisar ambos contratos.	Desaconsejado. Doble proceso licitatorio y supervisión sobrecargan a un municipio con limitados recursos técnicos.
Contrato de Concesión	- Delegación total de modernización, operación y mantenimiento. - Inversión privada inmediata. - Cláusula de reversión: la infraestructura es del municipio al finalizar. - Requiere mínima capacidad técnica por parte del municipio.	- Requiere autorización del Concejo. - Riesgo político y financiero a largo plazo. - Sensible a ingresos del impuesto de alumbrado. - No permite autogeneración dentro del contrato.	Altamente recomendable. Esquema óptimo para Becerril, permite modernización integral sin sobrecargar al municipio, adecuado para capacidades limitadas.
Empresa de Servicios Públicos Mixta	- Creación de vehículo especializado. - Participación del municipio. - Permite autogeneración y operación directa del servicio. - Autonomía financiera y administrativa.	- Requiere estructura administrativa propia. - Altos costos operativos y administrativos. - Riesgo de ineficiencia si no hay control adecuado. - Dificultad de sostenibilidad para municipios pequeños.	No recomendable para Becerril. Alta complejidad y exigencia financiera. Recomendable solo para distritos o municipios grandes con holgura en la disponibilidad de recursos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El análisis de la prestación del servicio del municipio se vio afectado por la poca información suministrada por la administración municipal, los tiempos de entrega de la documentación necesaria para el ETR, así como también la calidad de la información, no estuvo acorde a las necesidades solicitadas. Debido a que se recibió información desactualizada con poco detalle y parcialmente ilegible.

Por otra parte, como resultado de los análisis técnico y financieros se resaltan algunas recomendaciones que permitan mejorar la prestación del servicio las cuales se pueden resumir en las siguientes:

- Se recomienda actualizar la base de datos del sistema de alumbrado público en referencia a los estipulado por el Reglamento técnico de iluminación y Alumbrado público RETILAP 40150-2024, específicamente en su Artículo 3.3.3.1.

- Se recomienda validar con el operador de red la carga facturada por concepto de Aforo de Alumbrado público, ya que el valor cobrado al municipio no corresponde a la carga calculada según el inventario existente.

- Es necesario mejorar la prestación de servicio por medio de un plan de inversión que incluya las zonas rurales, dicho plan debe enfocado en la instalación de toda la infraestructura necesaria para mejorar el servicio.

- Se recomienda respectar los aspectos técnico-definidos en el presente informe para la modernización del sistema, sobre todo la eficacia de la luminaria a instalar.

- Finalmente, en virtud de lo dispuesto por el literal D del artículo 2.2.3.6.1.1. del Decreto Único Reglamentario del sector administrativo de minas y energía 1073 de 2025, modificado por el Decreto 943 de 2018, nos permitimos indicar que el presente Estudio Técnico de Referencia debe ser actualizado en un periodo máximo de cuatro (4) años, una vez se haya realizada la modernización del Sistema de Alumbrado Público e implementado un nuevo esquema de prestación del servicio.

ANEXOS

Son anexos del presente Estudio, los siguientes:

(i) Flujo financiero proyectado para la prestación del servicio de Alumbrado Público, de conformidad con lo dispuesto por la Resolución CREG 101 013 de 2022; **(ii)** Unidades Constructivas de Alumbrado Público (UCAP´S); y **(iii)** Diseños fotométricos.

Debido al tamaño de los archivos, el Estudio Técnico de Referencia y sus respectivos anexos podrán ser consultados y descargados del siguiente enlace de Google Drive: https://drive.google.com/drive/folders/130oan8WvQ5QQxlRdo3rc8mkiqluFkhM1?usp=drive_link