ESTUDIO TÉCNICO DE REFERENCIA PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL MUNICIPIO DE EL SOCORRO, SANTANDER

Abril de 2023



OCSA OMEGA CONSULTING
Y ASOCIADOS S.A.S.
NIT. 830115130-5

EL SOCORRO
LA CIUDAD DE LAS OPORTUNIDADES

CONTENIDO

Introducción 2

Objetivos del Estudio Técnico de Referencia 3

OBJETIVO GENERAL 3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 3

1. Información general del Municipio 4

1.1. SÍMBOLOS MUNICIPALES 4
1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA 5
1.3. POBLACIÓN POR GENERO DEL MUNICIPIO 5
1.4. ECONOMÍA 6
1.5. TURISMO 6

2. Marco conceptual y legal sobre el servicio de Alumbrado Público 7

2.1. GLOSARIO DE ALUMBRADO PÚBLICO 7
2.2. CONTEXTO JURÍDICO DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO 13
2.3. EVOLUCIÓN NORMATIVA Y REGULACIÓN APLICABLE AL ALUMBRADO PÚBLICO 13
2.4. ESQUEMAS DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO 40
2.5. SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO 41

3. Estado actual de la prestación del servicio de Alumbrado Público en el Municipio 44

3.1. SITUACIÓN CONTRACTUAL DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO 44
3.2. SITUACIÓN FINANCIERA DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO 48
3.3. ESTADO ACTUAL DE LA INFRAESTRUCTURA DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO 54

4. Propuesta de Modernización del Sistema de Alumbrado Público del Municipio 70

4.1. BASE TEÓRICA 70
4.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS LUMINARIAS 78
4.3. ZONAS EXCLUSIVAS: MODERNIZACIÓN Y EXPANSIÓN 93
4.4. ANÁLISIS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA CON TECNOLOGÍA LED 96
4.5. DESARROLLOS TECNOLÓGICOS 103
4.6. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL 109

5. Alternativas para la implementación del esquema de prestación del servicio de alumbrado público. 127

5.1. MODALIDADES PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO 128
5.2. MATRIZ VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS MODELOS DESCRITOS. 147

6. Análisis financiero para la prestación del servicio de Alumbrado Público 150

6.1. ESTUDIO TÉCNICO DE REFERENCIA EN EL MARCO DEL DECRETO 943 DE 2018 150
6.2. DETERMINACIÓN DE COSTOS BAJO EL NUEVO ESQUEMA FINANCIERO PROPUESTO 153
6.3. CRITERIOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL IMPUESTO DE ALUMBRADO PÚBLICO 169
6.4. SUFICIENCIA FINANCIERA DE LA ESTRUCTURA TARIFARIA ACTUAL DEL IMPUESTO DE ALUMBRADO PÚBLICO 174

7. Conclusiones del Estudio Técnico de Referencia 175

Introducción

A partir de las disposiciones establecidas en el artículo 311 de la Constitución Política de Colombia, los municipios y/o distritos les corresponde la prestación de los servicios públicos dictaminados por ley, en la búsqueda del cumplimiento de los fines estatales estipulados por el artículo 365 de la misma norma; garantizando su eficiencia en la prestación, siendo promotores de bienestar y calidad de vida para todos los residentes del Municipio.

El servicio de Alumbrado Público se erige como un servicio esencial, puesto que con su prestación se busca satisfacer y proteger los derechos colectivos como la seguridad ciudadana y la libre circulación, promoviendo espacios iluminados y por ende ambientes seguros para la comunidad. El Municipio de El Socorro le asiste el deber que tiene como ente territorial de prestar los servicios públicos esenciales entre los que se incluye el Alumbrado Público como uno de los servicios principales, en la búsqueda del cumplimiento de los objetivos plasmados en el Plan de Desarrollo Municipal ***"El Socorro, La Cuidad de las Oportunidades 2020 – 2023",*** donde uno de sus objetivos es la búsqueda del incremento de la cobertura de la prestación del servicio de Alumbrado Público, por medio de la implementación de nuevas tecnologías que promuevan el uso eficiente y racional de la energía y a su vez, sean sostenibles con el cuidado del medio ambiente.

Con la finalidad de cumplir con todos los objetivos establecidos, se hizo necesario realizar el presente documento Estudio Técnico de Referencia, conforme a lo dispuesto en el Decreto 943 del 30 de mayo de 2018, con el objetivo de realizar un diagnóstico de la situación actual de la prestación del Servicio de Alumbrado Público en el Municipio, identificando las necesidades de expansión y modernización existentes que ayuden a brindar los escenarios viables que solucionen las necesidades detectadas, a través de la determinación de los costos asociados, las inversiones que se requieran y los mecanismos de financiación que garanticen una estructura financiera eficiente para el sistema.

Para la determinación de los costos, se aplicarán los criterios que se encuentran establecidos en el Decreto 943 de 2018, y la metodología ordenada por la Resolución CREG 101 013 de 2022. Como fundamento del siguiente Estudio Técnico de Referencia se establece como soporte principal la información documental que posee la Entidad Territorial y la solicitada a la empresa de Servicios Públicos a cargo del cálculo, facturación y recaudo del impuesto, así como del suministro de energía eléctrica con destino al Sistema de Alumbrado Público; adicionalmente se revisarán las tarifas del Impuesto de Alumbrado Público establecidas en el Municipio y el marco normativo local, con el fin de validar la aplicación de la regulación vigente, principalmente la ley 1819 de 2016.

En resumen, el documento a continuación, le brinda al Municipio las bases que le permiten identificar las necesidades presentes en el Sistema de Alumbrado Público (SALP), la determinación de los costos de la prestación del servicio, y la búsqueda del mecanismo adecuado para la gestión y prestación del servicio, para la consecución de los objetivos planteados, dibujando de esta manera el escenario idóneo para la realización de las inversiones requeridas.

Objetivos del Estudio Técnico de Referencia

OBJETIVO GENERAL

Establecer un diagnóstico general sobre la situación actual de la prestación del servicio de Alumbrado Público en el Municipio desde la perspectiva técnica, jurídica y financiera, analizando las condiciones técnicas, el modelo de prestación del servicio y el comportamiento del flujo financiero, para el establecimiento de soluciones pertinentes y la determinación de costos del sistema, conforme a la metodología establecida por el Ministerio de Minas y Energía; acatando lo dispuesto en el artículo 351 de la Ley 1819 de 2016, y los criterios del Decreto 943 de 2018, donde se ordena que los Municipios y Distritos deben realizar Estudios Técnicos de Referencia sobre la prestación del servicio de Alumbrado Público, a fin de determinar de los costos estimados para cada actividad.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Establecer estado de la situación actual del Sistema de Alumbrado Público, realizando el inventario de luminarias y demás activos de infraestructura eléctrica para evaluar cada uno de los factores que repercuten en su funcionamiento eficiente con el propósito de modernizarlo y expandirlo.
2. Realizar el análisis jurídico al modelo actual de prestación del servicio de Alumbrado Público desde su parte contractual y regulatoria.
3. Efectuar el estudio normativo y de suficiencia financiera de la fuente de financiación y el Acuerdo Municipal vigente.
4. Proporcionar las soluciones o mecanismos adecuados para llevar a cabo las inversiones que requiere el Sistema de Alumbrado Público del Municipio.
5. Determinar las tarifas del Impuesto de Alumbrado Público de acuerdo al modelo financiero de costos del Sistema de Alumbrado Público, las cuales se determinan teniendo en cuenta aspectos socioeconómicos y demográficos del Municipio, el consumo de energía, el inventario de luminarias, entre otros.
6. Estudiar las diferentes alternativas que permitan determinar el modelo óptimo de operación para garantizar la prestación adecuada del Servicio de Alumbrado Público Municipal, promoviendo condiciones de calidad, cobertura y eficiencia.

1. Información general del Municipio

El Socorro es un Municipio perteneciente al departamento de Santander, ubicado a 121 kilómetros de la ciudad de Bucaramanga (capital departamental). Se considera que el Municipio presenta una gran valía e influencia en la historia de Colombia, por lo que se resaltan hechos que resultan importantes en el proceso de constitución del Estado colombiano, convirtiéndose en un Municipio que posee muchos hitos históricos que lo hacen destacar en el departamento y el país.

A continuación, se presenta información característica del Municipio:

Región: Centro Oriente
Código DANE: 68755
Subregión (SGR): Comunera
Entorno de Desarrollo (DNP): Intermedio
Categoría Ley 617 de 2000: 6
Superficie: 131 Km2 (13.100 Ha)
Densidad Poblacional: 263,44 Hab / Km2
Población: 34.511 Habitantes

Tabla 1. Información general del Municipio. Fuente: Terridata 2023.

1.1. Símbolos Municipales

Escudo Municipal



Bandera Municipal

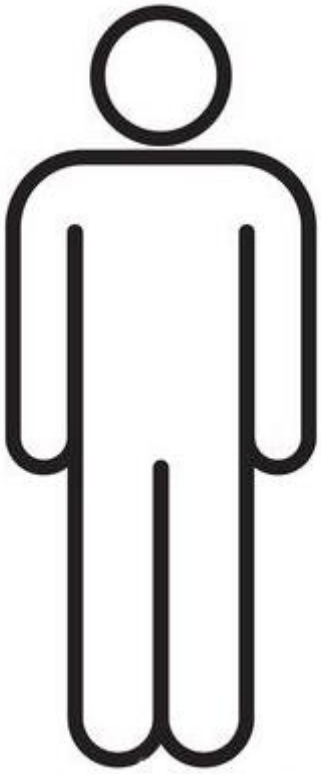


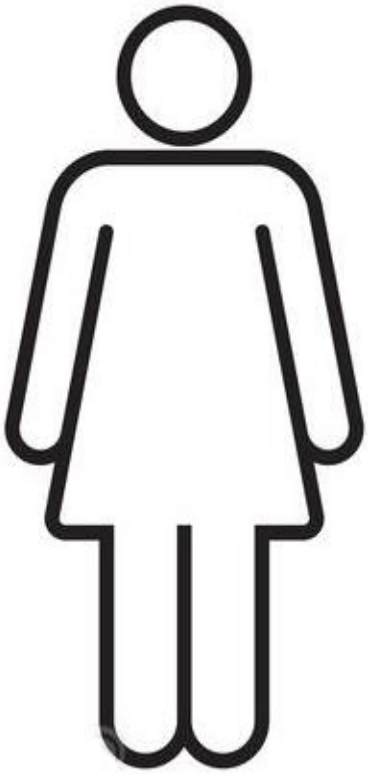
1.2. Ubicación Geográfica

1.2.1. Límites del Municipio

El Municipio posee los siguientes límites territoriales que se describen a continuación: al norte, con los Municipios de Cabrera y Pinchote; al sur, con Confines y Palmas del Socorro; al oriente, con Páramo; al occidente, con Simacota y Palmar.

1.3. Población por genero del Municipio





HOMBRES	MUJERES
16.183	18.328

La información anterior hace referencia a la población por sexo perteneciente al Municipio, en donde la suma de ambos presenta un total de 34.511 habitantes. Los datos aquí compartidos se obtuvieron a través del Departamento Nacional de Planeación por medio de la página Terridata 2023.

1.4. Economía

La actividad económica del Municipio se encuentra principalmente influenciada por las siguientes actividades:

- La agricultura por medio de cultivos de: caña, café, cítricos, fríjol, maíz, tabaco, plátano, yuca, tomate, arveja, pimentón, habichuela, hortalizas, legumbres, plantas aromáticas y medicinales.
- La ganadería en donde se destacan actividades de: bovinos, porcicultura, carpicultura, piscicultura, avicultura y apicultura.
- La minería por la implementación de prácticas de explotación de piedra caliza.
- El comercio.

1.5. Turismo

El turismo también resulta ser una actividad importante en el Municipio por el carácter histórico que posee, existiendo sitios emblemáticos interesantes para visitar. A continuación, se mencionan algunos por resaltar:

- Centro histórico declarado monumento nacional
- Basílica de Nuestra Señora del Socorro
- Quinta Fuminaya
- Hacienda Majavita
- Parque de la Independencia
- Casa Berbeo
- Capitolio del Estado
- La Casa Logia
- Casa Natal del Canónigo Andrés Maria Rosillo y Meruelo
- Convento de los Capuchinos
- Plaza Cívica José A Morales
- Casa Primer Hospital
- Capilla Inmaculada
- Capilla San Rafael
- Capilla Santa Bárbara
- Iglesia La Chiquinquirá
- Monasterio Monjas Concepcionistas
- Entre otros

2. Marco conceptual y legal sobre el servicio de Alumbrado Público

2.1. Glosario de Alumbrado Público

Las definiciones aquí contenidas son tomadas de la Resolución CREG 123 del año 2011 y documento D-102 del año 2011, el Decreto 2424 del año 2006, el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía 1073 de 2015, y Decreto 943 de 2018 del Ministerio de Minas y Energía y la Ley 697 del 3 de octubre de 2001.

Actividades que comprenden la prestación del servicio de Alumbrado Público: De acuerdo con el Decreto 2424 de 2006, 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.

Ahora bien, el Decreto 943 de 2018 del Ministerio de Minas y Energía incluyó dentro de las actividades, el desarrollo tecnológico asociado a él y la interventoría en los casos que aplique.

Actividad de Administración y Operación: Es la actividad del Servicio de Alumbrado Público, que incluye entre otros, el personal administrativo y operativo, las instalaciones locativas, incluyendo bodegas y garajes, los servicios públicos, de comunicaciones de dichas instalaciones entre otros.

La actividad de operación incluye todas las acciones encaminadas a garantizar la adecuada iluminación de los diferentes tipos de vías y espacios públicos, tales como cuadrillas de reparación, de inspección nocturna y diurna, cambio de elementos, etc. Puede incluir el call center para la recepción de quejas y reclamos, si el mismo está contratado con el prestador de la actividad.

Actividad de Inversión: Es la actividad del servicio de alumbrado público que comprende la expansión de la infraestructura propia del sistema, la modernización por efectos de la Ley 697 de 2001, la reposición de activos, y la instalación de los equipos de medición de energía eléctrica, con los respectivos accesorios para ello. Incluye la reposición de activos, cuando su valor permite aumentar significativamente la vida útil y la calidad del servicio que presta el activo.

Por su parte, por modernización del sistema de alumbrado público se entiende el cambio tecnológico de los diferentes componentes de un sistema de alumbrado público existente por otros más eficientes. Las pautas de estos cambios están contenidas en el numeral 210.3.3 del RETILAP, entre otras son las siguientes:

a. El uso de luminarias para alumbrado público con fotometrías que le permitan hacer diseños con la mayor distancia entre luminarias y menor altura de montaje.

b. La instalación de luminarias con el más bajo flujo hemisférico superior (FHS) posible.

c. Selección de conjuntos ópticos con el mejor factor de utilización y la mejor eficacia lumínica de la bombilla.

d. Usar equipos para el conjunto eléctrico con bajas pérdidas, o que permitan la reducción de potencia.

e. Usar controles temporizados para proyectores.

De acuerdo con esta definición la modernización implica el cambio de activos del sistema de alumbrado público, por tal razón, se considera parte de la inversión.

Actividad de Mantenimiento: Es la actividad del servicio de alumbrado público que comprende la revisión y reparación periódica de todos los dispositivos y redes involucrados en el Servicio de Alumbrado Público, de tal manera que pueda garantizarse a la comunidad del municipio o distrito un servicio eficiente y eficaz.

El mantenimiento comprenderá como mínimo las siguientes labores: revisión, limpieza y remplazo de luminarias y bombillas, revisión y reparación de abrazaderas, conductores, interruptores de bombillas, postes y mástiles, redes aéreas y subterráneas exclusivas, cajas de inspección, canalizaciones, transformadores exclusivos, y demás elementos del sistema; así como la poda de árboles sólo en las redes aéreas exclusivas.

La actividad de mantenimiento incluye también la reposición de activos, cuando su valor no permite aumentar significativamente la vida útil y la calidad del servicio que presta el activo.

Actividad de Suministro de Energía Eléctrica para el Sistema de Alumbrado Público: Es el suministro de energía eléctrica destinado a la prestación del Servicio de Alumbrado Público que el municipio y/o distrito contrata con una empresa comercializadora de energía mediante un contrato bilateral para dicho fin.

Activo del Sistema de Alumbrado Público: Es el conjunto de Unidades Constructivas de Alumbrado Público conectado a un sistema de distribución de energía eléctrica, cuya finalidad es la iluminación de un determinado espacio público, con una extensión geográfica definida, que se encuentra en operación y están debidamente registrados como tales en el Sistema de Información de Alumbrado Público –SIAP- de un municipio y/o distrito.

Activos Vinculados al Servicio de Alumbrado Público: Son los bienes que se requieren para que un prestador del Servicio de Alumbrado Público opere el sistema de alumbrado público.

Ampliación: Instalar luminarias de sodio en lugares donde existe la infraestructura necesaria; postes, redes.

AOM: Valor de los gastos de administración, Operación y Mantenimiento correspondientes a los activos del sistema de alumbrado público.

Clases de Iluminación: Corresponden a las establecidas en las secciones 510.1 y 560 del RETILAP así: i) de vías vehiculares, ii) de vías para tráfico peatonal y ciclistas y iii) de otras áreas del espacio público.

Conceptos técnicos referentes a iluminación:

- **Eficacia luminosa (η):** Relación entre el flujo luminoso (Φ) y la potencia eléctrica absorbida (P) por una luminaria y las eventuales reactancias $\eta=\Phi/P$; unidad de medida (lm/W)
- **Flujo luminoso (Φ):** Cantidad de luz (w) emitida por una fuente luminosa en un determinado intervalo de tiempo (t), $\Phi=w/t$; su unidad de medida es el Lumen (lm)
- **Iluminancia (E):** Flujo luminoso (Φ) que incide sobre una superficie dada, dividido por el área (S) de dicha superficie $E=\Phi/S$; unidad de medida el lux (lx).
- **Intensidad luminosa (I):** Flujo luminoso (Φ) emitido por una fuente en una determinada dirección, dividido por el ángulo sólido (Ω), $I=\Phi/\Omega$; su unidad es la candela (cd).
- **Luminancia (L):** Intensidad luminosa (I) emitida en una determinada dirección por una superficie emisora primaria (fuente) o secundaria (plano iluminado) de superficie S, dividida por la superficie S', proyección de S sobre un plano perpendicular a la dirección de observación $L=I/S'$; unidad de medida cd/m^2.

Contrato de Suministro de Energía para el Alumbrado Público: Corresponde al contrato bilateral suscrito entre el municipio o distrito con las empresas comercializadoras de energía eléctrica.

CREG: Comisión de Regulación de Energía y Gas.

Depreciación: Es la disminución gradual de la emisión luminosa de las bombillas en el transcurso de sus horas de vida.

Desarrollos Tecnológicos Asociados: Se entienden como aquellas nuevas tecnologías, desarrollos y avances tecnológicos para el sistema de alumbrado público, como luminarias, nuevas fuentes de alimentación eléctrica, tecnologías de la información y las comunicaciones, que permitan entre otros una operación más eficiente, detección de fallas, medición de consumo energético, georreferenciación, atenuación lumínica, interoperabilidad y ciber seguridad.

Desarrollo sostenible: Según la Ley 697 de 2001, artículo 3 se entiende por desarrollo sostenible el que conduzca al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de la vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades.

Desarrollos Tecnológicos Asociados al Servicio de Alumbrado Público: Se entienden como aquellas nuevas tecnologías, desarrollos y avances tecnológicos para el sistema de alumbrado público, como luminarias, nuevas fuentes de alimentación eléctrica, tecnologías de la información y las comunicaciones, que permitan entre otros una operación más eficiente, detección de fallas, medición de consumo energético, georreferenciación, atenuación lumínica, interoperabilidad y ciberseguridad."

Eficiencia Energética: Según la Ley 697 de 2001, artículo 7 es la relación entre la energía aprovechada y la total utilizada en cualquier proceso de la cadena energética, dentro del marco del desarrollo sostenible y respetando la normatividad vigente sobre medio ambiente y los recursos naturales renovables.

Expansión: Es la extensión de nuevas redes y transformadores exclusivos de alumbrado público por el desarrollo vial del municipio o por el redimensionamiento del sistema existente. Se entiende también por expansión, la modernización y reposición a nuevos de los activos del sistema de alumbrado público.

Índice de disponibilidad: Es el tiempo total sobre un periodo dado, durante el cual un activo del Sistema de Alumbrado Público está disponible para el servicio.

Indisponibilidad: Es el tiempo total sobre un periodo dado, durante el cual un activo del Sistema de Alumbrado Público no está disponible para el servicio o funciona deficientemente.

Infraestructura Compartida del Servicio de Alumbrado Público: Es el conjunto de bienes compuesto por los activos necesarios para la prestación del Servicio de Alumbrado Público, que forman parte de un sistema de distribución de energía eléctrica de un Operador de red y que son utilizadas por el prestador del Servicio de Alumbrado Público.

Infraestructura Propia del Servicio de Alumbrado Público: Es el conjunto de bienes compuesto por los activos de redes exclusivas necesarios para la prestación del Servicio de Alumbrado Público, que no forman parte de un sistema de distribución de energía eléctrica de un Operador de red, y que son utilizadas por el prestador del Servicio de Alumbrado Público.

Luminaria: Equipo 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, protección y prendido y apagado de las bombillas, y donde sea necesario, los circuitos auxiliares con los medios para conectarlos a la fuente de alimentación.

Mantenimiento: Comprenderá como mínimo las siguientes labores: revisión, limpieza y reemplazo de luminarias y bobillas, revisión y reparación de abrazaderas, conductores, interruptores de bombillas, postes y mástiles, redes aéreas y subterráneas exclusivas, cajas de inspección, canalizaciones, transformadores exclusivos y demás elementos del sistema; así como la poda de árboles solo en las redes aéreas exclusivas. La actividad de mantenimiento incluye también la reposición de activos, cuando su valor no permite aumentar significativamente la vida útil y la calidad del servicio que presta el activo.

Modernización o repotenciación del Sistema de Alumbrado Público: Se entiende el cambio tecnológico de los diferentes componentes de un sistema de alumbrado público existente por otros más eficientes.

Niveles de Tensión: Los sistemas de Transmisión Regional y/o Distribución Local se clasifican por niveles, en función de la tensión nominal de operación, según la siguiente definición:

Nivel 4: Sistemas con tensión nominal mayor o igual a 57,5 kV y menor a 220kV.

Nivel 3: Sistemas con tensión nominal mayor o igual a 30 kV y menor de 57,5kV.

Nivel 2: Sistemas con tensión nominal mayor o igual a 1 kV y menor de 30kV.

Nivel 1: Sistemas con tensión nominal menor a 1 kV.

Operador de Red - OR: Persona encargada de la planeación de la expansión, las inversiones, la operación y el mantenimiento de todo o parte de un Sistema de Transmisión Regional – STR o

Sistema de Distribución Local - SDL, incluidas sus conexiones al Sistema de Transmisión Nacional - STN. Los activos pueden ser de su propiedad o de terceros. Para todos los propósitos son las empresas que tienen Cargos por Uso de los STR o SDL aprobados por la CREG. El OR siempre debe ser una Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios. La unidad mínima de un SDL para que un OR solicite Cargos de Uso corresponde a un municipio.

Plan Anual del Servicio de Alumbrado Público: De conformidad con lo dispuesto en el artículo 5 del Decreto 2424 de 2006, 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 expidió el Ministerio de Minas y Energía.

Proceso de Compra: Procedimiento de adquisición de elementos con destino a la administración, operación, mantenimiento, modernización y expansión de la infraestructura del servicio de alumbrado público.

Redes exclusivas del Sistema de Alumbrado Público: Son las Unidades Constructivas dedicadas únicamente a la prestación del Servicio de Alumbrado Público, que cuente con más de (2) dos luminarias.

Repotenciación: Proceso mediante el cual se reemplaza las luminarias de mercurio, mixtas y de otras fuentes no convencionales, por luminarias de sodio alta presión o led, para mejorar la calidad y eficiencia del sistema de alumbrado público.

Reposición de activos: Corresponde al cambio parcial o total de un activo. Existen dos tipos de reposición: i) reposición parcial, cuando se repone pate del activo dentro de las actividades de mantenimiento, y ii) la reposición total o el cambio a nuevo cuando se reponte totalmente el activo.

Responsabilidad de la Prestación del Servicio de Alumbrado Público: de conformidad con lo dispuesto en el artículo 4 del Decreto 2424 de 2006 los municipios o distritos son los responsables de la prestación del Servicio de Alumbrado Público. El municipio o distrito lo podrá prestar directa o indirectamente, a través de empresas de servicios públicos domiciliarios u otros prestadores del Servicio de Alumbrado Público.

RETIE: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas expedido por el Ministerio de Minas y Energía, mediante Resolución No 181294 de 2008 y modificada mediante Resolución No. 180195 de 2009, o aquellas que la modifiquen, adicionen o complementen.

RETILAP: Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público expedido por el Ministerio de Minas y Energía, mediante Resolución No. 181331 de 2009 y modificada mediante resoluciones No. 180265, 180540 y 181568 de 2010, o aquellas que la modifiquen, adicionen o complementen.

Servicio de Alumbrado Público: 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.

El servicio de alumbrado 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.

No se considera servicio de alumbrado público la semaforización, los relojes digitales y la iluminación de las zonas comunes en las unidades inmobiliarias cerradas o en los edificios o conjuntos de uso residencial, comercial, industrial o mixto, sometidos al régimen de propiedad horizontal, la cual estará a cargo de la copropiedad.

Se excluyen del servicio de alumbrado público la iluminación de carreteras que no se encuentren a cargo del municipio o distrito, con excepción de aquellos municipios y distritos que presten el servicio de alumbrado público en corredores viales nacionales o departamentales que se encuentren dentro su perímetro urbano y rural, para garantizar la seguridad y mejorar el nivel de servicio a la población en el uso de la infraestructura de transporte, previa autorización de la entidad titular del respectivo corredor vial, acorde a lo dispuesto por el artículo 68 de la Ley 1682 de 2013.

Sistema de Alumbrado Público - SALP: Comprende el conjunto de Activos (luminarias, redes eléctricas, transformadores, postes de uso exclusivo y los desarrollos tecnológicos asociados al servicio de alumbrado público) necesarios para la prestación del servicio de alumbrado público, que no formen parte del sistema de distribución de energía eléctrica de un OR.

Sistema de Información: Conjunto de medios que permiten recolectar, clasificar, integrar, procesar, almacenar y difundir información interna y externa que el municipio y/o distrito necesita para tomar decisiones en forma eficiente y eficaz.

Sistema de Información de Alumbrado Público - SIAP: Es el sistema de información a que hace referencia la Sección No. 580.1 del RETILAP que incluye el registro de atención de quejas, reclamos y solicitudes de alumbrado público, el inventario georreferenciado de los componentes de la infraestructura; los consumos, la facturación y los pagos de energía eléctrica; los recaudos del Servicio de Alumbrado Público; y los recursos recibidos para la financiación de la expansión del sistema, indicando la fuente.

Suministro: Es la cantidad de energía eléctrica que el municipio o distrito contrata con una empresa de servicios públicos para dotar a sus habitantes del Servicio de Alumbrado Público.

Tasa de Retorno: Tasa calculada a partir de la estimación del Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC) en términos constantes y antes de impuestos.

Unidad Constructiva de Alumbrado Público - UCAP: Conjunto de elementos que conforman una unidad típica de un Sistema de Alumbrado Público.

URE: (Uso racional de la energía) Es el aprovechamiento óptimo de la energía en todas y cada una de las cadenas energéticas, desde la selección de la fuente energética, su producción, transformación, transporte, distribución, y consumo incluyendo su reutilización cuando sea

posible, buscando en todas y cada una de las actividades, de la cadena el desarrollo sostenible. (Ley 697 de 2011, artículo 3)

Uso eficiente de la energía: Es la utilización de la energía, de tal manera que se obtenga la mayor eficiencia energética, bien sea de una forma original de energía y/o 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 medio ambiente y los recursos naturales renovables. (Ley 697 de 2011, artículo 3)

2.2. Contexto jurídico del servicio de Alumbrado Público

El concepto de servicio público, es sustancialmente dinámico y flexible, de tal manera que el desarrollo económico y social van generando nuevas necesidades, determinando el surgimiento y la existencia de nuevos servicios que no habían sido comprendidos por el ordenamiento jurídico en su individualidad y particularidad, o que se encontraban subsumidos en otros, como es el caso del alumbrado público, que antes se consideró parte integrante del servicio domiciliario de energía, pero que dadas sus características, facilidades, financiación y forma de prestación, se ha generado la necesidad de entenderlo como un nuevo servicio sometido a reglas especiales.

Para establecer el contexto jurídico es necesario tomar como base la Constitución Política de Colombia, por lo que el presente estudio se sustenta en las disposiciones del Artículo 2, el cual dispone como fines esenciales del Estado el de servir a la comunidad y el de promover la prosperidad general y garantizar la efectividad de los principios, derechos y deberes consagrados en éste documento. Dichos fines constituyen obligaciones improrrogables a cargo de las entidades estatales que tienen a su cargo la prestación de Servicios públicos.

La Constitución de 1991 en su artículo 311 establece que, al Municipio, como entidad fundamental de la división político administrativa del Estado, le corresponde prestar los servicios públicos que determine la ley, construir las obras que demande el progreso local, ordenar el desarrollo de su territorio.

De igual forma, en su artículo 365 contempla que los servicios públicos son inherentes a la finalidad social de 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 la vigilancia de dichos servicios.

2.3. Evolución normativa y regulación aplicable al Alumbrado Público

A diferencia de los aspectos técnicos en cuanto a las instalaciones eléctricas e iluminación, el servicio de Alumbrado Público históricamente no ha estado sujeto a un régimen jurídico legal especial en cuanto su calidad de servicio, salvo las disposiciones de las leyes 97 de 1913, 84 de 1915, el inciso 2º del artículo 130 de la ley 142, el artículo 29 de la ley 1150 y algunas normas

especiales contenidas en el artículo 191 de la ley 1753 de 2015, que fueron declaradas inexequibles por la Corte Constitucional, todo el régimen aplicable al servicio ha estado contenido en regulación de la CREG y en el Decreto Reglamentario 2424 de 2006, hasta la expedición de la ley 1819 de 2016.

Para un mejor entendimiento del marco jurídico del servicio de Alumbrado Público y todos sus componentes, es necesario hacer un recorrido por toda la regulación vigente aplicable al mismo.

2.3.1. Leyes 93 de 1913 y 84 de 1915

En el desarrollo legislativo encontramos la Ley 97/1913 a través de la cual fue creado el Impuesto de Alumbrado Público y que se centró básicamente en otorgar al Concejo de Bogotá la facultad para adoptar este tributo, tales facultades fueron extendidas a las entidades territoriales diferentes a Bogotá con la ley 84 de 1915, a partir de entonces los municipios fueron autorizados para establecer su cobro como mecanismo de financiación del Servicio de Alumbrado Público y establecer los elementos esenciales del tributo, sin embargo no define de qué tipo de servicio se trata ni determina cuál es su naturaleza.

2.3.2. Decreto 2424 de 2006

Con la expedición del Decreto 2424/2006, se regula la prestación del Servicio de Alumbrado Público, nuevamente se introduce la definición del servicio, se determina la responsabilidad del Municipio en su prestación, precisa el alcance de dicho servicio y se establece el régimen de contratación al que quedan sometidos los municipios y las empresas a las que se les concesiona su prestación.

Los municipios como responsables de la prestación del Servicio de Alumbrado Público. "El Municipio o Distrito lo podrá prestar directa o indirectamente, a través de empresas de servicios públicos domiciliarios u otros prestadores del servicio de alumbrado público" Ley 697 de 2001, artículo 4. Además, los obliga a incluir dentro de sus presupuestos los costos de la prestación del servicio de alumbrado público y los ingresos por impuesto de alumbrado público en caso de que se establezca como mecanismo de financiación. 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 en 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 en el Decreto 2424 de 2006, Artículo Quinto.

Todos los contratos relacionados con la prestación del servicio de alumbrado público, que celebren los municipios o distritos con los prestadores del mismo 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. Los contratos que suscriban los municipios o distritos, con los prestadores del servicio de alumbrado público, para que éstos últimos asuman la prestación del servicio de alumbrado público o para que sustituyan en la prestación a otra que entre en causal de disolución o liquidación, deben garantizar la continuidad en la ejecución de la expansión con parámetros específicos de calidad y cobertura del servicio de alumbrado público.

Que los contratos para el suministro de energía eléctrica con destino al servicio de alumbrado Público, deberán cumplir con la regulación expedida por la Comisión de Regulación de Energía y Gas para tal efecto. En todo caso, en los contratos de suministro de energía, se deberá garantizar la libre concurrencia de los oferentes en igualdad de condiciones. Para el suministro de energía con destino al Alumbrado Público se podrá adoptar por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) un régimen de libertad de precios o libertad regulada, de acuerdo con las reglas previstas en la Ley 142 de 1994, y demás normas que la modifiquen, adicionen o complementen.

El costo del servicio en los municipios o distritos que hayan establecido el impuesto de Alumbrado Público podrán cobrarlo en las facturas de los servicios públicos, únicamente cuanto éste equivalga al valor del costo en que incurre por la prestación del mismo. La remuneración de los prestadores del Servicio de Alumbrado Público deberá estar basada en costos eficientes y podrá pagarse con cargo al impuesto sobre el Servicio de Alumbrado Público que fijen los municipios o distritos.

2.3.3. Ley 1150 de 2007

El Artículo 29 de la Ley 1150 de 2007 sobre disposiciones generales para la contratación con Recursos Públicos, introdujo al escenario normativo los elementos que se deben cumplir en los contratos estatales de alumbrado público así: *" 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 regulara 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."

2.3.4. Resolución CREG 123 de 2011

El artículo 10 del Decreto 2424 de 2006 asigna la función a la Comisión de Regulación de Energía y Gas, CREG, de establecer una 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, con base en lo dispuesto en los Literales c) y e) del artículo 23 de la Ley 143 de 1995.

El parágrafo del artículo 10 del Decreto 2424 de 2006 establece que para el suministro de energía con destino al Alumbrado Público se podrá adoptar por la Comisión de Regulación de Energía y Gas, CREG, un régimen de libertad de precios o libertad regulada, de acuerdo con las

reglas previstas en la Ley 142 de 1994, y demás normas que la modifiquen, adicionen o complementen.
El artículo 11 del Decreto 2424 de 2006 determina que para definir la metodología de que trata el artículo 10, la CREG aplicará los criterios de eficiencia económica, suficiencia financiera, simplicidad, transparencia e integralidad.

Es por ello que luego de varias consultas con el sector, la CREG expidió en el año 2011 la Resolución 123 que derogó la 043 de 1994 y determina los siguientes aspectos:

- 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.
- Para el suministro de energía con destino al Alumbrado Público se aplicará el régimen de libertad de precios de acuerdo con las reglas previstas en las Leyes 142 y 143 de 1994, y demás normas que la modifiquen, adicionen o complementen, según lo previsto en el parágrafo del artículo 10 del Decreto 2424 de 2006 y el ultimo inciso del artículo 29 de la Ley 1150 de 2007.
- Las actividades que los municipios o distritos podrán remunerar a los prestadores del Servicio de Alumbrado Público son: administración, operación y mantenimiento e inversión en infraestructura requerida para el SALP.
- Las características técnicas del suministro de energía eléctrica para el Sistema de Alumbrado Público deben corresponder con lo establecido en los Códigos de Distribución y de Redes o aquellos que la modifiquen, adicionen o complementen, mientras que las características técnicas de los equipos de Alumbrado Público deben corresponder con las del Retilap y la ley 697 de 2001 en lo que corresponda.
- Los costos de administración, operación y mantenimiento del Sistema de Alumbrado Público incluyen la reposición de activos, cuando esta actividad no aumente significativamente el valor del activo y/o la vida útil del mismo. (…) En el evento en que la actividad mencionada produzca un aumento significativo del valor y/o la vida útil del activo, se considera inversión. (…) En todo caso, el municipio o distrito tendrá que definir previamente en que eventos se dará un aumento significativo del valor y/o la vida útil de un activo de alumbrado público.
- Para la modernización del Sistema de Alumbrado Público deben tenerse en cuenta los conceptos de uso racional y eficiente de energía establecidos en el numeral 210.3.3 del RETILAP y aquellos contenidos en la Ley 697 de 2001.
- Los costos máximos anuales por concepto de AOM se determinarán a partir de una fracción del costo de reposición a nuevo de cada UCAP que compone el SALP de un Municipio o Distrito.
- Para la determinación del consumo de energía eléctrica, los activos de Alumbrado Público de los municipios o distritos deberán contar con sistemas de medición de acuerdo con las condiciones exigidas en la presente Resolución.
- Para la remuneración máxima de los gastos en AOM al prestador de servicio, la resolución calcula una tasa de 0,103 como Fracción máxima del costo de reposición (FAOM) a nuevo CRTAn (Costo de reposición a nuevo de todos los activos del SALP del nivel de tensión n. Incluye el costo de la infraestructura entregada por el Municipio y/o Distrito y aquella resultado de la expansión, modernización y reposición en pesos constantes del mes de presentación de la oferta por parte del prestador del Servicio de Alumbrado Público, o del mes de actualización de precios.)

2.3.5. Inclusión del Servicio de Alumbrado Público en los Planes de Desarrollo Nacional

Es de destacar que, en el año 2015, mediante la aprobación de *la Ley 1753 DE 2015 "por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 "Todos por un nuevo país".* Se incluyó el artículo 191, que reza lo siguiente:

"Alumbrado Público. Es un servicio público esencial, regido por los artículos 56 y 365 de la Constitución Política. El Gobierno nacional, a través del Ministerio de Minas y Energía, reglamentará su prestación para que se asegure por parte de autoridades municipales y distritales lo siguiente:

1. El mejoramiento de la calidad de vida y de seguridad de los habitantes en el nivel nacional y territorial.
2. El financiamiento del Servicio de Alumbrado Público dentro del marco de sostenibilidad fiscal de la entidad territorial. En ningún caso podrá cobrarse por este servicio sin que se haya realizado la prestación del mismo en su área de influencia.
3. Una prestación eficiente y continua del Servicio de Alumbrado Público.
4. Se amplíe la cobertura en la prestación del Servicio de Alumbrado Público.

La prestación del Servicio de Alumbrado Público, inherente al servicio público de energía eléctrica, se regirá por los siguientes principios:

a. El principio de cobertura buscará garantizar una cobertura plena de todas las áreas urbanas de los municipios y distritos, y en centros poblados de las zonas rurales donde técnica y financieramente resulte viable su prestación, en concordancia con la planificación local y con los demás principios enunciados en el presente artículo.

b. En virtud del principio de calidad el servicio prestado debe cumplir con los requisitos técnicos que se establezcan para él.

c. Para efectos del presente artículo, el principio de eficiencia energética se define como la relación entre la energía aprovechada y la total utilizada, en cualquier proceso de la cadena energética que busca ser maximizada a través de buenas prácticas de reconversión tecnológica.

d. El principio de eficiencia económica implica, entre otros aspectos, la correcta asignación y utilización de los recursos de tal forma que se busque la garantía de la prestación del servicio de alumbrado público al menor costo económico y bajo criterios técnicos de calidad.

e. En virtud del principio de homogeneidad se buscará que la metodología para determinar los costos totales máximos eficientes de prestación del Servicio de Alumbrado Público tengan una misma estructura para todos los municipios y distritos del país, y que los costos resultantes respondan a la realidad de cada Municipio o Distrito.

f. En virtud del principio de suficiencia financiera se promoverá que los prestadores del Servicio de Alumbrado Público tengan una recuperación eficiente de los costos y gastos de todas las actividades asociadas a la prestación del servicio y obtener una rentabilidad razonable.

Los costos y gastos eficientes de todas las actividades asociadas a la prestación del Servicio de Alumbrado Público serán recuperados por el municipio o distrito que tiene a cargo su prestación a través de una contribución especial con destinación específica para la financiación de este servicio. Dichos costos y gastos se determinarán de conformidad con la metodología que para tales efectos establezca el Ministerio de Minas y Energía o la autoridad que delegue.

Serán sujetos pasivos de la contribución del Servicio de Alumbrado Público quienes realicen consumos de energía eléctrica, bien sea como usuarios del servicio público domiciliario de energía eléctrica o como auto generadores y, en los casos en que no se realicen consumos de energía eléctrica, los propietarios de los predios y demás sujetos pasivos del impuesto predial que se encuentren dentro de la jurisdicción del respectivo municipio o distrito. Lo anterior, teniendo en cuenta los criterios de equidad y progresividad.

El Ministerio de Minas y Energía o la autoridad que delegue determinará la metodología que contenga los criterios técnicos a considerar por parte de los concejos municipales y distritales para realizar la distribución del costo a recuperar entre los sujetos pasivos, para lo cual deberá tener en cuenta los principios definidos en este artículo.

Cuando el sujeto pasivo sea el usuario de energía eléctrica, para la liquidación de la contribución se deberá considerar el volumen de energía consumida. Cuando el sujeto pasivo sea el propietario de los predios y demás sujetos pasivos del impuesto predial, para la fijación de la contribución se deberá considerar los elementos del avalúo catastral del respectivo predio, teniendo en cuenta el área de influencia del Servicio de Alumbrado Público. El valor de la contribución en ningún caso sobrepasará el valor máximo que se determine de conformidad con los criterios de distribución contenidos en la metodología mencionada.

Los alcaldes municipales o distritales definirán los procedimientos de recaudo, y este podrá realizarse, entre otros, a través de la facturación propia del Municipio o Distrito, o de las empresas de servicios públicos domiciliarios de su jurisdicción. En este caso, la remuneración del servicio de facturación y recaudo se realizará de conformidad con la regulación aplicable a la facturación conjunta.

A partir de la vigencia de la presente ley, el suministro de energía eléctrica con destino al Servicio de Alumbrado Público deberá realizarse a través de contratos soportados en los mecanismos de cubrimiento que para el efecto determine el Ministerio de Minas y Energía o la autoridad que delegue dentro de los seis meses siguientes. En todo caso, el pago por el suministro de la energía, la facturación y el recaudo se podrán realizar mediante apropiación sin situación de fondos por parte de la entidad respectiva y a favor del comercializador de energía eléctrica.

Las personas prestadoras del Servicio de Alumbrado Público serán sujetos del control y vigilancia de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, en aspectos relacionados con la calidad y prestación del servicio. La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios realizará la vigilancia y control sobre el cumplimiento de los reglamentos técnicos expedidos para regular el Servicio de Alumbrado Público.

Ley 1955 de 2019 "por el cual se expide el plan nacional de desarrollo 2018-2022 "pacto por Colombia, pacto por la equidad". En artículo 290º. NUEVOS AGENTES. La Comisión de Regulación de Energía y Gas - CREG, en el marco de la función de garantizar la prestación eficiente del servicio público, de promover la competencia, evitar los abusos de posición dominante y garantizar los derechos de los usuarios, dentro de la regulación sobre servicios de gas combustible, energía eléctrica y Alumbrado Público, incluirá:

1. Definición de nuevas actividades o eslabones en la cadena de prestación del servicio, las cuales estarán sujetas a la regulación vigente.
2. Definición de la regulación aplicable a los agentes que desarrollen tales nuevas actividades, los cuales estarán sujetos a la regulación vigente.
3. Determinación de la actividad o actividades en que cada agente de la cadena puede participar.
4. Definición de las reglas sobre la gobernanza de datos e información que se produzca como resultado del ejercicio de las actividades de los agentes que interactúan en los servicios públicos.
5. Optimización de los requerimientos de información y su validación a los agentes de los sectores regulados.

2.3.6. Ley 1819 de 2016

La Ley 1819 de 29 de diciembre 2016 "por medio de la cual se adopta una reforma tributaria estructural, se fortalecen los mecanismos para la lucha contra la evasión y la elusión fiscal, y se dictan otras disposiciones"*:* en los artículos que a continuación se exponen, estableció sobre el tema del alumbrado público, señalo lo siguiente:

"Artículo 349°. Elementos de la Obligación Tributaria. Los municipios y distritos podrán, a través de los consejos municipales y distritales, adoptar el impuesto de Alumbrado Público. 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.

El hecho generador del impuesto de Alumbrado Público es el beneficio por la prestación del Servicio de Alumbrado Público. Los sujetos pasivos, la base gravable y las tarifas serán establecidos por los concejos municipales y distritales.

Los demás componentes del impuesto de Alumbrado Público guardarán principio de consecutividad con el hecho generador definido en el presente artículo. Lo anterior bajo los principios de progresividad, equidad y eficiencia.

Parágrafo 1. Los municipios y distritos podrán optar, en lugar de lo establecido en el presente artículo, por establecer, con destino al Servicio de Alumbrado Público, una sobretasa que no podrá ser superior al 1 por mil sobre el avalúo de los bienes que sirven de base para liquidar el impuesto predial.

Esta sobretasa podrá recaudarse junto con el impuesto predial unificado para lo cual las administraciones tributarias territoriales tendrán todas las facultades de fiscalización, para su control, y cobro.

Parágrafo 2. Dentro de los seis (6) meses siguientes a la expedición de la presente ley, 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.

Artículo 350°. Destinación. 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.

Parágrafo. Las Entidades Territoriales en virtud de su autonomía, podrán complementar la destinación del impuesto a la actividad de iluminación ornamental y navideña en los espacios públicos.

Artículo 351°. Límite del Impuesto Sobre el Servicio de Alumbrado Público. En la determinación del valor del impuesto a recaudar, los municipios y distritos deberán considerar como criterio de referencia el valor total de los costos estimados de prestación en cada componente de servicio. 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.

Artículo 352°. Recaudo y Facturación. El recaudo del impuesto de Alumbrado Público lo hará el Municipio o Distrito o Comercializador de energía y podrá realizarse mediante las facturas de servicios públicos domiciliarios. 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. Durante este lapso de tiempo, se pronunciará la interventoría a cargo del Municipio o Distrito, o la entidad municipal o Distrital a fin del sector, sin perjuicio de la realización del giro correspondiente ni de la continuidad en la prestación del servicio. El Municipio o Distrito reglamentará el régimen sancionatorio aplicable para la evasión de los contribuyentes. El servicio o actividad de facturación y recaudo del impuesto no tendrán ninguna contraprestación a quien lo preste.

2.3.7. Decreto 943 de 2018

"Por el cual se modifica y adiciona Sección 1, Capitulo 6 del Título /11 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".

Este decreto tiene su origen en el parágrafo 2 del artículo 349 de la Ley 1819 del 2016, estableció que 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 ... "En este Decreto se definieron los siguientes parámetros:*

- Servicio de Alumbrado Público: 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.

  El Servicio de Alumbrado 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.

  Parágrafo. No se considera Servicio de Alumbrado Público la semaforización, los relojes digitales y la iluminación de las zonas comunes en las unidades inmobiliarias cerradas o en los edificios o conjuntos de uso residencial, comercial, industrial o mixto, sometidos al régimen de propiedad horizontal, la cual estará a cargo de la copropiedad.

- Se excluyen del Servicio de Alumbrado Público la iluminación de carreteras que no se encuentren a cargo del Municipio o Distrito, con excepción de aquellos municipios y distritos que presten el Servicio de Alumbrado Público en corredores viales nacionales o departamentales que se encuentren dentro su perímetro urbano y rural, para garantizar la seguridad y mejorar el nivel de servicio a la población en el uso de la infraestructura de transporte, previa autorización de la entidad titular del respectivo corredor vial, acorde a lo dispuesto por el artículo 68 de la Ley 1682 de 2013.

- Tampoco se considera Servicio de Alumbrado Público la iluminación ornamental y navideña en los espacios públicos, pese a que las Entidades Territoriales en virtud de su autonomía, podrán complementar la destinación del impuesto a dichas actividades, de conformidad con el parágrafo del artículo 350 de la Ley 1819 de 2016. "

- Sistema de Alumbrado Público: *Comprende el conjunto de luminarias, redes eléctricas, transformadores y postes de uso exclusivo, los desarrollos tecnológicos asociados al Servicio de Alumbrado Público, y en general todos los equipos necesarios para la prestación del Servicio de Alumbrado Público que no forman parte del sistema de distribución de energía eléctrica. "*

Otros de los elementos importante de este decreto en lo que tiene que ver con los ESTUDIOS TÉCNICOS DE REFERENCIA, que en el artículo 2.2.3.6.1.3.- definió lo siguiente: Estudio Técnico de Referencia.-De conformidad con lo dispuesto en el artículo 351 de la Ley 1819 de 2016, los municipios y distritos deberán realizar, dentro de un plazo razonable, un estudio técnico de referencia de determinación de costos estimados de prestación en cada actividad del Servicio

de Alumbrado Público, que deberá mantenerse público en la página web del ente territorial y contendrá como mínimo lo siguiente:

a. **Estado actual de la prestación del servicio en materia de infraestructura, cobertura, calidad y eficiencia energética.** Este incluirá el inventario de luminarias y demás activos de uso exclusivo del Alumbrado Público y los indicadores que miden los niveles de calidad, cobertura y eficiencia energética del Servicio de Alumbrado Público, establecidos de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 2.2.3.6.1.11 del presente decreto.

b. **Definición de las expansiones del servicio, armonizadas con el Plan de Ordenamiento Territorial y con los planes de expansión de otros servicios públicos**, cumpliendo con las normas del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, así como del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP, al igual que todas aquellas disposiciones técnicas que expida sobre la materia el Ministerio de Minas y Energía.

c. **Costos desagregados de prestación para las diferentes actividades del Servicio de Alumbrado Público,** incluido el pago por uso de activos de terceros para este servicio, conforme con la metodología para la determinación de los costos por la prestación del Servicio de Alumbrado Público en los términos del artículo.

d. **Determinación clara del periodo máximo** en el que el Estudio Técnico de Referencia será sometido a revisión, ajuste, modificación o sustitución atendiendo las condiciones particulares de cada territorio, sin que este periodo supere cuatro (4) años.

Criterios Técnicos para La determinación del Impuesto de Alumbrado Público. El Decreto 943 de 2018, en este aspecto definió lo siguiente:

*"Artículo 2.2.3.6.1.7.-***Criterios técnicos para la determinación del impuesto de Alumbrado Público.** *-Los municipios y distritos que adopten el impuesto de alumbrado público, a través de los concejos municipales y distritales, aplicarán al menos los siguientes criterios técnicos para la determinación del impuesto de Alumbrado Público, de acuerdo con lo establecido en el parágrafo 2 del artículo 349 de la Ley 1819 de 2016, con el fin de evitar abusos en su cobro. El acuerdo municipal que adopte dicho impuesto, será publicado o divulgado según lo establecido en el artículo 65 de la Ley 1437 de 2011:*

1. **Costos totales y por actividad***: Se calcularán los costos en los que se incurrirá para realizar todas y cada una de las actividades de la prestación del servicio de alumbrado público según lo establecido en el estudio técnico de referencia.*

Adicionalmente, como criterio de evaluación del costo de energía, se obtendrá un histórico de precios de energía eléctrica para la demanda regulada y no regulada del país durante los tres años anteriores a la determinación del valor del impuesto, que podrá ser consultado en el portal del Operador del Sistema Interconectado XM, el cual se comparará con el costo de energía proyectado en el estudio técnico de referencia.

Cuando las entidades territoriales complementen la destinación del impuesto con actividades como la iluminación ornamental y navideña en los espacios públicos, se incluirán en los cálculos los costos asociados a estas actividades.

2. **Clasificación de los usuarios del servicio de Alumbrado Público:** *La clasificación de los usuarios del Servicio de Alumbrado Público, al ser una actividad inherente del servicio de energía eléctrica, se realizará de acuerdo con: i) El tipo de usuario (residencial, industrial, comercial, oficial, u otros); ii) el estrato socioeconómico; iii) su ubicación geográfica (urbano o rural); iv) la tarifa del servicio de energía eléctrica aplicable a cada tipo de usuario; y v) Valor del impuesto predial, en el caso de predios que no sean usuarios del servicio domiciliario de energía eléctrica.*

3. **Consumo del servicio de energía eléctrica domiciliario:** *Se considerará el consumo del servicio de energía eléctrica individual y por sectores. Para lo anterior se obtendrá el consumo de energía eléctrica promedio mensual de los últimos tres años por cada tipo de usuario, información que podrá ser consultada en el Sistema Único de Información –SUI, administrado por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios o directamente solicitada al Comercializador de Energía, según la clasificación del numeral anterior, y el porcentaje que este consumo representa del consumo total domiciliario del Municipio o Distrito.*

4. **Consumo de energía eléctrica del sistema de Alumbrado Público:** *Se obtendrá el consumo de energía promedio mensual de los últimos tres años del Sistema de Alumbrado Público del Municipio o Distrito, información que podrá ser consultada con el Comercializador de Energía respectivo, con el fin de establecer el tipo de usuario (regulado o no regulada), que servirá como insumo para la contratación del suministro de energía eléctrica para la prestación del Servicio de Alumbrado Público.*

5. ***Nivel de cobertura, calidad y eficiencia energética del Servicio de Alumbrado Público:*** *Para la determinación del impuesto de Alumbrado Público, los concejos municipales y distritales considerarán el establecimiento de metas para los índices de cobertura, calidad y eficiencia del servicio de alumbrado público, de acuerdo con la reglamentación técnica vigente y lo dispuesto en el artículo 2.2.3.6. 1. 11 del presente decreto. "*

El Decreto 943 de 2018*, también estableció unos parámetros respecto a la* ***METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS POR LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO*** *y señalo lo siguiente:*

> *"En aplicación de lo dispuesto en el artículo 351 de la Ley 1819 de 2016, para la determinación del valor del impuesto a recaudar, los municipios y distritos deberán considerar como criterio de referencia el valor total de los costos estimados de prestación en cada componente de servicio. 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 que establezca el Ministerio de Minas y Energía, o la entidad que delegue dicho Ministerio, pudiendo recaer dicha delegación en la Comisión de Regulación de Energía y Gas". La*

determinación de los costos por la prestación del servicio de alumbrado público deberá tener en cuenta, entre otros, los siguientes aspectos:

1. *Los costos totales y discriminados por unidades constructivas asociados a la inversión, modernización, expansión y reposición del Sistema de Alumbrado Público. Se incluirá la inversión de activos de terceros para el servicio de alumbrado público, excluyendo aquellos que sean entregados en forma gratuita o sean remunerados mediante otro mecanismo.*
2. *Los costos de referencia asociados a la administración, operación, mantenimiento y desarrollo tecnológico del Sistema de Alumbrado Público, para lo cual se deberán tener en cuenta las diferentes tecnologías en fuentes luminosas y luminarias, así como las condiciones en las cuales opera el sistema (ambientales, geográficas, climatológicas, entre otras). Se incluirá el pago por uso de activos de terceros para el servicio de alumbrado público, excluyendo aquellos que sean remunerados mediante otro mecanismo.*
3. *Los costos de las interventorías de los contratos para la prestación del servicio de alumbrado público.*
4. *Los costos de la actividad de suministro de energía.*
5. *Los costos asociados a la gestión ambiental de los residuos del Alumbrado público derivados de la aplicación del plan de manejo ambiental de disposición y/o reciclaje de dichos residuos con el que cuente cada ente territorial en concordancia con la Ley 1672 de 2013.*

2.3.8. Resolución CREG 101 013 DEE 2022

A partir de las instrucciones impartidas por el Decreto 943 de 2018, la Comisión de Regulación de Energía y Gas CREG desarrolló la metodología de remuneración del servicio de alumbrado público a través de la Resolución 101 013 de 2022. La nueva metodología que, si bien conserva aspectos de la Resolución 123 de 2011, introdujo novedades y modificaciones a la forma de calcular los costos de la prestación del servicio e incluyó nuevos conceptos o actividades en la estructura de costos máximos; la metodología está determinada por las actividades que componen el servicio de alumbrado público. Es decir que la metodología se basa en la remuneración de actividades independientemente del esquema definido por el municipio o distrito para la ejecución de cada una de las actividades.

Esta metodología de costos constituye una guía que permite a los municipios y distritos desarrollar el cálculo a través de una formulación matemática de las principales variables, que representan los costos del servicio y trasladar a la tarifa del impuesto las actividades relacionadas con la prestación del servicio.

De acuerdo con lo anterior, la metodología considera lo siguiente:

- Se incluyen nuevas definiciones que no estaban contempladas en la resolución anterior (ej: disposición final, interoperabilidad, excedentes de energía, eficiencia energética)
- Cuando el municipio o distrito suscribe un contrato de suministro de energía eléctrica con destino al alumbrado público, debe ser con un comercializador de energía que lo represente ante el mercado de energía.

- El municipio o distrito con independencia de la facultad para pactar su tarifa de electricidad destinada al alumbrado público no puede ser catalogado como usuario no regulado pues no cumple con la totalidad de las condiciones legales y regulatorias exigidas para ello.
- La Inversión reconoce los costos por los activos de la infraestructura propia del sistema de alumbrado público.
- El AOM reconoce los costos por la administración, operación y mantenimiento de la infraestructura propia del sistema de alumbrado público.
- Otros Costos asociados al Sistema de Alumbrado Público (COTR), cuando estos se causen, nuevo concepto en la fórmula general de costos.
- El servicio de alumbrado público se presta a través de redes exclusivas de propiedad del municipio o de redes compartidas de propiedad del operador de red, OR. La expresión infraestructura compartida hace referencia entonces, a los activos de nivel de tensión 1 del OR local, en los cuales están instaladas las UCAP del sistema de alumbrado público.

Estudio Técnico de Referencia, ETR - Nuevo artículo.

De conformidad con lo dispuesto y detallado en el artículo 2.2.3.6.1.3. del decreto 1073 de 2015, los municipios o distritos deben realizar un Estudio Técnico de Referencia y publicarlo en su página web, el cual incluirá como mínimo:

1. Estado actual de la prestación del servicio en materia de infraestructura, cobertura, calidad y eficiencia energética. El diagnóstico debe contener, una descripción del estado de la prestación del servicio de alumbrado, y debe incluir como mínimo los siguientes aspectos:

   a) Inventario de la infraestructura: El inventario de luminarias y demás componentes de la infraestructura del SALP deben estar debidamente registrados y actualizados en el Sistema de Información de Alumbrado Público, SIAP, de acuerdo con los criterios establecidos en la sección 580.1 del RETILAP o aquellos que la modifiquen, adicionen, sustituyan o complementen. El inventario debe incluir la fecha de entrada en operación y el nivel de riesgo de cada activo de no prestar el servicio para el cual se encuentra en funcionamiento de acuerdo con su obsolescencia tecnológica.

   b) Inventario de los espacios públicos de libre circulación peatonal o vehicular considerados en la definición de espacios objeto del alumbrado público, clasificando estos espacios según su destinación, determinando el área o longitud en el caso de caminos o vías vehiculares o peatonales.

   c) Descripción de la población: se debe presentar según la información oficial del municipio o distrito, el número de habitantes totales y por vereda, las actividades económicas desarrolladas, el área del municipio expresada en kilómetros cuadrados, km2, discriminada en área urbana y área rural.

   d) Cobertura del servicio de energía eléctrica: se debe indicar la cobertura del servicio de energía eléctrica en el municipio, tanto en el área urbana como rural, para lo cual se debe presentar el número de usuarios que cuentan y que no cuentan con el mismo, el tipo de usuarios según actividad económica y para los usuarios residenciales la clasificación según el nivel socio económico (estratos) con sus consumos promedio.

   e) El ETR en su diagnóstico debe incluir el índice de cobertura del servicio de alumbrado público que se medirá a través de, como mínimo, los indicadores siguientes:

- La relación de los kilómetros de vías peatonales y vehiculares que hacen parte del municipio con servicio de alumbrado público con respecto al total de los kilómetros de vías peatonales y vehiculares del municipio o distrito definidos en el Decreto 943 de 2018 o la norma que lo modifique o sustituya, de conformidad con los requerimientos del RETILAP.

- La relación del número de bienes de uso público con servicio de alumbrado público y el número total de bienes de uso público acorde con la definición establecida en el Decreto 943 de 2018 o la norma que lo modifique, adicione o sustituya, conforme con los requerimientos del RETILAP.

f) Desempeño de la calidad del servicio considerando:

- Los niveles de disponibilidad del servicio, calculados según el artículo 28 de la presente resolución.

- Los indicadores de los tiempos de respuesta a las peticiones, quejas y recursos, PQR, de los usuarios de alumbrado público.

- Percepción de la calidad del servicio por parte de los usuarios de alumbrado público.

- Cumplimiento de las disposiciones contenidas en el RETILAP sobre calidad del servicio.

2. La definición de las expansiones del servicio, armonizadas con el Plan de Ordenamiento Territorial, POT, y con los planes de expansión de otros servicios públicos, cumpliendo con los requisitos establecidos en el RETIE y el RETILAP, al igual que todas aquellas disposiciones técnicas que expida sobre la materia el Ministerio de Minas y Energía.

3. Los costos desagregados de prestación para las diferentes actividades del servicio de alumbrado público:

a) Costo del suministro de la energía, presentando las tarifas empleadas para el cálculo, las cantidades medidas en los medidores disponibles, el aforo, la liquidación y los descuentos por indisponibilidad.

b) Costo de la inversión, incluyendo la disminución por compensaciones por mala calidad de la prestación del servicio.

c) Los costos de administración, operación y mantenimiento de los activos del servicio de alumbrado público, incluyendo las compensaciones por indisponibilidad y por mala calidad del servicio.

d) Costo del plan de manejo ambiental

e) Costo de la interventoría.

f) Pago del uso de activos de terceros.

g) Otros costos que deben asumir los municipios o distritos

4. Revisión y actualización del Estudio Técnico de Referencia, ETR, sin que este periodo supere cuatro (4) años. Los lineamientos para la realización del ajuste, modificación o sustitución del ETR son los siguientes:

a) Revisión de los parámetros técnico-económicos establecidos en el plan del año inmediatamente anterior para cumplir con los objetivos definidos en el plan de calidad y cobertura del servicio.

b) Cambio o ajuste de los parámetros técnico-económicos establecidos en el plan del año inmediatamente anterior para cumplir con los objetivos definidos en el plan de calidad y cobertura del servicio.

c) Revisión y cambio de los parámetros técnico-económicos establecidos en el plan del último cuatrienio o cuando se presente cambio de la administración municipal o distrital.

Costos totales de la prestación del servicio

A. Costo de la actividad de suministro de la energía eléctrica destinada al servicio de Alumbrado Público.

El costo por el suministro de la energía eléctrica destinada al servicio de alumbrado público tiene tres componentes básicos:

1. La tarifa del suministro de energía.
2. El consumo de energía eléctrica.
3. Compensaciones por calidad del suministro y el servicio.

La resolución establece que los Municipios o Distritos deben celebrar los contratos de suministro de energía con destino al alumbrado público, la anterior resolución no mencionaba tal obligatoriedad, sin embargo, establecía parámetros para los casos en que no estuviera pactada la tarifa. Se sigue abordando el régimen de libertad de negociación para la tarifa de energía con destino al SALP en los componentes de generación y comercialización. En los aspectos relativos a los componentes regulados se dedica un artículo para cada uno, indicando la manera en que se debe aplicar la tarifa; para el caso de la distribución, establece la aplicación de la tarifa de acuerdo al tipo de infraestructura (exclusiva o no exclusiva, inversiones que no forman parte del sistema de distribución).

Finalmente, uno de los cambios introducidos por la nueva metodología obedece al cobro de la energía frente a luminarias encendidas o apagadas en horarios no permitidos, señalando a su vez los descuentos en el costo de AOM por tales situaciones y la obligatoriedad del registro y actualización del inventario en el SIAP (Artículo 11. Res. 101 013 de 2022).

Parágrafo 1. Los costos de la energía eléctrica consumida por las luminarias y sus accesorios, en los horarios no permitidos, o cuando deban estar apagadas, los asume el prestador del Servicio de Alumbrado Público, y se descontarán de los costos del AOM a reconocer al prestador. En el contrato de suministro de energía con el comercializador, se establecerá cómo se harán los descuentos de energía cuando deban estar apagadas o se presente en horarios no permitidos.

Parágrafo 2. Los inventarios de luminarias y demás componentes de la infraestructura de SALP deben estar debidamente registrados y actualizados en el Sistema de Alumbrado Público, SIAP, de acuerdo con los criterios establecidos en el RETILAP.

B. Costo de las actividades de reposición, expansión y modernización en el servicio de Alumbrado Público

El costo de las actividades de reposición, expansión y modernización en el servicio de alumbrado público tiene los siguientes componentes básicos:

1. **Costo anual equivalente de los activos del sistema de Alumbrado Público:** Cuando los responsables de la prestación del servicio de alumbrado público deban actualizar el estudio técnico de referencia, los costos de las Unidades Constructivas del sistema de Alumbrado Público, UCAP, podrán actualizarse conforme con la variación de los precios de mercado de las UCAP, y dichos costos actualizados solo podrán aplicarse a las UCAP nuevas que se instalen, para lo cual deberá ajustarse la remuneración de los costos de inversión y de AOM del respectivo activo de alumbrado público.

   También podrán incluirse dentro de los costos de las UCAPS, los estudios fotométricos cuando el municipio o distrito así lo determine. Con base en los criterios respecto al uso eficiente de la energía eléctrica establecidos en la Ley 697 de 2001 y en la Ley 1715 de 2014, los valores de las unidades constructivas relacionadas con las luminarias tendrán un factor de ajuste relacionado con la eficacia luminosa de la nueva fuente de iluminación.

   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 decisiones de la alternativa más favorable técnica, económica y financiera para los municipios y distritos.

2. **Vida Útil de los activos:** El valor de la vida útil de las unidades constructivas del sistema de alumbrado público, UCAP, serán las mismas establecidas en el RETILAP.

3. **Tasa de retorno:** La tasa de retorno para la definición de los ingresos de alumbrado público que se pacten en los contratos y/o convenios, será la aprobada para la actividad de distribución de energía eléctrica vigente y se actualizará cada vez que la CREG la modifique.

4. **Costo de la vida útil remanente de un activo del SALP:** El valor de la vida útil remanente de un activo eléctrico es igual al valor presente de los pagos anuales a los que hubiera estado obligado a realizar si el tercero hubiera conservado la propiedad del activo.

   Para efectos de calcular el valor presente de los activos eléctricos deben tenerse en cuenta las siguientes variables:

   - La vida útil remanente del activo se calcula como la diferencia entre la vida útil establecida en la presente resolución o aquellas que la sustituyan o modifiquen y el tiempo de servicio del activo contado desde la fecha en que entró en operación.
   - La tasa de descuento reconocida por la CREG.

Para los terrenos de las subestaciones, se reconocerá el 6,9% del valor de los terrenos que no se encuentren en espacio público.

Para los activos no eléctricos, se debe tomar el valor de la vida útil remanente de todos los activos del SALP, es decir los activos de propiedad del Municipio o distrito entregados al prestador del Servicio de Alumbrado Público y los activos nuevos, resultado de la expansión, modernización y reposición efectuadas por el Prestador de la actividad de Inversión.

5. Índice de disponibilidad.
6. Fecha de referencia.

C. Costo de la Actividad de la Administración, Operación y Mantenimiento AOM de la infraestructura del Sistema de Alumbrado Público.

La remuneración de la actividad de AOM aplica a toda la infraestructura, es decir a aquella que es de propiedad del municipio o distrito, y entregada al Prestador de la actividad de AOM, y a los activos nuevos, resultado de la expansión, modernización y reposición efectuadas por el encargado de la inversión.

- Los costos Reconocidos de las Unidades Constructivas de los diferentes sistemas de alumbrado público, se actualizarán. A partir de la fecha de actualización de costos, todos los activos nuevos que se instalen, así como la remuneración de la actividad de AOM del respectivo activo, se valoraran con el costo actualizado.
- Por cuanto los municipios o distritos cuando entregan en concesión el SALP o cuando suscriben un contrato para la prestación de la actividad de AOM con un tercero, tienen la potestad de acordar los plazos de remuneración de dicha actividad, en el momento de pagar dicha remuneración, los periodos utilizados para el cálculo de la remuneración de la actividad de AOM, así como del factor de disponibilidad, deben ser iguales.
- El prestador de la actividad de AOM es responsable del valor de la energía eléctrica utilizada por las luminarias que están prendidas cuando deben estar apagadas. El valor de dicha energía, representado por la variable VCEEIn, se descontará de la remuneración de la actividad de AOM.
- El municipio o distrito son responsables del pago por la remuneración de la actividad de AOM.
- El costo máximo de la actividad actualizado con el Índice de Precios al Productor, IPP, del mes anterior al cual se hace el pago de la remuneración, constituye la remuneración de la actividad de AOM.

Finalmente, los costos de AOM incluyen:

a. Costos Unitarios de mercado de las unidades constructivas de alumbrado público, UCAP.

b. Vidas útiles de los activos o UCAPS de alumbrado público.

c. Costos por mantenimientos preventivos.

d. Costos por mantenimientos correctivos.

e. Costos por el Sistemas de Información de Alumbrado Público, SIAP, según el numeral 580.1 del RETILAP, contiene los siguientes componentes:

- El sistema de información del registro de atención de peticiones, quejas, reclamos y solicitudes de alumbrado público (canales web, telefónico, redes sociales, etc.).
- Inventario de equipos de la infraestructura del servicio de alumbrado público estructurado como base de datos georreferenciada.
- Consumos, facturación y pagos de energía.
- Recaudos del servicio de alumbrado público.
- Recursos recibidos para financiamiento de expansión o modernización de la infraestructura de servicio de alumbrado público, identificando su fuente.

f. Costos AOM por redes exclusivas en sistemas de distribución.

g. Rendimientos por parte de las cuadrillas de alumbrado público en actividades de AOM.

D. Otros Costos para la prestación del servicio de Alumbrado Público.

Los Otros Costos asociados con la prestación del servicio y la infraestructura del Sistema de Alumbrado Público, cuando estos se causen, son los siguientes.

- **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.

- **Costos ambientales:**

Los costos ambientales reconocidos a partir del año siguiente al de la entrada en operación del proyecto de inversión por la modernización de la infraestructura de alumbrado público, corresponden a como máximo el cinco por ciento (5%) de los costos anuales de la administración, operación y mantenimiento, CAOM, cuando estos se causen de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

- **Sistema de gestión de activos:**

Los municipios y distritos clasificados en las categorías especial, primera y segunda, según los criterios del Decreto 2106 de 2019, deben incluir la implementación y certificación de un sistema de gestión de activos de alumnado publico acorde con la norma ISO 550001, en un plazo máximo de cinco (5) años contados a partir de la entrada en vigor de la presente resolución.

- **Costo de pólizas, trámites e impuestos:**

Comprende todos aquellos costos asociados a la formulación 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.

Ajuste regulatorio

Los contratos y/o convenios para la prestación del servicio de alumbrado público suscritos antes de la entrada en vigencia de la presente resolución continuarán sujetos a las disposiciones aplicables a la fecha de suscripción. No obstante, las prórrogas, modificaciones o adiciones de dichos contratos y/o convenios que se pacten posteriormente deberán ajustarse a lo aquí establecido.

2.3.9. Jurisprudencia

La doctrina constitucional sobre el asunto se concentra básicamente en cuatro providencias:

1. La C-504 de 2002, que reconoció la vigencia y exequibilidad de la ley 97 de 1913, que autorizó la creación del impuesto sobre el servicio de alumbrado público.
2. La C-035-03 que declaró exequible la expresión: "Lo prescrito en este inciso se aplica a las facturas del servicio de energía eléctrica con destino al alumbrado público", contenida en el inciso tercero del artículo 18 de la ley 689 de 2001.
3. La C-736-08, que declaro exequible el artículo 29 de la Ley 1150, que fija condiciones especiales a los contratos de concesión de alumbrado públicos y otorga unas competencias a la CREG.
4. La sentencia C-272 de 2016, que declara inexequible los artículos de la ley 1753 que reglamentan la contribución especial y algunas condiciones de prestación del servicio.

Con la expedición de las sentencias C-088 y C-130 de 2018, en las que se declara la constitucionalidad parcial de los artículos 349 y siguientes de la Ley 1819, a través de la cual se reglamenta el impuesto de alumbrado público y se fijan algunas de las reglas básicas para la prestación del servicio, y con la expedición del Decreto 943 del 2018, que se ha incorporado en el Decreto 1073 de 2015, han quedado claras muchas de las bases esenciales que regirán la prestación del servicio.

Con la consolidación del precedente judicial, en especial del constitucional como fuente del derecho, además de las sentencias C-088 y C-130 de 2018, debe tenerse en cuenta la sentencias C-504-02, C-736-08, C-155 y C-272-16, en las que se hicieron importantes aportes jurídicos en relación con el servicio, su forma de prestación, su contratación, su naturaleza jurídica y la de los recursos con los que debe financiarse su suministro.

No obstante, en el marco del cobro del impuesto de Alumbrado Público, el Consejo de Estado mediante Sentencia de unificación 2019-CE-SUJ-4-009 del 6 de noviembre de 2019, estableció una serie de reglas y sub reglas que dan claridad respecto de la configuración del hecho generador del impuesto y marca un punto importante para el cobro del impuesto y la determinación de los elementos esenciales.

2.3.10. Análisis regulación Legal Ambiental y Social

En Colombia, en relación con la prestación del Servicio de Alumbrado Público y de su componente ambiental, deben tenerse en cuenta diversos aspectos dentro de los cuales se encuentran los siguientes:

2.3.10.1. Uso racional de energía

Colombia hoy dispone de La 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", 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, Ley 697 de 2001, artículo 3, numeral 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.

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

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.

2.3.10.2. Sujeción a las disposiciones de ordenamiento territorial y espacio público

En relación con lo anterior, el RETILAP establece que en concordancia con lo establecido en el Artículo 5 del Decreto 2424 de 2006 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.

Adicionalmente, se señala que, en la etapa de identificación del proyecto, se busca identificar los proyectos que parecen convenientes, desde el punto de vista técnico, financiero e institucional, para que satisfagan las necesidades detectadas y que sean armoniosos con el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) municipal.

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.

2.3.10.3. Contaminación Lumínica

De acuerdo con la Resolución No. 180540 de marzo 30 de 2010, por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), la contaminación lumínica se define como la propagación de luz artificial hacia el cielo nocturno. Igualmente se tiene 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.

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.

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

- **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.
- **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.
- **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.

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

La contaminación lumínica tiene como efectos:

a. **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.
b. **Inseguridad vial y molestias visuales,** producto del deslumbramiento, cuando los artefactos están mal orientados.
c. **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 humedal es, quebradas y canales distantes de vías vehiculares iluminadas, algunos recomiendan 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.
d. **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.
e. **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.
f. **Pérdida de percepción de estrellas y astros,** Impedimento para las observaciones astronómicas.

El Reglamento Técnico - RETILAP, propone una serie de medidas y recomendaciones de carácter técnico para reducir el impacto de la contaminación lumínica, tanto en el proceso de diseño del Sistema de Alumbrado Público, como con posterioridad. A manera de ejemplo:

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.

Como se desprende de lo anterior, constituye una obligación ambiental en la prestación del Servicio de Alumbrado público el cumplimiento y la toma de medidas encaminadas a disminuir el impacto de la contaminación lumínica.

Esta obligación, como es lógico, se encuentra en cabeza tanto del originador del proyecto, que debe cumplir las disposiciones técnicas establecidas en el reglamento, como en cabeza de la autoridad municipal, que deberá adoptar medidas adicionales, como las anteriormente señaladas.

2.3.10.4. Alumbrado y Arborización

Para la prestación del Servicio de Alumbrado Público se tiene determinado que el principal tipo de afectación por la explotación de líneas de conducción de energía es el despeje por poda o corte de la vegetación que haga o pueda hacer contacto con las líneas de conducción o que afecte de forma directa el nivel fotométrico de las luminarias que prestan el Servicio de Alumbrado Público y que se localiza en los corredores de seguridad y en las servidumbres del territorio del respectivo Municipio.

Tal como lo expone el Reglamento en la Resolución No. 18 0540 de marzo 30 de 2010, por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), 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, interdistancia, disposición de las luminarias o su brazo de montaje. Cada caso debe tratarse separadamente, dependiendo de la vegetación considerada. 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.

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.

En este sentido, constituye una obligación ambiental en la prestación del Servicio de Alumbrado Público la toma en cuenta de la arborización en el proceso de diseño y planificación del proyecto, y se encuentra en cabeza del originador del mismo, y de las autoridades municipales en su tarea de planificación y ordenación del territorio.

2.3.10.5. Manejo de los desechos o sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de residuos de bombillas

Las fuentes luminosas deben cumplir los requisitos establecidos en el reglamento y demostrarlo mediante un certificado de conformidad de producto, expedido por un organismo acreditado. Las fuentes que utilicen mercurio y/o plomo, deben cumplir los requerimientos sobre máximas cantidades permitidas de estos elementos, establecidas en el reglamento, acorde con

disposiciones ambientales internacionales. Igualmente, los fabricantes e importadores de dichos productos tienen la obligación de atender la reglamentación sobre el tema de la disposición final, que para tal fin establezca la autoridad ambiental.

A este respecto, el RETILAP contempla que los prestadores deberán tener en cuenta las reglamentaciones ambientales vigentes, y en especial remite al Decreto 4741 de 2005, por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.

En el anexo de dicho Decreto se identifican los productos peligrosos contemplando el Y29 Mercurio, compuestos de mercurio. Por lo anterior, se aplica la disposición final de fuentes luminosas con contenidos de sustancias contaminantes, las cuales deben atender los lineamientos de la autoridad ambiental.

En ese sentido el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, expidió la Resolución 1511 Del 05 de agosto de 2010 Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Bombillas y se adoptan otras disposiciones, dicha resolución en sus considerandos, señala que:

> *"En Colombia en el año 2007 se consumieron en el mercado local 108.2 millones de unidades de bombillas, comprendiendo principalmente las siguientes tecnologías: incandescentes, 76.2 millones (70.4%); fluorescente tubular, 18.7 millones (17.3%); mercurio, haluro y sodio, 6.8 millones (6.3%); y, fluorescente compacta, 6.5 millones (6.0%). De este consumo nacional, se desechan anualmente en promedio 8.800 toneladas y se estima que para el 2015 esta cifra ascenderá a 17.000 toneladas, que son dispuestas en rellenos sanitarios o sitios de disposición final no controlada".*
>
> *"El manejo y la disposición actual que se da a los residuos de bombillas es a través del flujo de los residuos sólidos domésticos, donde no se puede asegurar la estabilidad de este tipo de residuos post-consumo dada la fragilidad de sus componentes y por consiguiente la lixiviación de contaminantes hacia aguas superficiales o subterráneas en los rellenos sanitarios o sitios de disposición final no controlados".*
>
> *Que se requiere tomar medidas destinadas a proteger el medio ambiente y la salud humana mediante la prevención de la generación o la reducción de los posibles impactos adversos de la generación y manejo inadecuado de los residuos de bombillas.*
>
> *Que es necesario organizar la recolección y la gestión ambiental de los residuos de bombillas para que estas actividades se realicen de forma selectiva y de manera separada de los demás residuos sólidos domésticos".*

En este sentido, en el artículo 14 de la Resolución 1511 de 2010 considera como obligaciones generales de los productores las siguientes:

- ✓ *Formular y presentar para aprobación del Ministerio de Ambiente, los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Bombillas.*
- ✓ *Alcanzar las metas mínimas de recolección establecidas en el artículo 10 de la resolución en estudio.*
- ✓ *Poner a disposición del público, de manera progresiva, puntos de recolección de residuos de bombillas o mecanismos de recolección equivalentes, que sean accesibles al consumidor y en la cantidad que sea necesaria teniendo en cuenta, entre otros aspectos, el mercado y la densidad de la población.*
- ✓ *Garantizar que todos los residuos de bombillas se gestionen debidamente en sus fases de recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento, valorización y/o*

disposición final de los residuos de bombillas, de conformidad con las normas ambientales vigentes.

Esta resolución, en su Artículo 13. De la Gestión de Residuos de Bombillas. Señala lo siguientes: *"Los residuos de bombillas deberán ser gestionados debidamente en sus fases de almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento, valorización y/o disposición final, por personas naturales o jurídicas autorizadas de conformidad con las normas ambientales vigentes".*

Parágrafo. *A partir de enero del año 2016, solo podrán ser gestionados los residuos de bombillas a través de actividades de aprovechamiento y/o valorización con miras al reciclaje de los mismos, en instalaciones dentro o fuera del país.*

Por su parte el Artículo 20. Prohibiciones. Señal lo siguiente "*Se prohíbe:*

a) *Disponer residuos de bombillas en rellenos sanitarios;*
b) *Quemar residuos de bombillas a cielo abierto;*
c) *Enterrar residuos de bombillas;*
d) *Abandonar residuos de bombillas en el espacio público".*

El Procurador Delegado para Asuntos Ambientales y Agrarios de la Procuraduría General de la Nación, mediante Memorando No. 0017, del 30 de Septiembre de 2013, dirigido a todos los Alcaldes Municipales y Distritales, Concejos Municipales y Distritales, Corporaciones Autónomas Regionales, Corporaciones de Desarrollo Sostenible, Autoridades Ambientales Urbanas, en cumplimiento de la función preventiva consagrada en los artículos 277 y 278 de la Constitución Política de Colombia y en el Decreto 262 de 2000, hace un llamado para el cumplimiento de dichas normar, pues el no cumplimiento de las mismas, conllevaría a una FALTA GRAVÍSIMA, sancionable hasta con la destitución del funcionario del respectivo cargo e inhabilidad general para ejercer cargos públicos hasta por 20 años, de acuerdo con lo establecido en el artículo 48 de la Ley 734 de 2002 (Código Disciplinario Único).

2.3.11. Normatividad técnica aplicable al Alumbrado Público

2.3.11.1. Reglamento técnico de iluminación y Alumbrado Público - RETILAP

Mediante la Resolución 180540 de marzo 30 de 2010 se aclara el ANEXO GENERAL DEL RETILAP y se establecieron requisitos de eficacia mínima y vida útil de fuentes lumínicas, además de otras disposiciones transitorias para facilitar su implementación.

El objeto fundamental del reglamento 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.

En el capítulo 1 del RETILAP en su sección 100 se determina el objeto del Reglamento que básicamente establece los requisitos y medidas que deben cumplir los sistemas de iluminación y de ALUMBRADO PÚBLICO precisando las reglas generales inculcando el uso racional de energía

(URE), señalando las especificaciones y exigencias mínimas de los sistemas de iluminación constituyéndose en un instrumento técnico- legal en nuestro país de obligatorio cumplimiento.

El reglamento técnico se aplica a toda instalación de iluminación o Alumbrado Público y Privada construida, ampliada o remodelada a partir de su entrada en vigencia, de conformidad con:

- Instalaciones de iluminación nuevas: Se considera instalación de iluminación nueva aquella que se construya con posterioridad a la fecha de entrada en vigencia de RETILAP.
- Ampliación de instalaciones de iluminación: Se entenderá como ampliación de una instalación de iluminación la que implique aumento de área con requerimiento de iluminación, instalación de nuevas fuentes de iluminación, modificación de las potencias de las fuentes, montaje adicional de dispositivos, equipos y luminarias.
- Remodelación de instalaciones de iluminación y Alumbrado Público: Se entenderá como remodelación de una instalación de iluminación la sustitución de dispositivos, equipos, controles, luminarias y demás componentes de la instalación de iluminación. (Energía, s.f.)

2.3.11.2. Reglamento técnico de instalaciones eléctricas – RETIE

Se establecen los requisitos que garanticen los objetivos legítimos de protección contra los riesgos de origen eléctrico, para esto se han recopilado los preceptos esenciales que definen el ámbito de aplicación y las características básicas de las instalaciones eléctricas y algunos requisitos que pueden incidir en las relaciones entre las personas que interactúan con las instalaciones eléctricas o el servicio y los usuarios de la electricidad.

Se considera que, al aplicar tales preceptos con ética, conciencia y disciplina, por todas las personas que se relacionan con los bienes y servicios inherentes a la electricidad, es decir, los usuarios de los mismos y quienes los producen y ejecuten, estén protegidos de los riesgos de origen eléctrico.

Para efectos del presente reglamento, las palabras deber y tener, deben entenderse como "estar obligado".

La amplia participación de partes interesadas en particular de los profesionales colombianos en el campo de la electrotecnia, las empresas del subsector de la electricidad, los gremios relacionados, la academia, la industria y demás ciudadanos hicieron valiosos aportes para complementar y mejorar el RETIE.

2.3.11.3. Norma técnica colombiana NTC 2050

Es una norma acorde a la invención de tecnologías en un ámbito global relacionadas a la eficiencia energética, sin dejar de lado las técnicas y materiales que se pueden implementar en las instalaciones eléctricas.

2.3.12. Conclusiones sobre el Marco Jurídico de Alumbrado Público

Así entonces, puede concluirse que se consolida en forma definitiva, la existencia de un nuevo servicio, separado y autónomo frente al servicio de suministro de energía, cuyo prestador define el Municipio y cuyas responsabilidades son separables y autónomas frente a otros servicios,

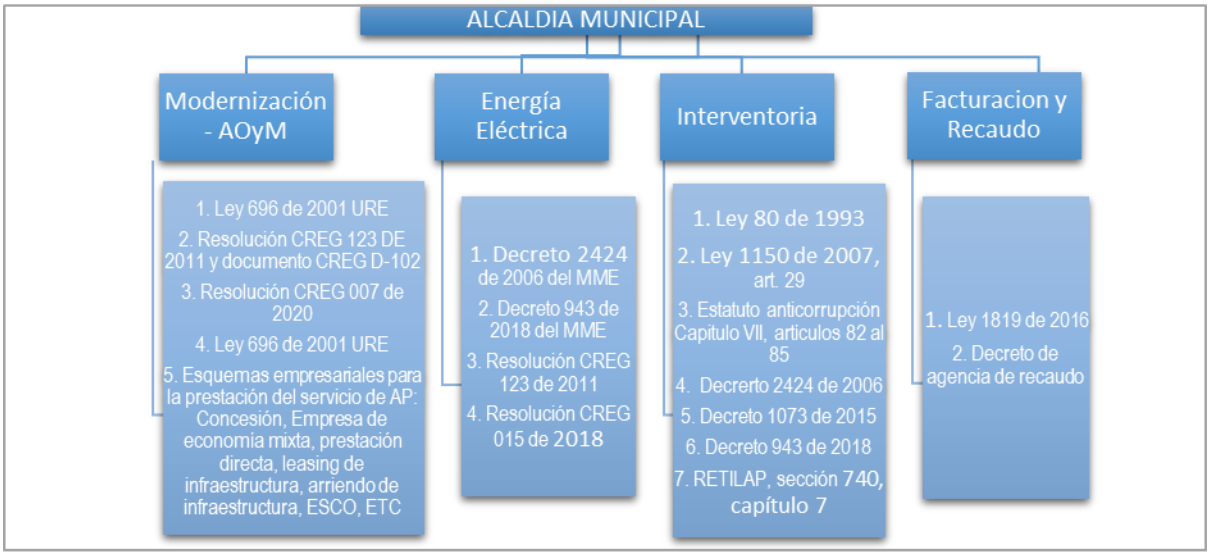
como es el caso del servicio público domiciliario de energía eléctrica, que tiene en común con el Alumbrado Público el tener como uno de sus componentes esenciales el suministro de energía.

Las forma de prestación del servicio que atiende necesidades colectivas, con usuarios indeterminados y la forma de cobro del impuesto, que no corresponde al concepto de precio equivalente, sino que como todos los impuestos se trata de un pago de carácter contributivo, fijado en este caso por las entidades territoriales, representa una novedad muy significativa, que debería tenerse en cuenta al momento de reglamentar la prestación de otros servicios con naturaleza similar, tal como sucede con los ambientales.

Ante el nuevo escenario jurídico en el cual pierden vigencia algunas de las disposiciones del Decreto Reglamentario 2424 de 2006, que eran las normas aplicables al servicio, todos los municipios del país deben revisar a fondo su actual esquema de prestación, para lo cual debe tenerse en cuenta, no solo el Decreto 943 de 2018, que reglamenta el servicio, sino además la doctrina constitucional en especial la contenida en la sentencia C-272-16, la cual inscribe su prestación en el ámbito de los servicios públicos esenciales y en el contexto del Estado Social de Derecho.

2.4. Esquemas de prestación del servicio de Alumbrado Público

La normatividad actual define el esquema en la prestación del Servicio de Alumbrado Público en los municipios de Colombia, dejando claro que los municipios y distritos son los directos responsables de la prestación del Servicio de Alumbrado Público, y este se presta teniendo en cuenta una estructura similar a la siguiente figura:



Esquema 1. Responsabilidades del Municipio frente al Servicio de Alumbrado Público

2.5. Seguimiento y Control del Sistema de Alumbrado Público

El Sistema de Alumbrado Público en todos los municipios debe cumplir con los niveles mínimos requeridos, tanto en infraestructura como en los servicios prestados. De ello se debe garantizar el buen uso y administración, y para esto se realiza el seguimiento y control del funcionamiento del servicio y la aplicación de la normatividad dentro del ordenamiento jurídico colombiano.

Así, la prestación del Servicio de Alumbrado Público involucra diferentes actores, desde el ciudadano, quien es también el principal beneficiario, hasta los entes de control encargados de verificar la correcta destinación del recurso recaudado y de la prestación del servicio en cumplimiento de las exigencias normativas a los entes territoriales.

2.5.1. Entidades de vigilancia del Sistema de Alumbrado Público

De conformidad con el artículo 12 del Decreto 943 de 2018, se deberán ejercer las funciones de vigilancia y control al Servicio de Alumbrado Público en las siguientes instancias:

Control Técnico: El Sistema de Alumbrado Público deberá cumplir con lo establecido en los reglamentos técnicos que expida el Ministerio de Minas y Energía. El control de los aspectos técnicos relacionados con Ja prestación del servicio, será ejercido por parte de las interventorías, en los términos del inciso 3 del artículo 83 de la Ley 1474 de 2011. Las interventorías elaborarán informes periódicos, haciendo especial énfasis en los aspectos técnicos, ambientales y económicos.

Control Social: Para efectos de ejercer el control social establecido en el artículo 62 de la Ley 142 de 1994 los contribuyentes y usuarios del Servicio de Alumbrado Público podrán solicitar información a los prestadores del mismo, a la Contraloría respectiva en el ámbito territorial y a la interventoría. Los municipios o distritos definirán la instancia de control ante la cual se interpongan y tramiten las peticiones, quejas y reclamos de los contribuyentes y usuarios por la prestación del Servicio de Alumbrado Público, los cuales serán registrados y tramitados de forma independiente.

Control Fiscal: El control fiscal de que trata la Ley 42 de 1993, será ejercido por las contralorías departamentales, distritales y/o municipales, según corresponda la competencia del sujeto de control, respecto del manejo contractual con los prestadores del Servicio de Alumbrado Público y sus interventores, así como al recaudo y uso del impuesto.

2.5.1.1. Interventoría del Servicio de Alumbrado Público

Uno de los controles que deben ejercerse sobre el Servicio de Alumbrado Público, como lo establece el decreto 943 de 2018, es el control técnico que como lo menciona la norma, corresponde a la interventoría del servicio, tal como lo ordena a su vez el artículo 29 de la Ley 1150 de 2007, que indica que todos los contratos en que los municipios o distritos entreguen en concesión la prestación del Servicio de Alumbrado Público a terceros, tendrán una interventoría idónea. De acuerdo con el RETILAP, que en su Sección 740, de la Resolución No. 18 1331 del 06 de agosto de 2009 y en la Sección 700 de la Resolución No. 18 0540 del 05

de marzo de 2010, que Modificó la resolución inicial, señala que todo Municipio deberá contratar una interventoría para el Servicio de Alumbrado Público con un alcance técnico, operativo y administrativo. En esta norma se fijan en consecuencia los alcances y responsabilidades detallados aplicables al Alumbrado Público, que deben ser asumidos por el interventor.

De otro lado, el denominado Estatuto Anticorrupción desarrolla en su CAPÍTULO VII reglas sobre las funciones de los interventores y los contratos de interventoría en Colombia. Establece en su artículo 83 que para efectos de moralidad y evitar corrupción "…las entidades públicas están obligadas a vigilar permanentemente la correcta ejecución del objeto contratado a través de un supervisor o un interventor, según corresponda".

Igualmente se señala que los contratos de las prórrogas que correspondan al mismo, según reza el artículo 85 cuando indica: "CONTINUIDAD DE LA INTERVENTORÍA. Los contratos de interventoría podrán prorrogarse por el mismo plazo que se haya prorrogado el contrato objeto de vigilancia. En tal caso el valor podrá ajustarse en atención a las obligaciones del objeto de interventoría, sin que resulte aplicable lo dispuesto en el parágrafo del artículo 40 de la Ley 80 de 1993."

Para el caso de los contratos de concesión, la premisa a considerar, es que los contratos de interventoría pueden estructurarse de manera integral con el contrato principal y la compra de energía. Es una integralidad contractual que garantiza la prestación del servicio con diversos instrumentos.

En atención a los requisitos normativos, se debe garantizar la existencia de una interventoría integral al proyecto encargada del control y seguimiento de la totalidad de aspectos involucrados: técnico, administrativo, legal y financiero; supervisión a ser realizada en el marco legal vigente. En general, la interventoría deberá verificar el cumplimiento por parte del contratista, de todas las obligaciones estipuladas en el contrato.

2.5.1.2. Herramientas para el seguimiento y control (sistemas de información)

Los Sistemas de Alumbrado Público se vuelven más complejos, en la medida que se cumplan con las exigencias de ahorro de energía, y con los índices de calidad y continuidad del servicio, los cuales obligan a contar con más dispositivos de control y comunicación, para disminuir los tiempos de respuesta de atención a fallas y evaluar el cumplimiento de los índices de calidad.

En este sentido, la sección 580 del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), estipula que es deber de los municipios establecer un sistema de información del alumbrado público bajo su responsabilidad.

"Los municipios que tengan registrados en su base de datos de infraestructura del Servicio de Alumbrado Público más de cinco mil (5.000) puntos luminosos, deberán disponer de un sistema de consulta a través de la WEB con la información de Alumbrado Público, en las áreas operativa y de atención al Cliente.

Esta herramienta deberá permitir la sistematización de la información de manera ordenada y funcional, garantizar la conservación de la base estadística, respondiendo a las necesidades de

información, tanto de las entidades municipales como de terceros autorizados, derivada de la ejecución de actividades del operador y de la Interventoría."

Para facilitar el manejo y optimizar la prestación del Servicio de Alumbrado Público, se requiere disponer de un sistema de información con base en el cual se pueda analizar la factibilidad de contar con un sistema de tele gestión de Alumbrado Público.

La implementación de esta herramienta de control para la prestación del Servicio de Alumbrado Público, busca el cumplimiento de los siguientes objetivos:

- ✓ Ser el centro de acopio de la información de los reportes de quejas y reclamos del servicio, así como de las respuestas y seguimiento a las mismas.
- ✓ Disponer de información actualizada, gráfica y de base de datos, conforme a las labores de modernización, expansión y mantenimiento de la infraestructura de alumbrado público; así como de las quejas y reclamos del Servicio de Alumbrado Público.
- ✓ Mantener actualizada la información gráfica y de base de datos, conforme a las labores de modernización, expansión y mantenimiento de la infraestructura de Alumbrado Público; así como de las quejas y reclamos del servicio.
- ✓ Facilitar la prestación eficaz, eficiente y efectiva del servicio de Alumbrado Público y permitir su seguimiento.
- ✓ Evaluar los índices de calidad del servicio y soportar las penalizaciones en función de los criterios previamente establecidos entre el Municipio y el operador del servicio.
- ✓ Para la gestión integral del Servicio de Alumbrado Público, deben interactuar los diferentes sistemas de información:
- ✓ El sistema de información del registro de atención de quejas, reclamos y solicitudes de Alumbrado Público.
- ✓ El sistema de información de la infraestructura que se dispone para la prestación del servicio.
- ✓ El sistema de tele gestión de Alumbrado Público.

2.5.1.3. Elementos para el seguimiento y control, planes periódicos de revisión

De conformidad con lo dispuesto en el artículo 5 del Decreto 2424 de julio de 2.006 y en concordancia con lo establecido en el artículo 12 de la Ley 143 de 1.994, 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. Así las cosas, es importante en la etapa de consultoría de los proyectos, concertar los lineamientos técnicos y de requerirse, los arquitectónicos, con el fin de optimizar los diseños fotométricos y con estos el uso eficiente y racional de la energía.

3. Estado actual de la prestación del servicio de Alumbrado Público en el Municipio

Durante el desarrollo del presente capítulo, se presentarán los aspectos relevantes del esquema actual de la prestación del Servicio de Alumbrado Público en el Municipio, haciendo análisis de los escenarios jurídico, técnico y financiero.

3.1. Situación contractual de la prestación del Servicio de Alumbrado Público

De conformidad con el artículo 2.2.3.6.1.2. del Decreto Único Reglamentario No. 1073 del año 2015, los Municipios o Distritos, quienes tienen a su cargo la prestación del servicio público no domiciliario de Alumbrado Público, lo podrán hacer de manera directa o a través de empresas de Servicios Públicos domiciliarios, u otros prestadores del servicio de Alumbrado Público. La prestación de manera directa usualmente implica la descentralización de la prestación del servicio de Alumbrado Público en alguna de las entidades que conforman el nivel central o descentralizado del orden municipal; por su parte, la prestación del servicio a través de terceros puede darse mediante contratos de concesión, operación u otro tipo de asociaciones público privadas.

3.1.1. Modalidad de contratación de la prestación del servicio

La prestación del Servicio de Alumbrado Público en el Municipio de Socorro, actualmente se está realizando a través de un contratista bajo la modalidad de Concesión, mediante el contrato No.13040082 con fecha del 02 de abril de 2013, suscrito con la empresa DISEÑOS Y CONSTRUCCIONES LTDA. DISCON LTDA, identificada con el NIT número de identificación tributaria No. 800.003.675-7. El contrato tiene por objeto LA CONTRATACIÓN POR EL SISTEMA DE CONCESIÓN DEL SUMINISTRO, INSTALACIÓN, REPOSICIÓN, REPOTENCIACIÓN (MODERNIZACIÓN), ADECUACIÓN, MANTENIMIENTO, OPERACIÓN, EXPANSIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL MUNICIPIO DE SOCORRO – SANTANDER.

3.1.1.1. Modificaciones al contrato de concesión

Otrosí No. 1 al contrato de Concesión No. 13040082 de 2013 celebrado entre el Municipio de Socorro – Santander y DISCON LTDA.

Se realizó una modificación en la CLÁUSULA DECIMA OCTAVA del contrato de concesión sobre la forma y condiciones de pago, en donde el Municipio pagará al concesionario por medio de la entidad fiduciaria que se contrate, la suma acordada en el modelo financiero de concesión de manera mensual. La CLÁUSULA TRIGÉSIMA TERCERA modifica aspectos financieros tales como la remuneración y aspectos presupuestales, desequilibrio financiero y reglas de terminación anticipada del contrato.

Las clausulas y estipulaciones contractuales del contrato principal de concesión que no se modifican ni mencionan en el otrosí No. 01, mantienen su validez y vigencia.

3.1.1.2. Demanda de nulidad contra Acuerdo Municipal No. 026 de 2016

Con motivo de la acción de nulidad simple promovida por el ciudadano HIPOLITO DURAN ZUÑIGA contra el MUNICIPIO DE EL SOCORRO y el CONCEJO MUNICIPAL DE EL SOCORRO, mediante la cual se solicitó la nulidad del acuerdo No. 026 de 2012, se inició en el año 2014 el proceso de llevó a la declaratoria de nulidad del mencionado acuerdo.

Argumentos de la demanda

Como concepto de violación, expone que, el Acuerdo Municipal Núm. 026 de 2012, no cumple con el presupuesto básico y fundamental consistente en que las facultades entregadas sean específicas, respecto del término máximo en que, el alcalde del municipio del El Socorro podía entregar en concesión, la operación del alumbrado público. Expone que, el concejo municipal comprometió las vigencias futuras, sin cumplir con los requisitos legales, ni el procedimiento establecido para tal efecto, en especial, el establecido en el Art. 23 de la Ley 179 de 1994.

Sentencia de primera instancia

Durante el análisis y argumento de la sentencia, sostiene el juez que para la suscripción del contrato de concesión Núm. 1304000082 del 02 de abril de 2013, se requería autorización del concejo municipal de El Socorro al alcalde, conforme con lo establecido en el parágrafo 4 del Art. 32 de la Ley 136 de 1994 en concordancia con el Art. 313 numeral 3 de la Constitución Política, por comprometer vigencias futuras y ser contrato de concesión.

Hace notar que, no existe claridad en cuanto al trámite impartido al proyecto de acuerdo por medio del cual se buscó otorgar facultades específicas al ejecutivo municipal, y que concluye con la expedición del Acuerdo Núm. 026 del 6 de septiembre de 2012, esto por cuanto las actas arrimadas al proceso en las cuales presuntamente se discutió dicho proyecto, presentan serias inconsistencias en cuanto a las fechas en las cuales fueron suscritas y se llevaron a cabo los debates que exige el artículo 73 de la ley 136 de 1994 y los trámites de los proyectos de acuerdo que establece el reglamento interno del Concejo del Socorro artículos 78 y ss.

Concluye que, la Ley 136 de 1994 consagra el trámite y los principios que rigen los actos de los concejos municipales, con el propósito de garantizar los principios que subyacen en su trámite, entre ellos, permitirle a la ciudadanía en general, realizar el control político de estos actos administrativos, razón por la cual, el existir irregularidades en la expedición del acuerdo 026 del 06.09.2012, compromete su legalidad, pues con ello se vulneraron los derechos y las garantías de los ciudadanos. En ese sentido, el juez de primera instancia resolvió declarar la nulidad del acuerdo demandado.

Sentencia de segunda instancia

El Concejo Municipal de El Socorro, mediante apoderado judicial, presentó recurso de apelación ante la sentencia de primera instancia, solicitando revocarla y denegar las pretensiones de la demanda.

En el trámite del recurso y la revisión por parte del Tribunal Administrativo de Santander, la sala hizo un recorrido por las distintas etapas procesales y decisiones surtidas, así como la valoración de las pruebas allegadas al proceso, evidenciando que tal como lo dispuso Ad Quo, se presentan inconsistencias en las fechas de las actas de sesión en las que se discutió el acuerdo municipal Núm. 026/2012, reiterando que, en la expedición Acuerdo Municipal 026/2012, se transgredió el término previsto en el Art. 73 de la ley 136 de 1994, para surtirse los debates, al estar probado que, la sesión plenaria se llevó a cabo en el tercer día, lo que constituye una irregularidad de fondo que compromete la legalidad del acto, pues con ello se vulneraron los derechos o las garantías de los coadministrados.

Concluyó que las irregularidades son insubsanables, debido a que los concejos municipales están supeditados a seguir el procedimiento fijado en la ley, esto es, en la Ley 136 de 1994, y toda violación a ese procedimiento genera la invalidez de las sesiones y de los actos o decisiones que allí se tomen, las que carecerán de efecto alguno.

Estado actual del Contrato de Concesión

Teniendo en cuenta la decisión judicial frente a la nulidad del Acuerdo Municipal 026 de 2012, sobre el cual el Municipio del Socorro abrió el proceso contractual que llevó a la concesión del servicio de alumbrado público a cargo de la empresa Diseños y Construcciones DISCON LTDA; el escenario actual del contrato es inexistente, pues inevitablemente el contrato deja de tener validez y de existir en la vida jurídica al declararse la nulidad del acto que lo originó.

En ese orden de ideas, actualmente el Municipio de El Socorro no cuenta con un prestador del servicio contratado y se hace necesario analizar las opciones que tiene el ente territorial para garantizar la prestación del servicio a través de las herramientas jurídicas, técnicas y financieras a su disposición.

3.1.2. Interventoría o supervisión de la prestación del servicio

Durante la vigencia del Contrato de Concesión No. 13040082 la interventoría o supervisión de la prestación del Servicio de Alumbrado Público en el Municipio de Socorro - Santander estuvo a cargo de **AUDITORIA E INTERVENTORÍA AICOS S.A.S.,** identificada con el **NIT 900.643.944-1**, con la cual el Municipio firmó contrato de consultoría **No. 1308165** el día 28 de agosto de 2013**,** encargado de la **INTERVENTORÍA TÉCNICA, ADMINISTRATIVA Y FINANCIERA AL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 13040082 DE 2013 CUYO OBJETO ES LA CONCESION DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL MUNICIPIO DE SOCORRO A CARGO DE LA SOCIEDAD DISCON LTDA.**

Ahora bien, con la declaratoria de nulidad del Acuerdo No. 026 de 2012 y por ende la inexistencia en la vida jurídica del contrato de concesión objeto de la interventoría contratada, se entiende que actualmente la supervisión del servicio se encuentra en cabeza del Municipio a través de la dependencia encargada.

3.1.3. Contratación de suministro de energía con destino al SALP

Teniendo en cuenta lo establecido en la resolución **CREG 101 103 de 2022**, capítulo III, ***"COSTO POR EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DESTINADA AL SERVICIO DE ALUMBRADO PUBLICO",*** Artículo No. 09. "Tarifa de Suministro de energía eléctrica destinado al Servicio de Alumbrado Público". La tarifa de suministro de energía eléctrica para el Servicio de Alumbrado Público está sometida a un régimen de tarifas de libre negociación entre las empresas

comercializadoras de energía eléctrica, y los Municipios o Distritos que adquieran energía eléctrica con destino al Alumbrado Público.

Así entonces, el suministro de la energía con destino al Alumbrado Público del Municipio del Socorro es realizado por el Operador de red y comercializador de energía Electrificadora de Santander ESSA, grupo EPM.

La tarifa aplicada por Kwh/mes, es la correspondiente al usuario regulado del sector oficial, conforme a lo dispuesto en la regulación expedida por la CREG. La tarifa es publicada de manera mensual por ESSA.

Teniendo en cuenta lo estipulado regulatoriamente en cuanto a los costos eficientes, la libre negociación de tarifas y observando que dentro de las metas del municipio incluidas en su plan de desarrollo se encuentran la modernización y la realización de la expansión del servicio de alumbrado público en los diferentes sectores de la ciudad que lo requieran; es un deber la entidad territorial realizar la negociación de una tarifa más beneficiosa para el Municipio.

3.1.4. Facturación y recaudo del impuesto de Alumbrado Público

Antes de la entrada en vigencia de la ley 1819 de 2016, existía la obligación de suscribir un contrato de facturación y recaudo en el cual también se pactaba la remuneración por este servicio, no obstante, con el cambio que introdujo la mencionada ley 1819, se estableció la agencia de recaudo en cabeza de las comercializadoras de energía eléctrica, indicando también que dicha actividad no tendrá remuneración.

La facturación y recaudo conjunto del Impuesto de Alumbrado Público lo realizarán las empresas comercializadoras de energía presentes en la zona, correspondiéndole a todas estas la facturación y recaudo de cada uno de sus clientes, lo cual deberán realizar dentro de la factura de energía con la periodicidad que tengan establecida para el cobro del Servicio de Alumbrado Público domiciliario que comercializan.

Para el caso de SOCORRO – SANTANDER, el proceso de facturación y recaudo del Impuesto de Alumbrado Público se lleva a cabo por medio de la ELECTRIFICADORA DE SANTANDER S.A. E.S.P, en adelante ESSA, tras la suscripción de contrato con la entidad territorial el cual tiene por objeto LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE FACTURACIÓN, DISTRIBUCIÓN DE FACTURAS Y RECAUDO CONJUNTO DE LOS VALORES POR CONCEPTO DE IMPUESTO DE ALUMBRADO PÚBLICO.

Sin perjuicio de lo anterior, es necesario que en cumplimiento a lo establecido en el artículo 352 de la ley 1819 de 2016, el Municipio reglamente mediante decreto la actividad de agencia de recaudo del impuesto de alumbrado público, fijando los lineamientos y reglas que deben seguirse en el ejercicio de dicha actividad por parte de las comercializadoras de energía, dejando claro sus responsabilidades y alcances, así como los deberes y derechos que le asisten a la entidad territorial como sujeto activo de la renta.

3.2. Situación financiera de la prestación del Servicio de Alumbrado Público

3.2.1. Acuerdo Municipal del cobro del Impuesto de Alumbrado Público

El marco jurídico y tarifario que rige el cobro del Impuesto de Alumbrado Público, se encuentra regido por el Acuerdo Municipal No. 020 de 2018, POR MEDIO DEL CUAL SE EXPIDE EL ESTATUTO TRIBUTARIO DEL MUNICIPIO DE SOCORRO SANTANDER.

El siguiente Acuerdo tiene por concepto las siguientes disposiciones:

HECHO GENERADOR: Constituido por el beneficio de la prestación del servicio de Alumbrado Público.

SUJETO PASIVO: Son sujetos pasivos del cobro del impuesto de Alumbrado Público todas las personas naturales, jurídicas, consorcios, uniones temporales o cualquier otro tipo de asociación que realice consumos de energía eléctrica, bien sea como usuarios de servicio público domiciliario de energía eléctrica o como autogeneradores, cogeneradores, consumidores a través de fuentes no convencionales o cualquier otra tecnología de suministro y consumo de energía eléctrica que se utilice para el efecto.

También se consideran sujetos pasivos los propietarios de inmuebles ubicados dentro de la jurisdicción del Municipio de SOCORRO – SANTANDER, cuando no sean usuarios del servicio de energía eléctrica.

SUJETO ACTIVO: El Municipio de SOCORRO – SANTANDER funciona como sujeto activo del impuesto de Alumbrado Público que se cause en su jurisdicción y en el radican potestades tributarias de administración, gestión, control, fiscalización, investigación, liquidación, discusión, recaudo, devolución, compensación, cobro e imposición de sanciones de los mismos.

BASES GRAVABLES: La base gravable del cobro del impuesto de Alumbrado Público se encuentra constituida por lo siguiente:

a. Los consumidores de energía eléctrica en calidad de usuario del servicio público domiciliario, corresponde al consumo mensual facturado por la correspondiente empresa prestadora del servicio.

   Para los consumidores en calidad de autogeneradores, cogeneración, fuentes no convencionales o cualquier otra tecnología o mecanismo de suministro y consumo de energía eléctrica que se utilice para el efecto, corresponde al valor de la energía generada, calculada sobre la carga autogenerada o cogenerada.

b. Los propietarios, tenedores o poseedores de inmuebles ubicados dentro de la jurisdicción del Municipio de SOCORRO – SANTANDER, cuando no sean usuarios del servicio de energía eléctrica, la base gravable corresponde al avalúo catastral que sirve como base para el cálculo del impuesto predial.

TARIFA: La tarifa del impuesto de Alumbrado Público está definida por los porcentajes que se contemplan a continuación:

- Para los usuarios de energía eléctrica por el consumo mensual de energía: servicio público domiciliario, autogeneración o cogeneración se aplicarán las siguientes tarifas:

CLASE DE SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA	URBANO	RURAL
RESIDENCIAL	15%	0%
COMERCIAL	15%	0%
INDUSTRIAL	15%	0%
OFICIAL	15%	0%
ACUEDUCTO	15%	0%
AREAS COMUNES	0%	0%

- Los propietarios, tenedores o poseedores de inmuebles ubicados dentro de la jurisdicción del Municipio de SOCORRO – SANTANDER cuando no sean usuarios del servicio de energía eléctrica la tarifa es la siguiente:

PREDIOS	TARIFA POR MIL
Predios no usuarios del servicio de energía	1

Liquidación del impuesto para los no usuarios del servicio de energía eléctrica: El cobro del impuesto de Alumbrado Público se efectuará a través de una sobretasa sobre el impuesto predial, establecidas para los casos previstos en el presente Acuerdo Municipal y se liquidará con el impuesto predial unificado de manera anual.

3.2.2. Análisis de suficiencia financiera y viabilidad jurídica del acuerdo vigente

Del análisis jurídico realizado se observa que, si bien la definición del hecho generador del impuesto en el acuerdo vigente es congruente con la definición introducida por la ley 1819 de 2016, este requiere actualizaciones normativas para efectos de definir con mayor asertividad los alcances de la sujeción pasiva, la base gravable y la forma de facturación y recaudo.

Se observa que el Acuerdo 020 de 2018 contempla la tarifa 0% para el sector rural y para las zonas comunes, sin tener en cuenta la potencialidad del beneficio en la prestación del servicio de quienes residen en tal zona, así como la diferenciación entre los tipos de usuarios, pues no ha sido posible encontrar justificación en la exoneración en el pago del impuesto de ciertos contribuyentes comerciales o industriales que hagan parte del sector rural, teniendo en cuenta sus calidades y capacidad contributiva.

Lo anterior, tendría un impacto negativo en la situación financiera del sistema, y aunque no es claro el escenario actual de los egresos, debe tenerse en cuenta que dejar de recaudar el impuesto en algunos sectores, podría limitar a la entidad territorial en nuevas inversiones y continuar con la mejora de la cobertura del servicio.

Lo anterior, genera una importante fuga de ingresos para el sistema de alumbrado público y a su vez, permite la interpretación errónea para los contribuyentes sobre una supuesta inexistencia de la obligación, en el entendido que el acuerdo no contempla realmente una exención o exclusión, sino simplemente la tarifa 0%, contraviniendo lo establecido en el ordenamiento jurídico nacional, pues la definición del hecho generador del impuesto indica que son sujetos pasivos todos y cada uno de los beneficiarios del servicio.

Así las cosas, se observa con claridad que el modelo actual de facturación del impuesto en el Municipio de El Socorro podría ser mucho más eficiente si se corrigen las inconsistencias mencionadas anteriormente, además de realizar las actualizaciones normativas que corresponden.

En el siguiente acápite, se procederá a realizar el análisis financiero que permitirá vislumbrar con mayor claridad la suficiencia financiera del acuerdo aquí analizado.

3.2.3. Análisis financiero del sistema actual de Alumbrado Público

Teniendo en cuenta que actualmente el Municipio de El Socorro tiene establecida la prestación del servicio de alumbrado público directamente a cargo de la entidad territorial y entendiendo que no se encuentra vigente el Contrato de Concesión No. 13040082 DE 2013, no fue posible identificar un modelo financiero establecido de costos del sistema.

Sin embargo, de conformidad con la información entregada por parte del ente territorial, fue posible identificar la información general de facturación y recaudo, así como algunos egresos reportados en los informes de interventoría y lo extractos fiduciarios. En todo caso, para poder tener una referencia de los costos del sistema y dar cumplimiento a los criterios establecidos en el Decreto 943 de 2018 en cuanto a la identificación de la situación financiera actual, hemos reconstruido la información recibida y procedido a identificar los costos en los que el municipio ha incurrido para la prestación del servicio, los cuales han sido solventados con cargo a la fuente de financiación que es el impuesto de alumbrado público.

A continuación, se indica un balance de ingresos y egresos construido de acuerdo a la información recibida por parte de la entidad territorial, el cual comprende valores recaudados del impuesto de alumbrado público desde el año 2015 hasta 2022 y egresos que comprenden desde el mes de julio de 2014 hasta mayo de 2022.

INGRESOS	
RECAUDO IAP	$ 9.904.758.057
EGRESOS	
COSTO ENERGÍA	$ 4.040.387.890
PAGOS OPERADOR	$ 4.869.752.470
INTERVENTORÍA	$ 317.662.288
COMISIÓN FIDUCIARIA	$ 160.098.180
TOTAL EGRESOS	$ 9.387.900.828

Tabla 2. Balance ingresos y egresos

Vale destacar, que debido a la disparidad en los periodos identificados en los ingresos y egresos, los cuales fueron tomados de los extractos de fiducia e informes de interventoría, el anterior balance se plantea como referencia para tener una idea global del estado de la situación financiera del sistema de alumbrado público del Municipio de El Socorro, lo cual permitirá realizar un análisis tentativo y evaluar el escenario actual del servicio para posteriormente proponer la soluciones que se requieran.

3.2.3.1. Ingresos

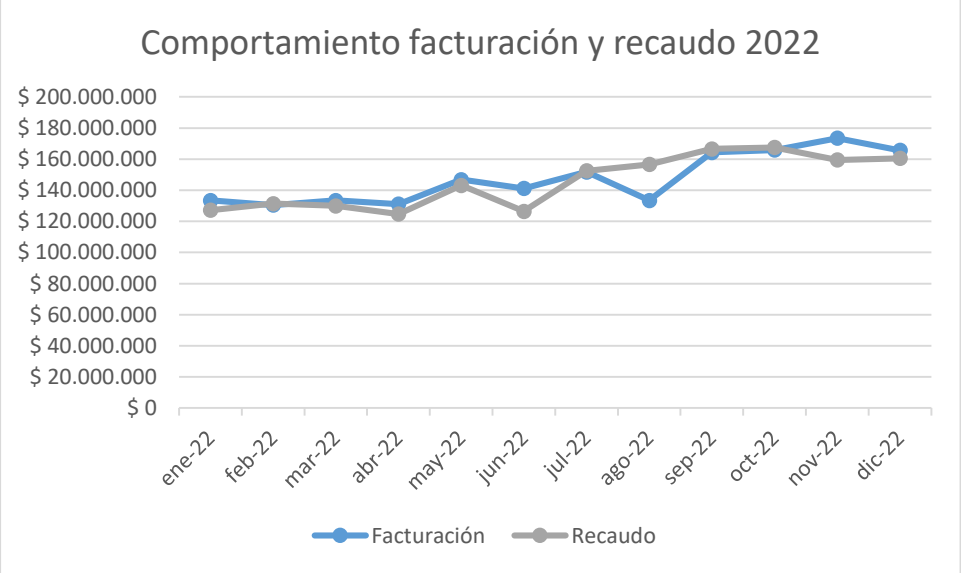
De acuerdo a lo mencionado anteriormente, la fuente de financiación del servicio son los recaudos del impuesto de alumbrado público; en la siguiente tabla se detalla el recaudo por año desde junio de 2015 hasta diciembre de 2022:

AÑO	Facturación	Recaudo
2015	$ 594.031.071	$ 598.125.302
2016	$ 1.154.163.322	$ 1.132.343.013
2017	$ 1.159.753.433	$ 1.160.875.255
2018	$ 1.241.953.057	$ 1.213.888.827
2019	$ 1.337.959.741	$ 1.220.680.224
2020	$ 1.372.377.730	$ 1.351.763.450
2021	$ 1.487.288.646	$ 1.480.953.749
2022	$ 1.771.167.319	$ 1.746.128.237
Total general	**$ 10.118.694.319**	**$ 9.904.758.057**

Tabla 3. Información recaudo del Municipio

La anterior información corresponde a los informes de facturación y recaudo reportados por el agente de recaudo y comercializador incumbente Electrificadora de Santander ESSA. Como puede observarse, el comportamiento del recaudo es similar en todas las vigencias con un promedio de 98% de eficiencia y un total de recaudo de más de nueve mil novecientos millones en lo transcurrido desde el segundo semestre de 2015 hasta el cierre de 2022.

Para mayor detalle, a continuación, se muestra un comparativo del comportamiento de la facturación y recaudo mensual del año 2022.



Durante la vigencia 2022, el recaudo del impuesto presentó un comportamiento estable y una eficiencia del 99%, en promedio la facturación fue de aproximadamente 150 millones y el recaudo de más de 145 millones mensuales, también se observa un incremento progresivo de la facturación y recaudo, como puede observarse en la siguiente tabla:

Periodo	Facturación	Recaudo
ene-22	$ 133.439.566	$ 127.213.092
feb-22	$ 130.491.748	$ 131.432.385
mar-22	$ 133.493.699	$ 129.969.592
abr-22	$ 131.144.137	$ 124.742.888
may-22	$ 146.828.594	$ 143.128.679
jun-22	$ 141.214.974	$ 126.441.980
jul-22	$ 151.728.697	$ 152.476.196
ago-22	$ 133.479.513	$ 156.660.270
sep-22	$ 164.349.022	$ 166.589.077
oct-22	$ 165.912.808	$ 167.491.576
nov-22	$ 173.459.983	$ 159.494.288
dic-22	$ 165.624.578	$ 160.488.214
Total	**$ 1.771.167.319**	**$ 1.746.128.237**

3.2.3.2. Egresos

De acuerdo a la información suministrada por el Municipio, los costos incurridos en la prestación del servicio se han concentrado principalmente en el consumo de energía del sistema, el pago de la remuneración al contratista DISEÑOS Y CONSTRUCCIONES LTDA DISCON LTDA, mientras estuvo vigente el contrato de concesión No. 13040082 DE 2013, pagos a la interventoría y gastos fiduciarios.

Lo anterior, bajo la precisión que dichos egresos no corresponden al 100% de los costos totales bajo la ejecución del mencionado contrato que hoy no se encuentra en ejecución y que obedece únicamente a información reconstruida con base en informes de interventoría y extractos fiduciarios.

a. Costo de la energía con destino al SALP

Corresponde al rubro pagado al comercializador, por la energía destinada al sistema de Alumbrado Público. Este valor es el producto de multiplicar la tarifa de energía por el número de kilovatios que consume el parque lumínico instalado en el municipio, cada mes. En la siguiente tabla se observan los valores pagados por este concepto desde junio de 2015 hasta diciembre de 2022.

Año	Valor Consumo de energía
2015	$ 255.578.919
2016	$ 488.174.317
2017	$ 482.325.080
2018	$ 484.976.787
2019	$ 497.117.769
2020	$ 538.614.667
2021	$ 581.723.896
2022	$ 711.876.455
Total	**$ 4.040.387.890**

Tabla 4. Costo de la energía con destino al SALP del Municipio

Como puede observarse el valor de la energía ha incrementado a lo largo de las vigencias presentadas, siendo el 2022 el año con mayor incremento con un 22% de mayor valor respecto del año 2021. Conforme los ingresos reportados en el numeral anterior, es posible indicar que el costo de la energía ha representado en promedio el 40% del total del recaudo del impuesto de alumbrado público.

b. Pagos al operador

De acuerdo con la información de los extractos fiduciarios y los informes de interventoría, se pudieron identificar algunos valores pagados al contratista DISCON LTDA durante la vida del contrato de concesión No. 13040082 de 2013, en algunos extractos fue posible identificar pagos realizados por concepto de operación y mantenimiento (CAOM) y retorno de inversión (CINV) de acuerdo a los respectivos periodos facturados como se muestra a continuación:

PERIODO	CAOM	CINV	Proyectos especiales
2017		$ 123.741.915,00	
2018		$ 125.978.705,00	
2019		$ 97.985.543,00	
2020			
2021	$ 106.810.664,00	$ 39.622.901,00	$ 121.055.201,00
2022	$ 114.713.173,00	$ 42.352.712,00	$ 181.582.802,00
Total general	**$ 221.523.837,00**	**$ 429.681.776,00**	**$ 302.638.003,00**

Tabla 5. Pagos realizados al contratista

La información de la tabla anterior, permite identificar los valores pagados al operador, según los extractos de fiducia, exactamente por los costos de CAOM, CINV y otros proyectos, que según el extracto fueron denominados como especiales, por los periodos indicados.

Ahora bien, en general los extractos fiduciarios, permitieron identificar pagos realizados al operador, indicando la fecha de causación, por lo cual a continuación se señalan los valores totales pagados al contratista, según los extractos fiduciarios, cuyas fechas de causación se encuentran comprendidas entre julio de 2014 y mayo de 2022, precisando que no se encontraron extractos correspondientes al año 2020 y que el valor indicado para tal vigencia corresponde a lo reportado en los informes de interventoría.

Año	PAGOS OPERADOR
2014	$ 851.964.964
2015	$ 661.941.376
2016	$ 477.130.001
2017	$ 469.356.197
2018	$ 684.742.903
2019	$ 625.093.762
2020*	$ 493.385.814
2021	$ 267.488.766
2022	$ 338.648.687
Total	**$ 4.869.752.470**

Tabla 6.Pagos al operador

En ese sentido, se entendería que de acuerdo a los reportes de fiducia y de la interventoría, el contratista DISCON LTDA, habría recibido en total un valor $4.869.752.470 como remuneración durante la vigencia del contrato No. 13040082 de 2013.

c. Interventoría

Igualmente, dentro de los extractos fiduciarios se identificaron pagos realizados a la empresa AUDITORIA E INTERVENTORÍA AICOS S.A.S., que de conformidad con el de consultoría No. 1308165 de 2013, cuya remuneración fue pactada por el 3% sobre el valor del recaudo mensual del impuesto de alumbrado público.

En ese orden, a continuación, se indican los valores reportados por la fiducia como pagos realizados a la interventoría, con la precisión que el valor indicado en la vigencia 2020 se incluyó con base en los informes de interventoría, toda vez que no se logró obtener extractos o reporte de pagos de la vigencia 2020.

Año	Suma de INTERVENTORÍA
2014	$ 29.850.715
2015	$ 24.288.952
2016	$ 38.993.416
2017	$ 31.604.545
2018	$ 33.521.194
2019	$ 36.725.391
2020*	$ 39.766.230
2021	$ 44.428.613
2022	$ 38.483.232
Total	**$ 317.662.288**

Tabla 7. Interventoría de la prestación del servicio

d. Gastos fiduciarios

Dentro de los egresos identificados, se logró evidenciar un total de $160.098.180 pagados a la entidad FIDUCIARIA POPULAR S.A. por concepto de la remuneración pactada, la cual fue establecida en 2 SMMLV.

3.3. Estado actual de la infraestructura del servicio de Alumbrado Público

El Socorro es un Municipio del Departamento de Santander, localizado a 121 kilómetros de Bucaramanga, en un territorio cuya extensión es igual a 122,1 km2.

En la actualidad, el Municipio cuenta con infraestructura de Alumbrado Público en su área urbana y zona rural, permitiendo brindar el servicio de Alumbrado Público en las vías y zonas exclusivas, entendiendo estas últimas como parques, canchas (bien sea de futbol, baloncesto, microfútbol, etc.), glorietas, senderos peatonales en puentes y plazas.

En el siguiente numeral, se darán a conocer los aspectos más relevantes del Sistema de Alumbrado Público que posee actualmente el Municipio de El Socorro-Santander, mostrando de

manera resumida cómo es la distribución del Alumbrado público, teniendo en cuenta el siguiente aspecto: censo de luminarias de alumbrado público actualizadas.

Del estudio realizado se plantearon los siguientes ejercicios:

- Elaboración de Censo de infraestructura existente.
- Comparación con base de datos existente.
- Muestreo Lumínico de Vías con tecnología LED.
- Elaboración de propuesta de iluminación con base a los resultados del estudio de acuerdo con la infraestructura actual de Alumbrado Público.

En la elaboración del censo se presentaron algunos impedimentos en campo como lluvias que atrasaron algunas entregas, áreas restringidas para los levantamientos; sin embargo, se procedió con la comparación y evaluación de resultados de los estudios alcanzados.

3.3.1. Censo de luminarias de Alumbrado Público existentes

Socorro Santander cuenta con un parque lumínico distribuido en el casco urbano y en sus veinte dos (2) corregimientos / veredas. Actualmente la infraestructura cuenta con 2.434 luminarias, a partir de los datos recolectados durante el censo de realizado en el año 2023. La tecnología de las luminarias existentes en el Municipio se encuentra en su mayor proporción para modernizar, es decir, se encuentran en otras tecnologías diferente a la LED.

En la siguiente tabla se puede observar a detalle el comportamiento de la infraestructura actual de Alumbrado Público, teniendo en cuenta las diferentes tecnologías de luminarias, donde se evidencia que la tecnología predominante en la actualidad es Sodio.

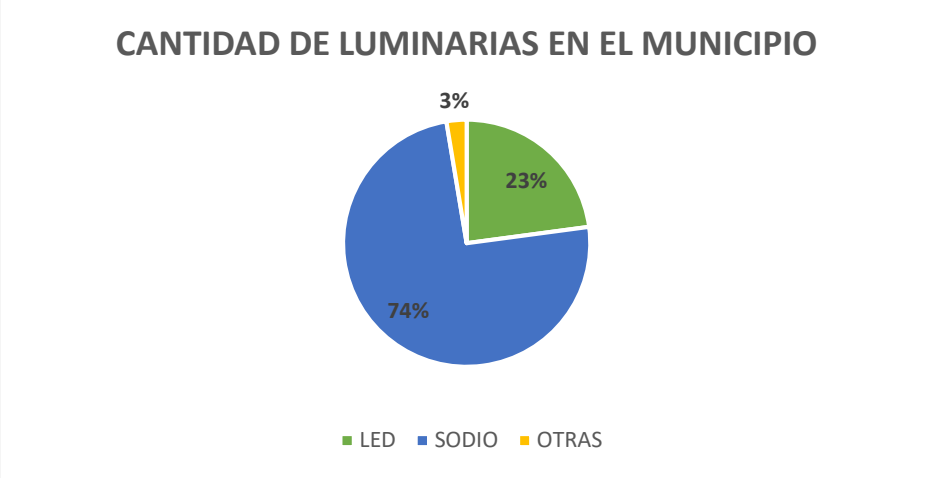
POTENCIA INSTALADA EN EL MUNICIPIO DE EL SOCORRO, SANTANDER						
TECNOLOGÍA	**POTENCIA [W]**	**PÉRDIDAS (W)**	**CANTIDAD**	**POTENCIA INSTALADA (kW)**	**CONSUMO kWhm**	**CONSUMO kWhm**
LED	25	3	3	0.08	29.70	**9.553.50**
	30	3	355	11.72	4.217.40	
	35	4	8	0.31	110.88	
	40	4	2	0.09	31.68	
	50	5	71	3.91	1.405.80	
	60	6	74	4.88	1.758.24	
	70	7	3	0.23	83.16	
	100	10	28	3.08	1.108.80	
	120	12	2	0.26	95.04	
	150	15	8	1.32	475.20	
	200	20	3	0.66	237.60	
TOTAL LED			**557**			
METAL HALIDE	400	40	**48**	21.12	7.603.20	7.603.20

POTENCIA INSTALADA EN EL MUNICIPIO DE EL SOCORRO, SANTANDER						
FLUORESCENTE	15	2	7	0.12	41.58	91.08
	25	3	5	0.14	49.50	
TOTAL FLUORESCENTE			**12**			
MIXTA	30	3	2	0.07	23.76	150.48
	160	16	2	0.35	126.72	
TOTAL MIXTA			**4**			
SODIO	70	11	1719	139.24	50.126.04	56.082.60
	150	19	88	14.87	5.353.92	
	250	29	6	1.67	602.64	
TOTAL SODIO			**1.813**			
Total general			**2.434**	**204.11**	**73.480.86**	**73.480.86**
PSL			**521**			

Tabla 8. Condición actual Alumbrado Público del Municipio

A partir del censo de la infraestructura existente en el Municipio se logró precisar también que existen 521 postes sin luminarias que podrían adaptarse para su uso.

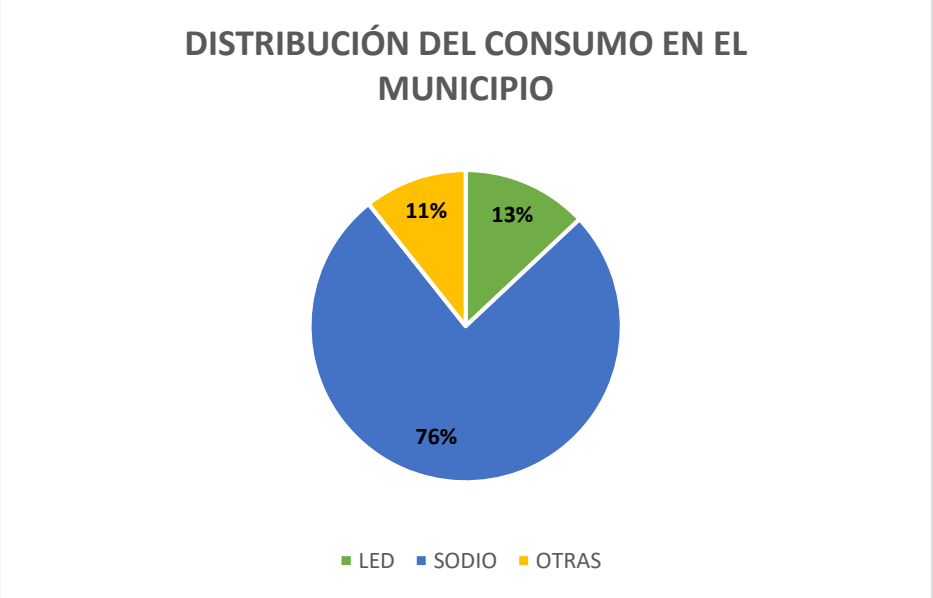
En la gráfica proyectada a continuación, se presenta el porcentaje por tecnología presente en el parque lumínico actual del Municipio:



Grafica 1. Cantidad de luminarias en el Municipio

Así pues, se observa a partir de la gráfica anterior que el 74% de las luminarias presentes en el parque lumínico del Municipio pertenecen a la tecnología Sodio, frente al 23% de luces LED y el 3% a otras tecnologías.

En la siguiente grafica se muestra el porcentaje de distribución por consumo de cada una de las tecnologías presentes en el parque lumínico actual del Municipio:



Grafica 2. Distribución del consumo en el Municipio

A partir de la información reportada en la gráfica anterior se observa que, en cuanto al consumo de las luminarias presentes en el parque lumínico del Municipio, el 76% representa a la tecnología Sodio, mientras que el 13% a tecnología LED y el 11% a otras distintas a las mencionadas.

La cobertura del parque lumínico en el Municipio desagregado por área urbana y rural se describe en las tablas presentadas a continuación:

Cobertura urbana

INVENTARIO DE LUMINARIAS EN ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO SOCORRO, SANTANDER		
TECNOLOGÍA	**POTENCIA [W]**	**CANTIDAD**
LED	25	3
	30	347
	35	0
	40	2
	50	64
	60	73
	70	3
	100	2
	120	2
	150	0
	200	1
TOTAL LED		**497**

INVENTARIO DE LUMINARIAS EN ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO SOCORRO, SANTANDER		
MIXTO	30	2
	160	0
TOTAL MIXTO		**2**
METAL HALIDE	400	**20**
FLUORESCENTE	15	0
	25	0
TOTAL FLUORESCENTE		**0**
SODIO	70	1.495
	150	68
	250	6
TOTAL SODIO		**1.569**
Total general		**2.097**
PSL		**173**

Tabla 9. Inventario de luminarias área urbana del Municipio

El inventario de luminarias presentes en el área urbana del Municipio presenta un total general de 2.097 luminarias, en donde se destaca la presencia de tecnologías como: Sodio, LED, Mixto, Metal Halide, Fluorescente, con el total de luminarias que representan cada una.

Cobertura rural

INVENTARIO DE LUMINARIAS EN ÁREA RURAL DEL MUNICIPIO SOCORRO, SANTANDER		
TECNOLOGÍA	**POTENCIA [W]**	**CANTIDAD**
LED	25	0
	30	8
	35	8
	40	0
	50	7
	60	1
	70	0
	100	26
	120	0
	150	8
	200	2
TOTAL LED		**60**

INVENTARIO DE LUMINARIAS EN ÁREA RURAL DEL MUNICIPIO SOCORRO, SANTANDER		
MIXTO	30	0
	160	2
TOTAL MIXTO		**2**
METAL HALIDE	400	**28**
FLUORESCENTE	15	7
	25	5
TOTAL FLUORESCENTE		**12**
SODIO	70	224
	150	20
	250	0
TOTAL SODIO		**244**
Total general		**346**
PSL		**348**

Tabla 10. Inventario de luminarias área rural del Municipio

El inventario de luminarias presentes en el área rural del Municipio posee un total general de 346 luminarias, en donde se destaca la presencia de tecnologías como: Sodio, LED, Mixto, Metal Halide, Fluorescente, con el total de luminarias que representan cada una.

3.3.2. Tecnología de luminarias del Sistema de Alumbrado Público

Se conoce como tecnología de la luminaria al conjunto conformado por la metodología y los componentes implementados para la producción de la luz. Entre las tecnologías mayormente usadas para brindar el servicio de Alumbrado Público, se pueden encontrar el Sodio, Metal Halide, Fluorescente, Mercurio y LED. Debido a que la diferencia principal surge del método para la producción de la luz, el uso de una tecnología u otra depende de la temperatura del color, eficacia lumínica, costo y vida útil.

A continuación, se presenta una breve descripción de cada una de las tecnologías más comúnmente usadas en la infraestructura de Alumbrado Público en el Municipio de El Socorro:

- Luminaria de sodio a alta presión:

Este tipo de luminaria está compuesta por un tubo de descarga, dos electrodos, sodio, una mezcla de gas xenón para facilitar el arranque y vapor de mercurio que protege a los electrodos amortiguando la movilidad de los electrones. La luz se produce tras el choque de los electrones libres con los átomos del gas del tubo de descarga, los cuales pasan a órbitas con mayor energía. Son una de las fuentes de iluminación más eficientes, ya que proporcionan gran cantidad de lúmenes por vatio. El color de la luz que producen es amarillo brillante. Este tipo de luminarias tienen muchos usos posibles tanto en iluminación de interiores como de exteriores.

- **Ventajas:** Es muy eficiente y presentan un gran alcance para el uso de grandes áreas.
- **Desventajas:** El sodio es un material peligroso que puede quemar cuando se expone al aire (por ejemplo, si la bombilla se rompe en la basura). Requiere de un arrancador y son de gran tamaño.



Imagen 1. Luminaria de sodio a alta presión. Fuente OSRAM.

- **Luminaria de Metal Halide:**

Este tipo de luminaria está compuesta por un tubo de cuarzo, electrodos de tungsteno, mercurio, yoduro, bromuros de diferentes metales y un gas noble. Una vez proporcionada la diferencia de potencia entre los electrodos, el gas argón se ioniza y facilita el paso del arco pulsante. El calor generado por el arco eléctrico vaporiza el mercurio y los haluros metálicos, produciendo luz a medida que la temperatura y la presión aumentan.

- **Ventajas:** Alta eficiencia, excepcional rendimiento de color y buen mantenimiento de lúmenes.
- **Desventajas:** Requiere equipos auxiliares tales como balasto, arrancador (ignitor) y capacitor (condensador).



Imagen 2. Luminaria de Metal Halide. Fuente PHILIPS

- **Luminaria LED:**

Sus siglas en español traducen, Diodo Emisor de Luz. Este tipo de luminarias son de estado sólido, no poseen partes frágiles o movedizas y pueden durar por décadas.

- **Ventajas Energéticas:** Ofrecen hasta un 85% de ahorro energético para las fuentes Incandescentes y Halógenas. Ofrece un 50% de ahorro energético sobre las fuentes más eficientes: Fluorescentes y Luminarias de descarga (alumbrado basadas en Sodio, halogenuros metálicos o vapor de mercurio), Fluorescencia compacta (conocidas como de bajo consumo). encendido inmediato, desaparecen las pérdidas de tiempo esperando a que la luminaria alcance la temperatura adecuada, o se encienda

correctamente. No requiere sustitución del portaluminarias existente, es suficiente con realizar un sencillo recableado.

- **Ventajas ambientales:** No contienen mercurio ni otros metales pesados. Al ser más eficientes producen menos emisiones de CO2 para conseguir la misma iluminación. No generan tanto calor como las tradicionales con el consiguiente ahorro en climatización. Sin radiación Infrarroja ni ultravioleta.

- **Ventajas visuales:** Alto Índice de Reproducción Cromática (IRC: es una medida de la capacidad que una fuente luminosa tiene para reproducir fielmente los colores de varios objetos en comparación con una fuente de luz natural o ideal, cuanto más elevado más reales son los colores).

- **Desventajas:** Su mayor enemigo son las altas temperaturas, a partir de 65º la mayoría de los LED se estropean. No solo debemos vigilar el LED si no la electrónica que lleva asociada, que suele romperse antes que el LED. Requieren una elevada disipación térmica, si bien generan menos calor que las convencionales, el que genera es muy importante disiparlo, para ello es vital que los disipadores sean de aluminio y con mucha superficie de disipación. Nos garantizará mayor tiempo de vida de la luminaria. El precio en comparación con las convencionales es bastante elevado.



Imagen 3. Luminaria LED. Fuente BRIDGELUX.

3.3.3. Indicadores de eficiencia, calidad y cobertura

A continuación, se presentan los índices de eficiencia, calidad y cobertura sobre la prestación del servicio de Alumbrado en el Municipio, conforme a lo reportado en los últimos años:

- **Eficiencia:**

EFICIENCIA MTT (AVE/ACT)			
	2020	2021	2022
EL SOCORRO	99%	100%	100%

Tabla 11. Eficiencia del servicio de AP en el Municipio

A partir de la información anterior, el indicador de eficiencia se considera que se vio afectado por factores como la lluvia, tiempo laboral agotado y recurso de vehículo carro canasta.

- Calidad:

CALIDAD (PQR RECIBIDA / PQR ATENDIDAS)			
EL SOCORRO	2020	2021	2022
	99%	100%	100%

Tabla 12.Calidad del servicio de AP en el Municipio

- Cobertura:

Vías:

Actualmente, el total de vías vehiculares y peatonales en el Municipio es igual a 161.91 kilómetros y la cobertura de Alumbrado Público equivale a 86.1kilómetros, lo cual corresponde a 2.870 luminarias. Por lo tanto, la cobertura de la infraestructura de Alumbrado Público corresponde a un 53% del total de vías existentes en el Municipio.

Total vías peatonales y vehiculares (km)	161.91
Total vías peatonales y vehiculares con alumbrado público (km)	86.10
Porcentaje de cobertura (%)	53%

Tabla 13. Conteo realizado en la cartografía actual del municipio

3.3.4. Zonas Exclusivas Públicas con Alumbrado Público

En cuanto a la cobertura de Alumbrado Público en zonas exclusivas del Municipio, entendiendo estas últimas como parques, canchas (bien sea de futbol, baloncesto, microfútbol, etc.), glorietas y plazas, el municipio cuenta con un total de 14 zonas. De éstas, 12 zonas exclusivas cuentan con servicio de Alumbrado Público, lo cual corresponde a un 86% de cobertura con un inventario de 201 luminarias, reflectores y faroles.

Sin embargo, para lograr una cobertura total en las zonas exclusivas del Municipio, en el presente se incluyen las adecuaciones necesarias como expansiones y modernización. En el siguiente listado se relacionan las zonas exclusivas con cobertura que fueron incluidas en el presente informe, trabajadas como modernización y expansiones:

ITEM	NOMBRE ZONA
1	ESTADIO JOSE ANTONIO GALÁN
2	PARQUE INTRA
3	PARQUE DE LA CHIQUINQUIRÁ
4	PARQUE PRINCIPAL DE SOCORRO
5	PARQUE CONVENTO LOS CAPUCHINOS
6	PARQUE LA 20
7	CANCHA DE FUTBOL VILLA OLIMPICA
8	CANCHA PRIMERO DE MAYO
9	LA CANCHA Carrera 9

ITEM	NOMBRE ZONA
10	CANCHA DEL PORTAL SARAVITA
11	POLIDEPORTIVO JUVENTUD COMUNERA
12	PLAZA DE FIESTAS

Tabla 14. Zonas exclusivas públicas con servicio de Alumbrado Público

3.3.5. Georreferenciación y características de las luminarias

La base de datos del parque lumínico georreferenciado existente en el Municipio de El Socorro, reposa en el anexo A del presente estudio.

3.3.5.1. Tipo de apoyo (postes)

La base de datos del parque lumínico georreferenciado, donde se almacena la información de los apoyos exclusivos existentes en el Municipio, se encuentra en el anexo A del presente estudio, sin embargo, en la siguiente tabla se muestra el consolidado de información:

TIPO/ALTURA POSTE	ALTURA	CANTIDAD
CONCRETO		
	6	2
	8	1.796
	9	2
	10	112
	12	321
	14	43
	18	7
Subtotal Postes de Concreto		**2.283**
FIBRA DE VIDRIO	8	49
	9	1
	12	5
Subtotal mástiles		**55**
MADERA	6	1
	8	31
Subtotal madera		**32**
METALICO	3	9
	4	47
	6	76
	8	193
	10	16
	12	21
	14	1
Subtotal Postes Metálicos		**363**
Fachada		92
Subtotal Fachada		92
Total		**2.825**

Tabla 15. Tipo de Apoyo (postes) del sistema de AP del Municipio

Todos los apoyos son considerados como postes de Alumbrado Público, luego de que estos cumplan con un certificado RETILAP. Cabe resaltar que los postes de 3, 4 y 6 metros son los que se deben utilizar en zonas peatonales tales como parques y plazas con red subterránea por seguridad eléctrica. En las vías vehiculares se deben usar postes de 8 metros en adelante, debido a que normalmente la red utilizada es aérea y debe cumplir con las distancias de seguridad de cuerdo al apartado 13.1 de RETIE, para red de baja tensión (5 metros de distancia mínimo desde piso a vano), que a pesar de expresar que es para cables desnudos, se tiene en cuenta para todo tipo de cable y el punto de seguridad vial, tal como se muestra a continuación en la información de RETIE:

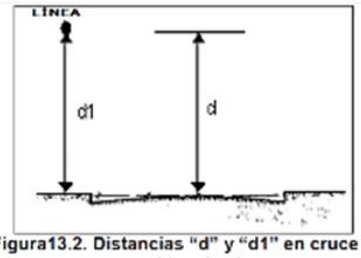


Figura13.2. Distancias "d" y "d1" en cruce y recorridos de vias

Imagen 4. Distancias apoyos según RETIE.

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN ZONAS CON CONSTRUCCIONES		
Descripción	**Tensión nominal entre fases (kV)**	**Distancia (m)**
Distancia vertical "**a**" sobre techos y proyecciones, aplicable solamente a zonas de muy difícil acceso a personas y siempre que el propietario o tenedor de la instalación eléctrica tenga absoluto control tanto de la instalación como de la edificación (Figura 13.1).	44/34,5/33	3,8
	13,8/13,2/11,4/7,6	3,8
	<1	0,45
Distancia horizontal "**b**" a muros, balcones, salientes, ventanas y diferentes áreas independientemente de la facilidad de accesibilidad de personas. (Figura 13.1)	66/57,5	2,5
	44/34,5/33	2,3
	13,8/13,2/11,4/7,6	2,3
	<1	1,7
Distancia vertical "**c**" sobre o debajo de balcones o techos de fácil acceso a personas, y sobre techos accesibles a vehículos de máximo 2,45 m de altura. (Figura 13.1)	44/34,5/33	4,1
	13,8/13,2/11,4/7,6	4,1
	<1	3,5
Distancia vertical "**d**" a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular. (Figura 13.1) para vehículos de más de 2,45 m de altura.	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
	<1	5

Tabla 13.1 **distancias minimas de seguridad en zonas con construcciones**

Imagen 5. Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones. Fuente: RETIE.

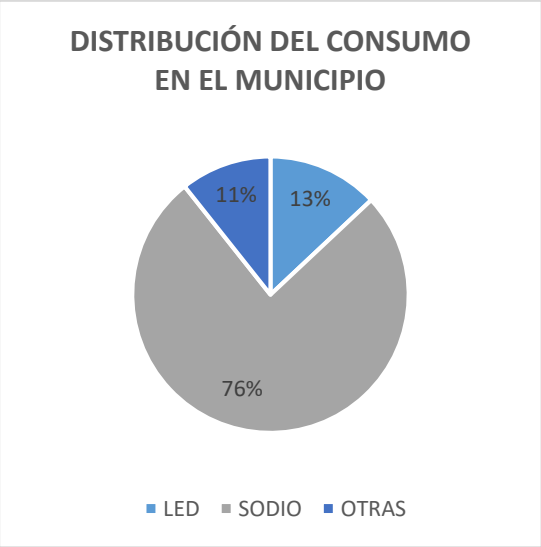
3.3.6. Consumo actual del parque lumínico instalado

De acuerdo a la base de datos actual del parque lumínico del Municipio de El Socorro, se encontró que el consumo actual que se maneja es:

POTENCIA INSTALADA EN EL MUNICIPIO DE EL SOCORRO NORTE DE SANTANDER					
TECNOLOGÍA	**POTENCIA [W]**	**CANTIDAD**	**POTENCIA INSTALADA (kW)**	**CONSUMO kWhm**	**CONSUMO kWhm**
LED	25	3	0.08	29.70	9,553.50
	30	355	11.72	4,217.40	
	35	8	0.31	110.88	
	40	2	0.09	31.68	
	50	71	3.91	1,405.80	
	60	74	4.88	1,758.24	
	70	3	0.23	83.16	
	100	28	3.08	1,108.80	
	120	2	0.26	95.04	
	150	8	1.32	475.20	
	200	3	0.66	237.60	
TOTAL LED		**557**			
METAL HALIDE	400	**48**	21.12	7,603.20	7,603.20
FLUORESCENTE	15	7	0.12	41.58	91.08
	25	5	0.14	49.50	
TOTAL FLUORESCENTE		12			
MIXTA	30	2	0.07	23.76	150.48
	160	2	0.35	126.72	
TOTAL MIXTA		**4**			
SODIO	70	1.719	139.24	50,126.04	56,082.60
	150	88	14.87	5,353.92	
	250	6	1.67	602.64	
TOTAL SODIO		**1.813**			
Total general		**2.434**	**204.11**	**73,480.86**	**73,480.86**
PSL		**521**			

Tabla 16. Potencia instalada en el parque lumínico del Municipio

A continuación, se muestran los porcentajes de distribución del consumo de energía de luminarias instaladas en el Municipio:



Grafica 3. Distribución del consumo en el Municipio

Es así como se evidencia que la distribución del consumo en el Municipio se encuentra de la siguiente manera: el 76% corresponde a la tecnología sodio, el 13% a LED y el 11% a otras tecnologías. Por lo anterior se puede observar que las luminarias de sodio son quienes poseen mayor presencia en el parque lumínico del Municipio, significando mayor consumo de energía en comparación con otras tecnologías existentes.

3.3.7. Muestreo nivel de iluminación del Municipio

3.3.7.1. Situación lumínica existente

Actualmente en el Municipio se manejan los siguientes perfiles lumínicos:

Ver a continuación:

PERFIL	NO. MUESTRA	ANCHO DE ANDEN 1 (M)	ANCHO DE CALZADA 1 (M)	# CARRILES CALZADA 1	ANCHO DE SEPARADOR	ANCHO DE CALZADA 2 (M)	# CARRILES CALZADA 2	ANCHO DE BERMAS (M)	ANCHO DE ANDEN 2 (M)	ANCHO CICLORUTA (M)	RETROCESO (M)	AVANCE BRAZO (M)	DISPOSICIÓN	TIPO DE VÍA
1. - 14. -	M38-M39	N/A	6	2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1	1.5	UNILATERAL	M3
2	M6	N/A	6	2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.5	1.5	UNILATERAL	M4
3	M32	N/A	6	2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.4	1	UNILATERAL	M4
4. - 16. -	M17-M29	1	5	2	N/A	N/A	N/A	N/A	1	N/A	1	1	UNILATERAL	M4
5	M11	1	5	2	N/A	N/A	N/A	N/A	1	N/A	1	1.5	UNILATERAL	M3
6	M15	2	7	2	N/A	N/A	N/A	N/A	2	N/A	1	1	UNILATERAL	M4
7	M13	N/A	5.5	2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.5	1	UNILATERAL	M4
8	M12	1	6	2	N/A	N/A	N/A	N/A	1	N/A	1	1.5	UNILATERAL	M3
9	M22	1	4	2	2.5	3	2	N/A	1	N/A	0.1	1	UNILATERAL	M4
10	M9	0.5	6	2	N/A	N/A	N/A	N/A	0.5	N/A	0.1	1	UNILATERAL	M4
11	M33	0.6	5	2	N/A	N/A	N/A	N/A	0.6	N/A	0.15	1	UNILATERAL	M4
12	M4	1	5.5	2	N/A	N/A	N/A	N/A	1	N/A	0	1.5	UNILATERAL	M3
13	M25	1	5	2	N/A	N/A	N/A	N/A	1	N/A	0	1	UNILATERAL	M4
15	M24	3	9	2	N/A	N/A	N/A	N/A	3	N/A	2	1.5	UNILATERAL	M4
17	M18	2	7	2	5	7	2	N/A	2	N/A	1	1.5	UNILATERAL	M3
18	M26	1.5	5	2	1.5	5	2	N/A	1.5	N/A	0.5	1.5	UNILATERAL	M3
19	M20	1.5	8.5	2	N/A	N/A	N/A	N/A	1.5	N/A	0.5	1	UNILATERAL	M4
20	M21	1	8.5	2	N/A	N/A	N/A	N/A	1	N/A	0.5	1	UNILATERAL	M4
21	M23	1	7	2	N/A	N/A	N/A	N/A	1	N/A	0	1	UNILATERAL	M4
22	M37	2	6	2	N/A	N/A	N/A	N/A	2	N/A	0.5	1	UNILATERAL	M4
23	M19	2	4	1	N/A	N/A	N/A	N/A	2	N/A	0.5	1	UNILATERAL	M4
24	M28	1.5	5	2	3	5	2	N/A	1.5	N/A	1.5	1.5	CENTRAL DOBLE	M4

Tabla 17. Perfiles lumínicos en el Municipio

En el Anexo C se muestra la distribución de perfiles lumínicos del Municipio.

Con base a los anterior se procedió a realizar un muestreo en campo de vías principales y algunas zonas en barrios para validar si efectivamente se están cumpliendo con los niveles ideales de Iluminación:

NO MUESTRA	UBICACIÓN	TIPO DE VÍA	ILUMINANCIA (LX)	UNIFORMIDAD (%)	CUMPLIMIENTO
38	LAT 6.465056° LONG -73.252342°	M3	22.86	22	NO CUMPLE
6	LAT 6.466887° LONG -73.254112°	M4	5.12	39	NO CUMPLE
32	LAT 6.471194° LONG -73.253265°	M4	13.07	48	CUMPLE
17	LAT 6.471809° LONG -73.253630°	M4	19.09	68	CUMPLE
11	LAT 6.472351° LONG -73.253620°	M3	5.62	10	NO CUMPLE
15	LAT 6.474303° LONG -73.255303°	M4	24.3	78	CUMPLE
13	LAT 6.475190° LONG -73.254234°	M4	10.7	17	NO CUMPLE
12	LAT 6.474401° LONG -73.258036°	M3	6.31	54	NO CUMPLE
22	LAT 6.472031° LONG -73.256902°	M4	5.99	25	NO CUMPLE
9	LAT 6.471950° LONG -73.258750°	M4	9.48	23	NO CUMPLE
33	LAT 6.468463° LONG -73.259283°	M4	11.31	31	NO CUMPLE
4	LAT 6.469275° LONG -73.259713°	M3	10.7	45	NO CUMPLE
25	LAT 6.457233° LONG -73.263992°	M4	8.99	26	NO CUMPLE
39	LAT 6.460729° LONG -73.266383°	M3	10.07	38	NO CUMPLE
24	LAT 6.460897° LONG -73.258935°	M4	12.24	33	CUMPLE
29	LAT 6.461735° LONG -73.261115°	M4	17.51	62	CUMPLE
18	LAT 6.465948° LONG -73.264478°	M3	8.52	57	NO CUMPLE
26	LAT 6.465208° LONG -73.264236°	M3	28.16	27	NO CUMPLE
20	LAT 6.463911° LONG -73.262831°	M4	8.67	24	NO CUMPLE
21	LAT 6.465371° LONG -73.261417°	M4	7.85	20	NO CUMPLE
23	LAT 6.466510° LONG -73.260289°	M4	11.66	35	NO CUMPLE
37	LAT 6.463646° LONG -73.256365°	M4	8.54	31	NO CUMPLE

NO MUESTRA	UBICACIÓN	TIPO DE VÍA	ILUMINANCIA (LX)	UNIFORMIDAD (%)	CUMPLIMIENTO
19	LAT 6.468710° LONG -73.261481°	M4	28	27	CUMPLE
28	LAT 6.469466° LONG -73.262591°	M4	3.69	23	NO CUMPLE

Tabla 18. Muestras de medidas lumínicas realizadas

De la anterior tabla, se analiza que el 25% de las vías evaluadas presentan cumplimento con niveles de iluminación y uniformidad de acuerdo a RETILAP, sin embargo, el 75% restante no cumplen con el reglamento debido a factores como:

- Potencia de Luminarias no adecuadas de acuerdo al tipo de vía, se revisó que existen luminarias de potencias altas instaladas en el Municipio, pero puede que no se encuentren adecuadamente distribuidas.
- Efecto cebra por arborización, requiere poda.
- Infraestructura existente utilizada para la instalación de la luminaria (se revisó que hay vías donde las luminarias están instaladas en postes que presentan distancias de más de 4m de separación de la calzada, lo que impide el aprovechamiento de la luz sobre la vía y desperdiciándose en la zona verde, siendo una vía vehicular)
- Existen vías de varios carriles donde la iluminación se encuentra instalada a un lado de la calzada (disposición inadecuada para una vía de más de calzadas de 8m), en algunos casos no existe disposición adecuada de luminarias con base al tipo de vía.
- Además de la disposición, existen luminarias instaladas sobre las fachadas para iluminar vías vehiculares, se presentan potencias altas en alturas bajas.
- Luminarias en vías vehiculares principales sin perfil lumínico, no se encuentran ni en disposición bilateral opuesta ni bilateral alterna, esto incurre en un déficit de uniformidad en algunos casos y en otros hasta posibles deslumbramientos, lo que puede afectar la seguridad.

Con base en los datos encontrados en el muestreo lumínico realizado en el Municipio y el análisis de resultados, se procede a realizar una propuesta de iluminación en la que se mantiene (sin reemplazo) las vías que sí tienen cumplimento y para reemplazar en luminarias y perfiles nuevos las que no cumplen, así como en resto del Municipio; ofreciendo luminarias con mejores eficacias, proyección de un ahorro energético y mejores condiciones de iluminación que incurren en la seguridad del Municipio.

En el Anexo D, se encuentra la planilla de mediciones realizadas en el Municipio.

4. Propuesta de Modernización del Sistema de Alumbrado Público del Municipio

4.1. Base teórica

La Modernización es el cambio tecnológico de algunos de sus componentes por otros más eficientes, cuyo objetivo es la reducción de los costos de operación, con la incorporación de los avances tecnológicos que permitan hacer uso racional de la energía eléctrica, sustituyendo la totalidad de las luminarias incandescentes, mixtas y de mercurio, por luminarias de vapor sodio de alta tensión o luminarias tipo LED.

La resolución CREG No. 123 de 2011 define la Modernización o repotenciación del Sistema de Alumbrado Público como el cambio tecnológico de algunos de sus componentes por otros más eficientes.

De conformidad con el Documento CREG 102 de 2011 "los sistemas de alumbrado público son sistemas dinámicos, es decir, que están en permanente estado de modernización, repotenciación y expansión. Esta característica hace que a lo largo de la prestación de la actividad de inversión se instalen nuevos activos".

El decreto 943 del 30 de mayo de 2018 en sus artículos 1 y 4 consagró nuevamente la definición del servicio de alumbrado público y su modelo de prestación en los siguientes términos:

> "Servicio de alumbrado público": 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.
>
> El servicio de alumbrado 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.
>
> "Sistema de Alumbrado Público": Comprende el conjunto de luminarias, redes eléctricas, transformadores y postes de uso exclusivo, los desarrollos tecnológicos asociados al servicio de alumbrado público, y en general todos los equipos necesarios para la prestación del servicio de alumbrado público que no forman parte del sistema de distribución de energía eléctrica." (Artículo 1)
>
> "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.

De conformidad con lo anterior, 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.

El decreto 943 del 30 de mayo de 2018 en su artículo 2 establece: *"Desarrollos tecnológicos asociados al servicio de alumbrado público: Se entienden como aquellas nuevas tecnologías, desarrollos y avances tecnológicos para el sistema de alumbrado público, como luminarias, nuevas fuentes de alimentación eléctrica, tecnologías de la información y las comunicaciones, que permitan entre otros una operación más eficiente, detección de fallas, medición de consumo energético, georreferenciación, atenuación lumínica, interoperabilidad y ciberseguridad."*

> PARÁGRAFO 1. La modernización, expansión y reposición del sistema de alumbrado público debe buscar la optimización de los costos anuales de inversión, suministro de energía y los gastos de administración, operación, mantenimiento e interventoría, así como la incorporación de desarrollos tecnológicos. Las mayores eficiencias logradas en la prestación del servicio que se generen por la reposición, mejora, o modernización del sistema, deberán reflejarse en el estudio técnico de referencia. (Artículo 2)

4.1.1. Definiciones

Los siguientes son los términos utilizados en el diseño de Alumbrado Público en general:

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.

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) Nº 117.

Lumen (lm): Unidad de medida del flujo luminoso en el Sistema Internacional (SI). Radiométricamente, se determina de la potencia radiante; fotométricamente, es el flujo luminoso emitido dentro de una unidad de ángulo sólido (un estereorradián) por una fuente puntual que tiene una intensidad luminosa uniforme de una candela.

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

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

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

RETILAP: Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público emitido por el Ministerio de Energía para obligatorio cumplimiento en todo el territorio colombiano, avalado mediante.

Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI): 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.

4.1.2. Marco conceptual: Criterios de diseño de iluminación en Alumbrado Público

Vías Vehiculares

La clasificación de las vías vehiculares se realizará teniendo en cuenta lo presentado en el numeral 3.2.3 (Normativa aplicable- RETILAP).

Vías Para Peatones 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 510.1.2. Se presentan las siete clases de iluminación para diferentes tipos de vías en áreas peatonales.[1]

NOTA: El prestigio se relaciona con la necesidad de producir un ambiente atractivo. Para las demás clases de iluminación, P2 a P7, la graduación se relaciona con el uso por parte de los peatones. Las clases P5 a P7 sólo deben usarse donde sea baja la probabilidad de realización de delitos en ausencia de luz.[1]

Las clases de alumbrado establecidas en la Tabla 510.1.2., consideran las necesidades asociadas a toda la superficie utilizada, es decir, la superficie de la acera y de la calzada, en caso que exista. [1]

1 MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, "REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO. RETILAP ", 30 marzo de 2010.

DESCRIPCIÓN DE LA CALZADA	CLASE DE ILUMINACIÓN
Vías de muy elevado prestigio urbano	P1
Utilización nocturna intensa por peatones y ciclistas	P2
Utilización nocturna moderada por peatones y ciclistas	P3
Utilización nocturna baja por peatones y ciclistas, únicamente asociada a las propiedades adyacentes	P4
Utilización nocturna baja por peatones y ciclistas, únicamente asociada a las propiedades adyacentes. *Importante preservar el carácter arquitectónico del ambiente.*	P5
Utilización nocturna muy baja por peatones y ciclistas, únicamente asociada a las propiedades adyacentes. *Importante preservar el carácter arquitectónico del ambiente*	P6
Vías en donde únicamente se requiere una guía visual suministrada por la luz directa de las luminarias	P7

Tabla 19. 510.1.2 del RETILAP

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 tabla. [1]

4.1.3. Parámetros fotométricos a cumplir

Una vez determinadas las características de las vías y sus requerimientos visuales, se debe asignar una clase de iluminación y con esto, los requisitos fotométricos mínimos mantenidos. Dichos requisitos se encuentran consignados en la Tabla 510.2. 1.a. del RETILAP. Los valores de la tabla son para piso seco.[2]

Clase de iluminación	Zona de aplicación				
	Todas las vías			Vías sin o con pocas intersecciones	Vías con calzadas peatonales no iluminadas
	Luminancia promedio L_{prom} (cd/m^2) Mínimo mantenido	Factor de uniformidad U_o Mínimo	Incremento de umbral TI % Máximo inicial	Factor de uniformidad longitudinal de luminancia U_l Mínimo	Relación de alrededores SR Mínimo
M1	2.0	0,4	10	0,5	0,5
M2	1,5	0,4	10	0,5	0,5
M3	1,2	0,4	10	0,5	0,5
M4	0,8	0,4	15	N.R	N.R
M5	0,6	0,4	15	N.R	N.R

Tabla 20. 510.2. 1.a. del RETILAP

Lo anterior indica que para las simulaciones luminotécnicas a realizar se deben tener en cuenta todos los parámetros fotométricos que indica según el tipo de vía asignado.[2]

También se realizan los diseños con base en criterio de iluminancia para las vías consideradas en la tabla 510.2.1 b[2]

Clase de iluminación	Valor promedio (mínimo mantenido) de iluminancia según tipo de superficie de la vía [Luxes]			Uniformidad de la Iluminancia
	R1	R2 y R3	R4	E_{min} /E_{prom} (%)
M3	12	17	15	34%
M4	8	12	10	25%
M5	6	9	8	18%

Tabla 21. 510.2.1 b del RETILAP

1 MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, "REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO. RETILAP ", 30 marzo de 2010.

2 MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, "REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO. RETILAP ", 30 marzo de 2010

4.1.4. Parámetros eléctricos a cumplir

Los parámetros eléctricos que se deben cumplir están estipulados en las secciones aplicables al proyecto de Alumbrado Público de la normatividad eléctrica colombiana, tales como el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), NTC 2050, normativa técnica del operador de red.

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.

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.

4.1.5. Tipos de postes y redes eléctricas

Los postes y redes contemplados son los existentes, en el Municipio de El Socorro. En la actualidad existen redes trenzadas y abiertas; en cuanto al material de la postería, se encuentran postes de concreto y metálicos.

4.1.6. Máxima densidad de potencia eléctrica para alumbrado de vías

Las vías con excepción de túneles para velocidades inferiores a 60Km/h, es decir aquellas diseñadas con el criterio de iluminancia, no deben exceder los valores máximos de Densidad de Potencia para Alumbrado de vías (DPEA) establecidos en la tabla 510.6.1, determinados con base en el valor de iluminancia promedio mantenida y el ancho de calzada correspondiente. Los valores no se deben exceder en el diseño ni posteriormente en la operación del Sistema de Alumbrado Público.

Nivel mantenido de iluminancia promedio	DENSIDAD DE POTENCIA (w/m²) según ancho de la calzada (m)				
lux (lx)	< 6	6 a 8	8.1 a 10	10.1 a 12	12,1 a 14
3	0,29	0,26	0,23	0,19	0,17
4	0,35	0,32	0,28	0,26	0,23
5	0,37	0,35	0,33	0,30	0,28
6	0,44	0,41	0,38	0,35	0,31
7	0,53	0,49	0,45	0,42	0,37
8	0,60	0,56	0,52	0,48	0,44
9	0,69	0,64	0,59	0,54	0,50
10	0,76	0,71	0,66	0,61	0,56
11	0,84	0,79	0,74	0,67	0,62
12	0,91	0,86	0,81	0,74	0,69
13	1,01	0,94	0,87	0,80	0,75
14	1,08	1,01	0,94	0,86	0,81
15	1,12	1,06	1,00	0,93	0,87
16	1,17	1,10	1,07	0,99	0,93
17	1,23	1,17	1,12	1,03	0,97
18	1,33	1,26	1,20	1,10	1,04
19	1,40	1,33	1,26	1,17	1,10
20	1,47	1,39	1,33	1,23	1,16
21	1,55	1,46	1,39	1,29	1,22
22	1,62	1,53	1,46	1,35	1,27
23	1,69	1,60	1,53	1,41	1,33
24	1,76	1,67	1,59	1,47	1,39
25	1,83	1,73	1,66	1,53	1,45
26	1,90	1,80	1,73	1,60	1,51

Tabla 22. 510.6.1 de RETILAP

La determinación de la DPEA se calcula a partir de la carga total conectada para alumbrado y del área total por iluminar:

DPEA = (Carga total conectada para alumbrado) / (Área total Iluminada)

Fórmula 1. Calculo de determinación de la DPEA

Donde la DPEA está expresada en W/m2, la carga total conectada para alumbrado está expresada en vatios y el área total iluminada está expresada en metros cuadrados. (ENERGÍAS, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍAS)

En el cálculo no se deben incluir las áreas destinadas a aceras o similares si en diseño no los contempla como área objeto de iluminación.

4.1.6.1. Metodología del diseño de vías vehiculares

La metodología a seguir para el diseño de Iluminación de Alumbrado Público es:

- Determinar variables ambientales como: temperatura promedio, altura sobre el nivel del mar y grado de contaminación del proyecto.
- Definir las dimensiones básicas de los espacios a iluminar, sean senderos peatonales, estaciones de esparcimiento o vías de circulación vehicular. Lo anterior en base a la topografía aplicada al proyecto.
- Determinar la categoría del proyecto, la clasificación de la vía, la situación de la iluminación y el tipo de iluminación a utilizar en el proyecto.
- Escoger el tipo de luminaria a utilizar por el cliente y/o de catálogo técnico de fabricantes de luminarias.

- Determinar el factor de mantenimiento para el proyecto.
- Determinar los niveles de iluminancia promedio que exige RETILAP para cada área del proyecto.
- Elaborar el diseño en el Software DIALux.
- Calcular los niveles de luminancia y uniformidad del proyecto en el Software DIALux.
- En caso de que los valores de luminancia no cumplan con los valores exigidos por la Norma, se realizan iteraciones en el software cambiando el valor de las variables de las luminarias como son: altura de montaje y ángulo de inclinación hasta obtener los resultados esperados.

4.1.7. Variables ambientales

ALCANCE: Modernización Alumbrado público del Municipio de Socorro.

DEPARTAMENTO: Santander.

TEMPERATURA PROMEDIO: La temperatura promedio anual es de 24 °C.

GRADO DE CONTAMINACION: BAJO.

ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR: Altitud media de 1230 m.s.n.m.

4.1.8. Dimensiones del diseño de iluminación

Las vías a iluminar están ubicadas en la cabecera municipal de Socorro.

A continuación, se muestra una georreferenciación de la cabecera municipal:

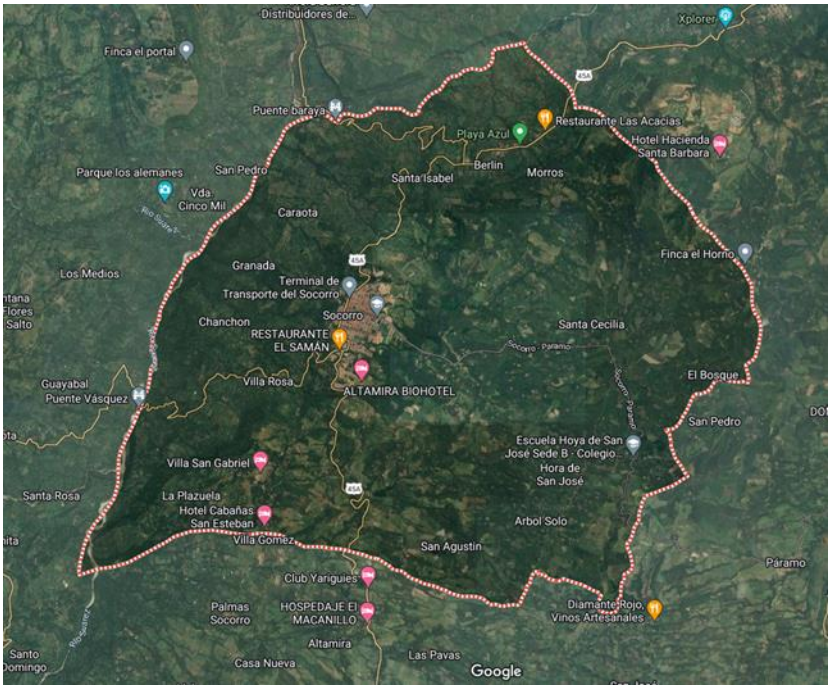


Imagen 6. Cabecera municipal de Socorro. Fuente Google maps- 2023.

4.1.8.1. Clasificación de vías en el Municipio

Se realizó la clasificación de vías del municipio de Socorro, la cual es presentada en el plano Anexo B del presente informe.

4.2. Características de las luminarias

Las luminarias LED consideradas en el presente estudio tienen una eficacia lumínica superior a 130 lm/w, las cuales están distribuidas en el siguiente rango de potencias:

Tecnología Luminaria	Flujo luminoso (lm)
LED	3500-4500
LED	5000-6000
LED	9500-10000
LED	14200-15000

Tabla 23. Rango de potencias

De acuerdo a RETILAP, se debe evaluar por lo menos tres propuestas fotométricas, las cuales se muestran a continuación:

4.2.1. Propuesta 1

Se evalúa la Luminaria de marca ROY ALPHA, con las siguientes características:

Tecnología Luminaria	Flujo luminoso (lm)	Eficacia (lm/w)	Referencia
LED	3700	137	RALED I
LED	5150	147	RALED II
LED	9750	139	RALED II
LED	14700	141	RALED II

Tabla 24. Características luminaria ROY ALPHA.

Con base a las luminarias seleccionada se procede a realizar los cálculos Lumínicos, mostrados a continuación:

- Cálculo del factor de mantenimiento

El factor de mantenimiento está dado por:

FM = FE x FDL X FB

Dónde:

FM Factor de mantenimiento de la instalación

FE Depreciación de la luminaria por ensuciamiento

DLB Depreciación por descendimiento del flujo luminoso de la bombilla

- **Depreciación de la luminaria por ensuciamiento**

La acumulación de suciedad en el conjunto óptico de las luminarias afecta el rendimiento y, por 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.

Para efectos de cálculo, nos ubicamos en el peor escenario de contaminación de la siguiente tabla, recuperada del RETILAP Cap. 5 Tabla 580.2.3e.

Tipo de vía o clase de iluminación	Nivel de contaminación	Índice de hermeticidad (IP) de la luminaria	Periodo, en meses, de limpieza del conjunto óptico de la luminaria	Factor de Ensuciamiento F_E
Avenidas en el centro de algunas ciudades (*)	IV	6X (a)	6	0,91
		6X (b)	6	0,93
M2 y M3	III	6X (a)	12	0,91
		6X (b)	12	0,93
M4 y P1 a P3	II	6X (a)	24	0,89
		6X (b)	24	0,91
M5, P4 a P7 y parques	I	6X (a)	36 o cambio de la bombilla	0,90
		6X (b)		0,95

Tabla 580.2.3 e. Factores de ensuciamiento de las Luminarias,
Según el nivel de polución, índice de hermeticidad y el período de limpieza utilizado

Notas: (a) - Cierre del conjunto óptico mediante ganchos u otros elementos que cumplan esa función.
(b) - Conjunto óptico completamente sellado.
(*) Para avenidas del centro de algunas ciudades con categorías de contaminación I o II el factor de ensuciamiento es el mismo pero con un período de limpieza cada 12 meses.

Para la clasificación de las luminarias, consultar las normas IEC 60529 y 60598 para IP y EN-50102 para el grado IK

Tabla 25. Factores de ensuciamiento de las luminarias. RETILAP. Cap. 5. Tabla 580.2.3e

- **Factor de depreciación luminosa de la fuente**

El DLB, es un factor para estimas el detrimento de la iluminación al paso del tiempo. De acuerdo a la curva de depreciación (L70) que suministra el fabricante, se determina un FDL para una temperatura de 55°C y un tiempo estimado de (10000 horas) es de 0.98.

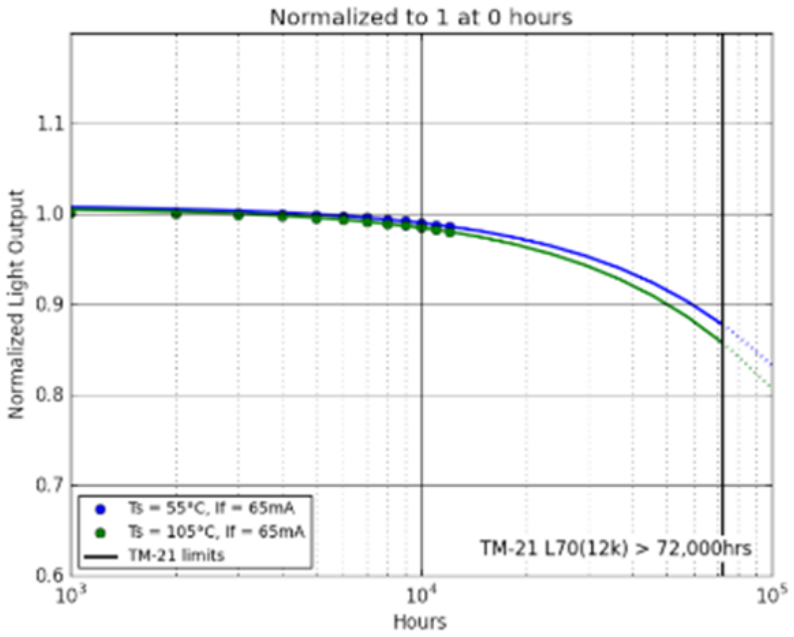


Imagen 7. Curva depreciación luminosa de la fuente

- **Cálculo del factor de mantenimiento FM**

De la tabla 580.2.3e., se ubica el escenario I, índice de hermeticidad IP6x (b) (Cierre del sistema óptico completamente sellado), se tiene:

FM = 0.91 x 0.98

FM = 0.89

- **Diseño de vías vehiculares**

Una vez obtenidos los perfiles para cada una de las vías a diseñar y teniendo en cuenta los requisitos fotométricos mínimos exigidos en el RETILAP para cada clase de iluminación, se procede a simular cada uno de los perfiles tipo, con el objetivo de encontrar la máxima interdistancia. Estos valores serán los criterios de diseño para realizar la sustitución a luminarias LED en cada uno de los vanos que conforman las vías del Municipio.

- **Características del perfil**

PERFIL	FACTOR DE MANTENIMIENTO	SALIENTE PUNTO DE LUZ (m)	RETROCESO (m)	AVANCE DEL BRAZO (m)	ÁNGULO °
1	0.85	0.5	1.0	1.5	5
2	0.85	1.0	0.5	1.5	0
3	0.85	0.6	0.4	1	0
4	0.85	0.0	1.0	1	0
5	0.85	0.5	1.0	1.5	5
6	0.85	0.0	1.0	1	0
7	0.85	0.5	0.5	1	5

PERFIL	FACTOR DE MANTENIMIENTO	SALIENTE PUNTO DE LUZ (m)	RETROCESO (m)	AVANCE DEL BRAZO (m)	ÁNGULO °
8	0.85	0.5	1.0	1.5	5
9	0.85	0.9	0.1	1	0
10	0.85	0.9	0.1	1	0
11	0.85	0.9	0.2	1	0
12	0.85	1.5	0.0	1.5	5
13	0.85	1.0	0.0	1	5
15	0.85	-0.5	2.0	1.5	5
17	0.85	0.5	1.0	1.5	0
18	0.85	1.0	0.5	1.5	0
19	0.85	0.5	0.5	1	0
20	0.85	0.5	0.5	1	0
21	0.85	1.0	0.0	1	0
22	0.85	0.5	0.5	1	0
23	0.85	0.5	0.5	1	5
24	0.85	0.0	1.5	1.5	0

Tabla 26. Características del perfil

- Simulación de perfiles tipo resultantes

Ver perfiles tipo resultantes a continuación:

					RESULTADOS OBTENIDOS- ANDEN 1			RESULTADOS OBTENIDOS- CALZADA 1					RESULTADOS OBTENIDOS-CALZADA 2					RESULTADOS OBTENIDOS-ANDEN 2		
PERFIL	REFERENCIA	INTERDISTANCIA (m)	PENDIENTE	INCLINACIÓN APROX. °	Em (lx)	Emin (lx)	Uo (≥%)	Lm (cd/m2)	U0 (≥%)	UL (≥%)	TI (≤%)	SR (%)	Lm (cd/m2)	U0 (≥%)	UL (≥%)	TI (≤%)	SR (%)	Em (lx)	Emin (lx)	Uo (≥%)
1	RALED II-192	38	SI	8	N/A	N/A	N/A	1.47	52	62	9.70	61	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
2	RALED II-128	42	SI	8	N/A	N/A	N/A	1.05	43	N.R.	12.20	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
3	RALED II-192	48	NO	-	12.66	6.86	54	0.99	55	N.R.	7.40	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	13.43	7.27	54
4	RALED II-128	40	SI	8	15.25	5.21	34	1.08	48	N.R.	11.80	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	12.83	5.66	44
5	RALED II-192	40	NO	-	12.91	8.17	63	1.47	55	56	9.60	73	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	19.53	9.93	51
6	RALED II-128	40	SI	8	12.22	5.12	42	0.90	41	N.R.	11.70	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	8.11	4.61	57
7	RALED II-128	42	SI	8	N/A	N/A	N/A	1.01	45	N.R.	12.30	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
8	RALED II-192	38	SI	8	13.59	9.28	68	1.47	52	62	9.70	74	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	18.94	11.06	58
9	RALED II-128	45	SI	8	8.63	3.95	46	0.99	55	N.R.	8.90	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
10	RALED II-128	45	SI	8	10.11	3.90	39	0.89	47	N.R.	10.50	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	11.33	4.47	39
11	RALED II-128	45	SI	8	10.09	4.06	40	0.92	50	N.R.	9.50	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	12.14	4.63	38
12	RALED II-192	36	SI	8	9.47	7.50	79	1.61	56	64	8.80	75	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	22.37	13.44	60
13	RALED II-128	44	SI	8	6.36	3.59	56	0.97	45	N.R.	10.90	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	12.95	4.45	34
15	RALED II-192	45	SI	8	11.93	5.22	44	0.97	44	N.R.	12.90	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	7.52	4.15	55
17	RALED II-192	38	NO	-	15.38	9.06	59	1.43	51	66	10.00	73	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
18	RALED II-192	42	NO	-	12.54	6.85	55	1.49	53	53	9.60	75	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
19	RALED II-128	40	NO	-	11.18	5.05	45	0.86	41	N.R.	12.10	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	6.88	3.99	58
20	RALED II-128	41	NO	-	12.13	4.98	41	0.84	40	N.R.	12.30	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	7.06	4.41	62
21	RALED II-128	46	NO	-	8.67	3.42	39	0.86	40	N.R.	12.20	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	9.44	3.85	41
22	RALED II-128	47	SI	8	8.55	3.10	36	0.87	40	N.R.	12.10	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	9.24	3.53	38
23	RALED I-64	22	SI	8	6.17	3.22	52	1.18	56	N.R.	14.50	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	11.19	6.53	58
24	RALED II-192	47	SI	8	10.03	4.96	49	0.96	40	N.R.	9.60	N.R.	0.96	40	N.R.	9.60	N.R.	10.03	4.96	49

Tabla 27. Simulación de perfiles tipo resultantes

Lm: Luminancia promedio; U0: Factor de uniformidad Horizontal; UL: Factor de Uniformidad Longitudinal; TI: Incremento de umbral, SR: Relación de alrededores.

4.2.2. Propuesta 2

Se evalúa la luminaria de marca PHILIPS, con las siguientes características:

Tecnología Luminaria	Flujo luminoso (lm)	Eficacia (lm/w)	Referencia
LED	3916	142	BGP760 LED44-740 I DM10
LED	5340	141	BGP760 LED60-740 I DM10
LED	9790	151	BGP761 T25 1 xLED109-4S_740 DM10
LED	14240	151	BGP762 T25 1 xLED159-4S_740 DM10

Tabla 28. Características luminarias PHILIPS.

Con base a las luminarias seleccionadas se procede a realizar los cálculos lumínicos mostrados a continuación:

- Calculo del factor de mantenimiento

El factor de mantenimiento está dado por:

FM = FE x FDL X FB

Dónde:

FM Factor de mantenimiento de la instalación

FE Depreciación de la luminaria por ensuciamiento

DLB Depreciación por descendimiento del flujo luminoso de la bombilla

- Depreciación de la luminaria por ensuciamiento

La acumulación de suciedad en el conjunto óptico de las luminarias afecta el rendimiento y, por 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.

Para efectos de cálculo, nos ubicamos en el peor escenario de contaminación de la siguiente tabla extraída del RETILAP Cap. 5 Tabla 580.2.3e.

Tipo de vía o clase de iluminación	Nivel de contaminación	Índice de hermeticidad (IP) de la luminaria	Periodo, en meses, de limpieza del conjunto óptico de la luminaria	Factor de Ensuciamiento F_E
Avenidas en el centro de algunas ciudades (*)	IV	6X (a)	6	0,91
		6X (b)	6	0,93
M2 y M3	III	6X (a)	12	0,91
		6X (b)	12	0,93
M4 y P1 a P3	II	6X (a)	24	0,89
		6X (b)	24	0,91
M5, P4 a P7 y parques	I	6X (a)	36 o cambio de la bombilla	0,90
		6X (b)		0,95

Tabla 580.2.3 e. Factores de ensuciamiento de las Luminarias,
Según el nivel de polución, índice de hermeticidad y el período de limpieza utilizado

Notas: (a) - Cierre del conjunto óptico mediante ganchos u otros elementos que cumplan esa función.
(b) - Conjunto óptico completamente sellado.
(*) Para avenidas del centro de algunas ciudades con categorías de contaminación I o II el factor de ensuciamiento es el mismo pero con un periodo de limpieza cada 12 meses.

Para la clasificación de las luminarias, consultar las normas IEC 60529 y 60598 para IP y EN-50102 para el grado IK

Tabla 29. Factores de ensuciamiento de las luminarias. RETILAP. Cap. 5. Tabla 580.2.3e.

- **Factor de depreciación luminosa de la fuente**

El DLB, es un factor para estimas el detrimento de la iluminación al paso del tiempo. De acuerdo a la curva de depreciación (L70) que suministra el fabricante, se determina un FDL para una temperatura de 55°C y un tiempo estimado de (10000 horas) es de 0.98.

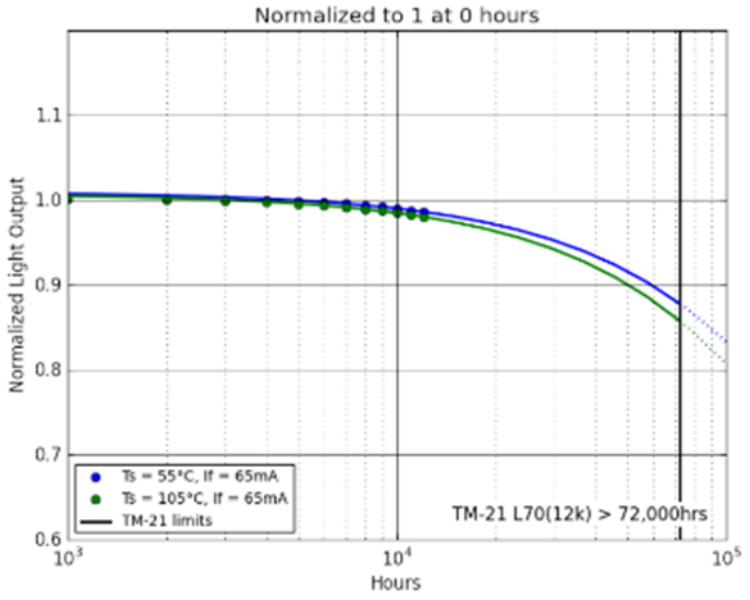


Imagen 8. Curva depreciación luminosa de la fuente

- **Cálculo del factor de mantenimiento FM**

De la tabla 580.2.3e. Se ubica el escenario I, índice de hermeticidad IP6x (b) (Cierre del sistema óptico completamente sellado), se tiene:

FM = 0.91 x 0.98

FM = 0.89

- **Características del perfil**

PERFIL	FACTOR DE MANTENIMIENTO	SALIENTE PUNTO DE LUZ (m)	RETROCESO (m)	AVANCE DEL BRAZO (m)	ÁNGULO °
1	0.85	0.5	1.0	1.5	5
2	0.85	1.0	0.5	1.5	0
3	0.85	0.6	0.4	1	0
4	0.85	0.0	1.0	1	0
5	0.85	0.5	1.0	1.5	5
6	0.85	0.0	1.0	1	0
7	0.85	0.5	0.5	1	0
8	0.85	0.5	1.0	1.5	5
9	0.85	0.9	0.1	1	0
10	0.85	0.9	0.1	1	0
11	0.85	0.9	0.2	1	0
12	0.85	1.5	0.0	1.5	5
13	0.85	1.0	0.0	1	0
15	0.85	-0.5	2.0	1.5	5
17	0.85	0.5	1.0	1.5	0
18	0.85	1.0	0.5	1.5	0
19	0.85	0.5	0.5	1	0
20	0.85	0.5	0.5	1	0
21	0.85	1.0	0.0	1	0
22	0.85	0.5	0.5	1	0
23	0.85	0.5	0.5	1	5
24	0.85	0.0	1.5	1.5	0

Tabla 30. Características del perfil

- **Simulación de perfiles tipo resultantes**

Ver perfiles tipo resultantes a continuación:

					RESULTADOS OBTENIDOS- ANDEN 1			RESULTADOS OBTENIDOS- CALZADA 1					RESULTADOS OBTENIDOS-CALZADA 2					RESULTADOS OBTENIDOS-ANDEN 2		
PERFIL	REFERENCIA	INTERDISTANCIA (m)	PENDIENTE	INCLINACIÓN APROX. °	Em (lx)	Emin (lx)	Uo (≥%)	Lm (cd/m2)	U0 (≥%)	UL (≥%)	TI (≤%)	SR (%)	Lm (cd/m2)	U0 (≥%)	UL (≥%)	TI (≤%)	SR (%)	Em (lx)	Emin (lx)	Uo (≥%)
1	BGP762 T25 1	35	SI	8	N/A	N/A	N/A	1.23	60	75	8.90	82	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
2	BGP761 T25 1	42	SI	8	N/A	N/A	N/A	0.84	49	N.R.	11.70	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
3	BGP762 T25 1	44	NO	-	10.02	4.67	47	0.84	63	N.R.	7.00	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	11.09	6.38	58
4	BGP761 T25 1	38	SI	8	11.89	4.00	34	0.92	52	N.R.	11.00	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	11.55	5.79	50
5	BGP762 T25 1	36	NO	-	14.45	6.54	45	1.25	62	73	8.60	90	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	16.32	9.12	56
6	BGP761 T25 1	36	SI	8	11.27	4.44	39	0.83	53	N.R.	10.30	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	9.46	6.73	71
7	BGP761 T25 1	42	SI	8	N/A	N/A	N/A	0.84	49	N.R.	11.90	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
8	BGP762 T25 1	34	SI	8	15.31	7.43	49	1.26	61	76	8.70	90	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	16.22	10.43	64
9	BGP761 T25 1	43	SI	8	8.53	3.01	35	0.84	71	N.R.	8.70	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
10	BGP761 T25 1	38	SI	8	10.00	3.97	40	0.84	56	N.R.	8.90	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	10.89	5.93	54
11	BGP761 T25 1	39	SI	8	9.51	3.80	40	0.84	60	N.R.	8.30	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	10.90	5.41	50
12	BGP762 T25 1	36	SI	8	14.45	6.54	45	1.22	60	73	8.80	89	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	15.84	9.23	58
13	BGP761 T25 1	42	SI	8	9.17	3.16	34	0.84	54	N.R.	10.00	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	10.81	4.43	41
15	BGP762 T25 1	41	SI	8	12.69	4.68	37	0.85	49	N.R.	11.30	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	8.80	6.45	73
17	BGP762 T25 1	35	NO	-	15.40	6.73	44	1.25	57	76	9.80	87	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
18	BGP762 T25 1	40	NO	-	13.13	5.05	38	1.24	58	72	9.40	89	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
19	BGP761 T25 1	36	NO	-	11.58	4.35	38	0.83	51	N.R.	11.90	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	8.62	6.50	75
20	BGP761 T25 1	36	NO	-	11.92	4.52	38	0.83	51	N.R.	11.90	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	8.95	6.71	75
21	BGP761 T25 1	40	NO	-	10.12	3.46	34	0.84	48	N.R.	12.00	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	10.03	5.34	53
22	BGP761 T25 1	39	SI	8	10.39	3.49	34	0.88	50	N.R.	11.60	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	10.29	5.51	54
23	BGP760	23	SI	8	9.60	3.47	36	0.96	57	N.R.	14.20	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	10.20	6.36	62
24	BGP762 T25 1	47	SI	8	10.30	5.71	55	0.83	53	N.R.	12.80	N.R.	0.83	53	N.R.	12.80	N.R.	10.30	5.71	55

Tabla 31. Simulación de perfiles tipo resultantes

Lm: Luminancia promedio; U0: Factor de uniformidad Horizontal; UL: Factor de Uniformidad Longitudinal; TI: Incremento de umbral, SR: Relación de alrededores.

4.2.3. Propuesta 3

Se evalúa la luminaria de marca Schreder, con las siguientes características:

Tecnología Luminaria	Flujo luminoso (lm)	Eficacia (lm/w)	Referencia
LED	3600	137	GEN2S NW740 48DC 3030 166mA 5195
LED	5300	153	GEN2S NW740 96DC 3030 116mA 5195
LED	9700	131	GEN2S NW740 96DC 3030 233mA 5259
LED	14400	136	AVENTO 1 NW740 144DC 3030 233mA 5259

Tabla 32. Características de las luminarias

Con base a las luminarias seleccionada se procede a realizar los cálculos lumínicos mostrados a continuación:

- Cálculo del factor de mantenimiento

El factor de mantenimiento está dado por:

FM = FE x FDL X FB

Dónde:

FM Factor de mantenimiento de la instalación

FE Depreciación de la luminaria por ensuciamiento

DLB Depreciación por descendimiento del flujo luminoso de la bombilla

- Depreciación de la luminaria por ensuciamiento

La acumulación de suciedad en el conjunto óptico de las luminarias afecta el rendimiento y, por 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.

Para efectos de cálculo, nos ubicamos en el peor escenario de contaminación de la siguiente tabla extraída del RETILAP Cap. 5 Tabla 580.2.3e.

Tipo de vía o clase de iluminación	Nivel de contaminación	Índice de hermeticidad (IP) de la luminaria	Periodo, en meses, de limpieza del conjunto óptico de la luminaria	Factor de Ensuciamiento F_E
Avenidas en el centro de algunas ciudades (*)	IV	6X (a)	6	0,91
		6X (b)	6	0,93
M2 y M3	III	6X (a)	12	0,91
		6X (b)	12	0,93
M4 y P1 a P3	II	6X (a)	24	0,89
		6X (b)	24	0,91
M5, P4 a P7 y parques	I	6X (a)	36 o cambio de la bombilla	0,90
		6X (b)		0,95

Tabla 580.2.3 e. Factores de ensuciamiento de las Luminarias,
Según el nivel de polución, índice de hermeticidad y el período de limpieza utilizado

Notas: (a) - Cierre del conjunto óptico mediante ganchos u otros elementos que cumplan esa función.
(b) - Conjunto óptico completamente sellado.
(*) Para avenidas del centro de algunas ciudades con categorías de contaminación I o II el factor de ensuciamiento es el mismo pero con un periodo de limpieza cada 12 meses.

Para la clasificación de las luminarias, consultar las normas IEC 60529 y 60598 para IP y EN-50102 para el grado IK

Tabla 33. Factores de ensuciamiento de las luminarias. RETILAP. Cap. 5. Tabla 580.2.3e.

- **Factor de depreciación luminosa de la fuente**

El DLB, es un factor para estimas el detrimento de la iluminación al paso del tiempo. De acuerdo a la curva de depreciación (L70) que suministra el fabricante, se determina un FDL para una temperatura de 55 °C y un tiempo estimado de (10000 horas) es de 0.98.

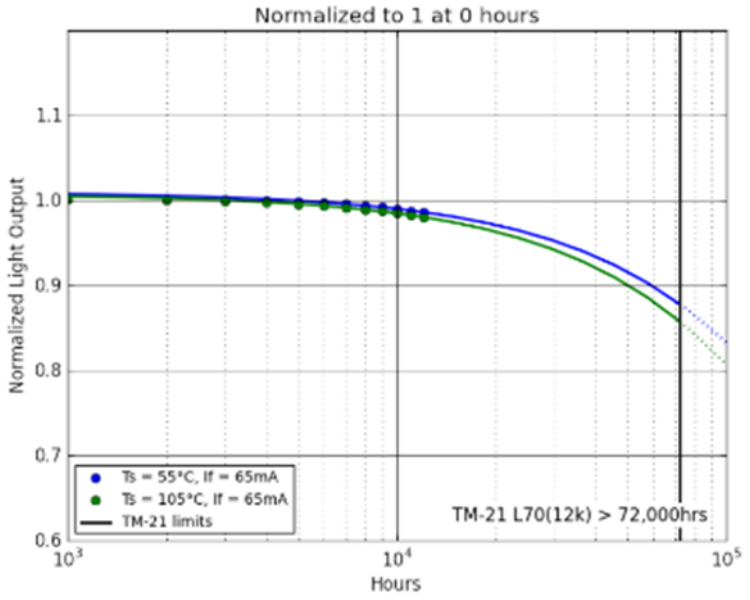


Imagen 9. Curva depreciación luminosa de la fuente

- **Cálculo del factor de mantenimiento FM**

De la tabla 580.2.3e. Se ubica el escenario I, índice de hermeticidad IP6x (b) (Cierre del sistema óptico completamente sellado), se tiene:

FM = 0.91 x 0.98

FM = 0.89

- **Características del perfil**

PERFIL	FACTOR DE MANTENIMIENTO	SALIENTE PUNTO DE LUZ (m)	RETROCESO (m)	AVANCE DEL BRAZO (m)	ÁNGULO °
1	0.85	0.5	1.0	1.5	5
2	0.85	1.0	0.5	1.5	0
3	0.85	0.6	0.4	1	0
4	0.85	0.0	1.0	1	0
5	0.85	0.5	1.0	1.5	5
6	0.85	0.0	1.0	1	5
7	0.85	0.5	0.5	1	5
8	0.85	0.5	1.0	1.5	0
9	0.85	0.9	0.1	1	0
10	0.85	0.9	0.1	1	0
11	0.85	0.9	0.2	1	0
12	0.85	1.5	0.0	1.5	5
13	0.85	1.0	0.0	1	0
15	0.85	-0.5	2.0	1.5	10
17	0.85	0.5	1.0	1.5	0
18	0.85	1.0	0.5	1.5	0
19	0.85	0.5	0.5	1	10
20	0.85	0.5	0.5	1	10
21	0.85	1.0	0.0	1	0
22	0.85	0.5	0.5	1	0
23	0.85	0.5	0.5	1	5
24	0.85	0.0	1.5	1.5	5

Tabla 34. Características del perfil

- **Simulación de perfiles tipo resultantes:**

Ver perfiles tipo resultantes a continuación:

					RESULTADOS OBTENIDOS- ANDEN 1			RESULTADOS OBTENIDOS- CALZADA 1					RESULTADOS OBTENIDOS-CALZADA 2					RESULTADOS OBTENIDOS-ANDEN 2		
PERFIL	REFERENCIA	INTERDISTANCIA (m)	PENDIENTE	INCLINACIÓN APROX. °	Em (lx)	Emin (lx)	Uo (≥%)	Lm (cd/m2)	U0 (≥%)	UL (≥%)	TI (≤%)	SR (%)	Lm (cd/m2)	U0 (≥%)	UL (≥%)	TI (≤%)	SR (%)	Em (lx)	Emin (lx)	Uo (≥%)
1	AVENTO 1	35	SI	8	N/A	N/A	N/A	1.24	66	69	6.00	67	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
2	GEN2S	42	SI	8	N/A	N/A	N/A	0.92	41	N.R.	11.50	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
3	AVENTO 1	45	NO	-	10.10	4.21	42	0.85	65	N.R.	4.90	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	13.34	8.72	65
4	GEN2S	37	SI	8	13.41	4.47	33	1.06	46	N.R.	11.70	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	8.72	5.49	63
5	AVENTO 1	36	NO	-	14.63	5.46	37	1.24	64	66	5.60	86	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	20.82	13.31	64
6	GEN2S	32	SI	8	12.34	4.73	38	0.98	44	N.R.	10.30	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	6.09	3.53	58
7	GEN2S	44	SI	8	N/A	N/A	N/A	0.85	45	N.R.	11.60	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
8	AVENTO 1	38	SI	8	14.79	5.04	34	1.24	55	60	7.10	75	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	13.36	10.11	76
9	GEN2S	41	SI	8	9.07	3.09	34	0.96	71	N.R.	7.10	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
10	GEN2S	40	SI	8	10.06	3.48	35	0.89	51	N.R.	9.00	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	9.23	5.43	59
11	GEN2S	42	SI	8	9.40	3.19	34	0.88	58	N.R.	8.20	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	10.93	5.56	51
12	AVENTO 1	34	SI	8	13.87	5.71	41	1.25	55	70	4.60	90	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	23.33	15.13	65
13	GEN2S	37	SI	8	10.77	3.64	34	1.07	60	N.R.	8.40	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	12.32	6.84	56
15	AVENTO 1	33	SI	8	14.90	5.42	36	1.03	45	N.R.	8.70	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	6.10	3.58	59
17	AVENTO 1	36	NO	-	14.79	5.35	36	1.22	47	66	7.60	70	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
18	AVENTO 1	37	NO	-	13.98	4.65	33	1.32	55	63	5.60	81	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
19	GEN2S	32	NO	-	10.18	4.58	45	0.83	50	N.R.	8.30	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	7.25	4.58	63
20	GEN2S	32	NO	-	10.49	4.96	47	0.83	50	N.R.	8.30	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	7.70	5.32	69
21	GEN2S	37	NO	-	10.77	3.64	34	0.93	42	N.R.	10.30	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	6.53	4.48	69
22	GEN2S	37	SI	8	10.34	3.50	34	0.95	51	N.R.	9.20	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	7.07	4.14	59
23	GEN2S	13	SI	8	13.39	4.57	34	2.00	75	N.R.	8.30	N.R.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	20.45	14.40	70
24	AVENTO 1	45	SI	8	7.32	4.83	66	0.93	43	N.R.	8.40	N.R.	0.93	43	N.R.	8.40	N.R.	7.32	4.83	66

Tabla 35. Simulación de perfiles tipo resultantes

Lm: Luminancia promedio; U0: Factor de uniformidad Horizontal; UL: Factor de Uniformidad Longitudinal; TI: Incremento de umbral, SR: Relación de alrededores.

4.2.3.1. Selección de referencia propuesta para el proyecto

Para efectos de cerrar diseño seleccionamos la referencia ROY ALPHA como propuesta, el cual con cinco referencias de luminarias abarca los perfiles propuestos, además de brindar mejores niveles de luminancia y uniformidad.

En el Anexo E, se encuentran los informes con los resultados de simulación para cada uno de los perfiles tipo en el Municipio.

4.2.3.2. Consolidado diseño de vías: Modernización y Expansiones

En el proyecto de modernización y expansión en vías vehiculares ubicadas en el área urbana y rural del Municipio se instalarán 3.145 luminarias LED, divididas en las siguientes potencias:

TIPO	TECNOLOGÍA	POTENCIA (W)	CANTIDAD
LUMINARIA	LED	35	909
LUMINARIA	LED	104	1.940
FAROL	LED	62	296
REFLECTOR	LED	100	-
REFLECTOR	LED	150	-
REFLECTOR	LED	200	-
TOTAL			**3.145**

Tabla 36. Consolidado diseño en vías: modernización y expansiones

De la validación realizada y teniendo en cuenta los resultados en las simulaciones, se obtiene que, del total de luminarias diseñadas, cumplirían el 80%.

Para el diseño actual y según simulaciones, no cumplirían el 20% de las luminarias instaladas en vías vehiculares. Lo anterior se debe a variables externas en las vías tales como:

- Infraestructura Modernización: Cabe resaltar que el proyecto contempla solo la sustitución de las luminarias existentes, por tanto, se contará con la postería actualmente instalada en el Municipio. Ante esto, se evidencian distancias elevadas entre los postes y dificultad para variar la altura de montaje de las luminarias, debido a la existencia de redes y otros equipos eléctricos que lo impiden.

- Infraestructura Expansiones: para el proyecto de expansiones de El Socorro se tiene en cuenta instalación de redes y postes nuevos.

- Vegetación: En algunas situaciones existen árboles que por su densidad generan gran cantidad de sombras.

Nota: Para un cumplimiento óptimo de los perfiles viales se recomienda que la infraestructura se adecue de acuerdo a las características de los perfiles tipo.

Los materiales que se deben contemplar en la realización de las expansiones son los siguientes:

ZONA	EXPANSIÓN TRAMO VÍA A MORROS		
REF. RED 2	RED TRENZADA 3X4+4AWG AL	CANTIDAD (ML)	373
REF. POSTE	POSTE CONC. 8MX510KG.F	CANTIDAD (UN)	9
REF. POSTE	POSTE CONC. 8MX750KG.F	CANTIDAD (UN)	4
LUMINARIAS	LUMINARIA LED 35 W	CANTIDAD (UN)	13
REF.TRANSFORMADOR	TRANSFORMADOR MONOFÁSICO DE 5 KVA 13.2/0.48-0.24 kV	CANTIDAD (UN)	1
CONEXIÓN	A RED MT EXISTENTE		-

ZONA	EXPANSIÓN TRAMO 1 VÍA A BUENAVISTA		
REF. RED 2	RED TRENZADA 3X4+4AWG AL	CANTIDAD (ML)	249
REF. POSTE	POSTE CONC. 8MX510KG.F	CANTIDAD (UN)	6
REF. POSTE	POSTE CONC. 8MX750KG.F	CANTIDAD (UN)	3
LUMINARIAS	LUMINARIA LED 35 W	CANTIDAD (UN)	9
REF.TRANSFORMADOR	TRANSFORMADOR MONOFÁSICO DE 5 KVA 13.2/0.48-0.24 kV	CANTIDAD (UN)	1
CONEXIÓN	A RED MT EXISTENTE		

ZONA	EXPANSIÓN TRAMO 2 VÍA A BUENAVISTA		
REF. RED 2	RED TRENZADA 3X4+4AWG AL	CANTIDAD (ML)	286
REF. POSTE	POSTE CONC. 8MX510KG.F	CANTIDAD (UN)	6
REF. POSTE	POSTE CONC. 8MX750KG.F	CANTIDAD (UN)	4
LUMINARIAS	LUMINARIA LED 35 W	CANTIDAD (UN)	10
REF.TRANSFORMADOR	TRANSFORMADOR MONOFÁSICO DE 5 KVA 13.2/0.48-0.24 kV	CANTIDAD (UN)	1
CONEXIÓN	A RED MT EXISTENTE		

ZONA	EXPANSIÓN TRAMO VÍA A VEREDA BARAYA		
REF. RED 2	RED TRENZADA 3X2+2AWG AL	CANTIDAD (ML)	6454
REF. POSTE	POSTE CONC. 8MX510KG.F	CANTIDAD (UN)	161
REF. POSTE	POSTE CONC. 8MX750KG.F	CANTIDAD (UN)	57
LUMINARIAS	LUMINARIA LED 35 W	CANTIDAD (UN)	216
REF.TRANSFORMADOR	TRANSFORMADOR MONOFÁSICO DE 10 KVA 13.2/0.48-0.24 kV	CANTIDAD (UN)	5
CONEXIÓN	A RED MT EXISTENTE		

ZONA	EXPANSIÓN TRAMO VÍA A VEREDA SAN LORENZO		
REF. RED 2	RED TRENZADA 3X2+2AWG AL	CANTIDAD (ML)	903
REF. POSTE	POSTE CONC. 8MX510KG.F	CANTIDAD (UN)	21
REF. POSTE	POSTE CONC. 8MX750KG.F	CANTIDAD (UN)	10
LUMINARIAS	LUMINARIA LED 35 W	CANTIDAD (UN)	31
REF.TRANSFORMADOR	TRANSFORMADOR MONOFÁSICO DE 5 KVA 13.2/0.48-0.24 kV	CANTIDAD (UN)	1
CONEXIÓN	A RED MT EXISTENTE		-

ZONA	EXPANSIÓN TRAMO VÍA A VEREDA BOSQUE CENTRO		
REF. RED 2	RED TRENZADA 3X2+2AWG AL	CANTIDAD (ML)	431
REF. POSTE	POSTE CONC. 8MX510KG.F	CANTIDAD (UN)	10
REF. POSTE	POSTE CONC. 8MX750KG.F	CANTIDAD (UN)	5
LUMINARIAS	LUMINARIA LED 35 W	CANTIDAD (UN)	15
REF.TRANSFORMADOR	TRANSFORMADOR MONOFÁSICO DE 5 KVA 13.2/0.48-0.24 kV	CANTIDAD (UN)	1
CONEXIÓN	A RED MT EXISTENTE		-

4.3. Zonas exclusivas: Modernización y Expansión

Para cumplir con los requerimientos de expansión en cada zona, es necesario lo descrito en la tabla a continuación, con ello se garantiza un mayor confort visual, mayor sensación de seguridad vial y peatonal, y se suplen las necesidades de las diferentes comunidades beneficiadas con estas obras. Para la mayoría de estas zonas exclusivas deben hacerse mejoras en la infraestructura de Alumbrado Público actual, para que cumplan con los niveles de iluminación exigidos por RETILAP. Algunas de estas no tienen una infraestructura adecuada, por lo que actualmente se encuentran con deficiencias de iluminación y en la mayoría de los casos, es necesaria la modernización y expansión en cada una de las zonas mencionadas.

En la siguiente tabla se presentan las cantidades requeridas (luminarias, reflectores, faroles, postes y/o redes) por zona:

ZONA	**CANCHA COMUNERA**		
REF. LUMINARIA	REFLECTOR 200 W	**CANTIDAD (ML)**	15
REF. RED	RED TRENZADA 2X4+4AWG AL	**CANTIDAD (ML)**	67
REF. RED	RED AEREA EN ENCAUCHETADO 3X12AWG	**CANTIDAD (ML)**	18
CONEXIÓN	A RED BT EXISTENTE		
ZONA	**CANCHA JOSE ANTONIO GALAN**		
REF. LUMINARIA	LUMINARIA 37 W	**CANTIDAD (ML)**	3
	REFLECTOR 200 W		6
	REFLECTOR 400 W		29
REF. RED 1	RED TRENZADA 2X4+4AWG AL	**CANTIDAD (ML)**	280
REF. RED 2	RED AEREA EN ENCAUCHETADO 3X12AWG	**CANTIDAD (ML)**	7
CONEXIÓN	A RED BT EXISTENTE		
ZONA	**PARQUE CARERRA 7 #15-87 A 15-1**		
REF. LUMINARIA	LUMINARIA 37 W	**CANTIDAD (ML)**	6
REF. RED1	RED TRENZADA 2X4+4AWG AL	**CANTIDAD (ML)**	79
REF. RED 2	RED AEREA EN ENCAUCHETADO 3X12AWG	**CANTIDAD (ML)**	25
CONEXIÓN	A RED BT EXISTENTE		
ZONA	**PARQUE CARRERA 15 ENTRE CALLE 15 Y CALLE 6**		
REF. LUMINARIA	FAROL 60 W	**CANTIDAD (UN)**	3

REF. LUMINARIA	LUMINARIA 37 W	**CANTIDAD (UN)**	1
REF. POSTE	POSTE METALICO 3 METROS PARA FAROL	**CANTIDAD (UN)**	3
REF. RED 1	RED AEREA EN ENCAUCHETADO 3X12AWG	**CANTIDAD (ML)**	6
REF. RED 2	SUBTERRANEA S8000 2X6+6AWG PVC 1"	**CANTIDAD (ML)**	29
CONEXIÓN	A RED BT EXISTENTE		
ZONA	**PARQUE LOS CAPUCHIÑOS**		
REF. LUMINARIA	FAROL 60 W	**CANTIDAD (UN)**	17
	LUMINARIA 37 W	**CANTIDAD (UN)**	2
REF. POSTE	POSTE METALICO FAROL 4 METROS	**CANTIDAD (UN)**	18
REF. RED 1	SUBTERRANEA S8000 2X6+6AWG PVC 1"	**CANTIDAD (ML)**	402
REF. RED 2	RED AEREA EN ENCAUCHETADO 3X12AWG	**CANTIDAD (ML)**	12
CONEXIÓN	A RED BT EXISTENTE		
ZONA	**PARQUE LA CHIQUINQUIRA**		
REF. LUMINARIA	FAROL 60 W	**CANTIDAD (UN)**	17
REF. POSTE	POSTE METALICO FAROL 4 METROS	**CANTIDAD (UN)**	17
REF. RED 1	SUBTERRANEA S8000 2X6+6AWG PVC 1"	**CANTIDAD (ML)**	282
REF. RED 2	RED AEREA EN ENCAUCHETADO 3X12AWG	**CANTIDAD (ML)**	21
REGISTRO	40X40X60 CMS	**CANTIDAD (UN)**	1
CONEXIÓN	A RED BT EXISTENTE		
ZONA	**PARQUE PRINCIPAL SOCORRO**		
REF. LUMINARIA	FAROL 60 W	**CANTIDAD (UN)**	15
	LUMINARIA 120.4 W	**CANTIDAD (UN)**	12
REF. POSTE	POSTE METALICO FAROL 4 METROS	**CANTIDAD (UN)**	15
REF. RED 1	SUBTERRANEA S8000 2X6+6AWG PVC 1"	**CANTIDAD (ML)**	967
CONEXIÓN	A RED BT EXISTENTE		
ZONA	**PARQUE PRIMERO DE MAYO**		
REF. LUMINARIA	REFLECTOR 100 W	**CANTIDAD (M)**	6

REF. RED 1	SUBTERRANEA S8000 2X6+6AWG PVC 1"	**CANTIDAD (M)**	122
REF. RED 2	RED AEREA EN ENCAUCHETADO 3X12AWG	**CANTIDAD (ML)**	18
CONEXIÓN	A RED BT EXISTENTE		
ZONA	**ATRÁS DE PRIMERO DE MAYO**		
REF. LUMINARIA	LUMINARIA 37 W	**CANTIDAD (UN)**	24
REF. POSTE	POSTE METALICO BRAZO DOBLE 5 METROS	**CANTIDAD (UN)**	5
REF. RED 2	SUBTERRANEA S8000 2X6+6AWG PVC 1"	**CANTIDAD (ML)**	132
REF. RED	RED AEREA EN ENCAUCHETADO 3X12AWG	**CANTIDAD (ML)**	10
REGISTRO	40X40X60 CMS	**CANTIDAD (UN)**	5
CONEXIÓN	A RED BT EXISTENTE		
ZONA	**CANCHA LA 20**		
REF. LUMINARIA	REFLECTOR 100 W	**CANTIDAD (UN)**	12
REF. POSTE	POSTE CONC. 12MX750KG.F	**CANTIDAD (UN)**	1
REGISTRO	40X40X60 CMS	**CANTIDAD (UN)**	1
REF. RED 1	SUBTERRANEA S8000 2X6+6AWG PVC 1"	**CANTIDAD (ML)**	78
REF. RED 2	ENCAUCHETADO 3 X 14	**CANTIDAD (ML)**	7
CONEXIÓN	A RED BT EXISTENTE		
ZONA	**CANCHA PORTAL SARAVITA**		
REF. LUMINARIA	REFLECTOR 200 W	**CANTIDAD (ML)**	8
	REFLECTOR 150 W	**CANTIDAD (ML)**	8
REF. RED 1	SUBTERRANEA S8000 2X6+6AWG PVC 1"	**CANTIDAD (ML)**	17
REF. RED 2	RED AEREA EN ENCAUCHETADO 3X12AWG	**CANTIDAD (ML)**	20
CONEXIÓN	A RED BT EXISTENTE		
ZONA	**PARQUE INTRA**		
REF. LUMINARIA	FAROL 60 W	**CANTIDAD (UN)**	4
	LUMINARIA 37 W	**CANTIDAD (UN)**	2
	REFLECTOR 200 W	**CANTIDAD (UN)**	17

REF. POSTE	POSTE METALICO FAROL 4 METROS	**CANTIDAD (UN)**	4
REF. RED 1	SUBTERRANEA S8000 2X6+6AWG PVC 1"	**CANTIDAD (ML)**	144
CONEXIÓN	A RED BT EXISTENTE		

Tabla 37. Zonas exclusivas: modernización y expansión

A continuación, se presenta un cuadro resumen con la cantidad correspondiente a cada unidad constructiva de la infraestructura exclusiva de Alumbrado Público en el Municipio:

DESCRIPCION	CANTIDAD
POSTES	**64**
POSTE CONC. 12MX750KG.F	1
POSTE METALICO FAROL 4 METROS	54
POSTE METALICO BRAZO DOBLE 5 METROS	5
POSTE METALICO 3 METROS PARA FAROL	3
POSTE CONC. 12MX1050KG.F	1
REDES	**2.876**
RED TRENZADA 2X4+4AWG AL	426
BAJANTE S8000 2X6+6AWG IMC 1"	140
SUBTERRANEA S8000 2X6+6AWG PVC 1"	2.173
RED AEREA EN ENCAUCHETADO 3X12AWG	137
REGISTROS	
40X40X60 CMS	7
TRANSFORMADORES	
TRANSFORMADOR 10KVA	
CERTIFICACIONES	
MEDIDOR DIRECTO BIFASICO 480/220V	3

Tabla 38. Resumen unidades constructivas de la infraestructura de Alumbrado Público

4.4. Análisis de eficiencia energética con tecnología LED

En la actualidad son cada vez mejores los avances tecnológicos que se vienen trabajando en el mundo para conseguir sistemas de iluminación óptimos y amigables con el medio ambiente. Todo esto enfocado al tema de eficiencia energética, el cual se logra con inclusión de tecnologías de luminarias que ofrecen iguales o mejores condiciones lumínicas que las tecnologías convencionales con menos consumo de energía eléctrica.

En la mayoría de los casos la sustitución de luminarias convencionales por luminarias LED ofrece muchos beneficios, destacando principalmente la reducción del consumo de energía eléctrica hasta un 60%, disminución de emisiones de Dióxido de Carbono y la disminución del mantenimiento de las luminarias gracias a que su vida útil es superior a la de las luminarias convencionales. Todos los beneficios anteriores vienen acompañados con características técnicas y eléctricas que ofrece la tecnología LED, tales como mejor reproducción de color, sensación de confort, mayor rango de operación de voltajes.

4.4.1. Definición, principios básicos y ventajas

En la actualidad son cada vez mejores los avances tecnológicos que se vienen trabajando en el mundo para conseguir sistemas de iluminación óptimos y amigables con el medio ambiente, enfocado en la eficiencia energética, la cual se logra con la inclusión de tecnologías de luminarias que ofrecen iguales o mejores condiciones lumínicas que las tecnologías convencionales, con menos consumo de energía eléctrica.

En la mayoría de los casos la sustitución de luminarias convencionales por luminarias LED ofrece muchos beneficios, entre las que se destacan la reducción del consumo de energía eléctrica hasta un 60%, la disminución de emisiones de Dióxido de Carbono y la disminución del mantenimiento de las luminarias gracias a que su vida útil es superior a la de las luminarias convencionales. Todos los beneficios anteriores vienen acompañados de características técnicas y eléctricas que ofrece la tecnología LED, tales como mejor reproducción de color, sensación de confort, mayor rango de operación de voltajes.

LED "Lighting Emitting Diode" (Diodo Emisor de Luz) se compone esencialmente de distintas capas de conexiones de semiconductores. El constante desarrollo y la eficiencia de LED nos permite con menor energía eléctrica brindar mayor y mejor calidad de iluminación, produciendo más luz por watt a menor costo energético. La luz emitida por los LEDs es muy próxima a la luz natural, permitiendo que todos los colores se reproduzcan perfectamente, permitiendo mantener la naturalidad de los colores de los objetos a iluminar.

Las luces LEDs no gastan energía en forma de calor que no produce luz. En comparación, una luminaria incandescente emite en la banda del infrarrojo (no visible) una gran porción de la energía que produce que, como resultado tanto las incandescentes como las fluorescentes producen una gran cantidad de calor considerado un desperdicio de energía. (Assessment) ((TNA), s.f.).

A continuación, se enuncian los principales beneficios de un Sistema de Alumbrado Público con utilización de tecnología LED:

- ✓ Mejora la experiencia de visión nocturna.
- ✓ Son amigables con el medio ambiente y la eficiencia energética.
- ✓ Hace que las ciudades sean más seguras, amigables y atractivas.
- ✓ Su consumo eléctrico y mantenimiento es medible y controlable.
- ✓ Reduce los costos de mantenimiento y de energía hasta en un 60%.
- ✓ Su luz blanca no genera deslumbramientos.
- ✓ No contiene Mercurio y reduce el impacto ambiental.
- ✓ Los materiales pueden ser reciclados.
- ✓ Su tecnología electrónica permite interactuar con otros sistemas públicos como Video vigilancia, Datainfo, Conectividad, etc.

- ✓ Son infraestructura base para crear Ciudades Inteligentes (Smart cities). (Corpoema, 2019)

Para reducir el consumo energético y conseguir que el sistema de iluminación sea eficiente debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- ✓ Luminarias o bombillas eficientes que aportarán un mayor flujo luminoso a menor consumo.
- ✓ Equipos electrónicos y regulables.
- ✓ Ópticas para maximizar el efecto lumínico.
- ✓ Mecanismos de Tele gestión que nos permitan tener una iluminación medible, administrable y regulable.
- ✓ Realizar la instalación en base a cálculos previos del diseño de iluminación.
- ✓ Realizar un mantenimiento adecuado de las luminarias y equipos.
- ✓ Controles de iluminación natural.

4.4.2. Análisis del consumo del censo de luminarias

Teniendo en cuenta que la principal ventaja de la sustitución de luminarias a tecnología LED es la reducción del consumo energético y con el fin de dimensionar tal disminución, se hace necesario calcular y analizar el consumo de las luminarias instaladas actualmente.

A continuación, se presenta la potencia instalada por luminarias existentes en el área urbana del Municipio:

POTENCIA INSTALADA EN EL MUNICIPIO DE EL SOCORRO - SANTANDER				
TECNOLOGÍA	**POTENCIA [W]**	**CANTIDAD**	**POTENCIA INSTALADA (kW)**	**CONSUMO kWhm**
LED	25	3	0.08	29.70
	30	355	11.72	4,217.40
	35	8	0.31	110.88
	40	2	0.09	31.68
	50	71	3.91	1,405.80
	60	74	4.88	1,758.24
	70	3	0.23	83.16
	100	28	3.08	1,108.80
	120	2	0.26	95.04
	150	8	1.32	475.20
	200	3	0.66	237.60
METAL HALIDE	400	48	21.12	7,603.20
FLUORESCENTE	15	7	0.12	41.58

POTENCIA INSTALADA EN EL MUNICIPIO DE EL SOCORRO - SANTANDER				
	25	5	0.14	49.50
MIXTA	30	2	0.07	23.76
	160	2	0.35	126.72
SODIO	70	1.719	139.24	50,126.04
	150	88	14.87	5,353.92
	250	6	1.67	602.64
Total General		**2.434**	**204.11**	**73,480.86**

Tabla 39. Potencia instalada en el Municipio

4.4.3. Propuesta de eficiencia energética

La propuesta energética presentada en el presente documento, contempla la sustitución de las lámparas existentes por luminarias en tecnología LED, lo cual se realiza teniendo en cuenta las normas técnicas para la iluminación del Alumbrado Público que ha dispuesto el Ministerio de Minas y Energía, a través del Reglamento Técnico de Alumbrado Público –RETILAP. Después de realizar y presentar el diseño lumínico de todas las vías del Municipio y de sus zonas exclusivas, en el capítulo 5 del presente documento, es necesario cuantificar y analizar los beneficios que representa esta propuesta, para ello, se presentan las cantidades y consumo de energía para la implementación de la propuesta para sustitución de luminarias.

El proyecto de modernización en el área urbana y rural del Municipio se instalarán 3.003 luminarias LED con su respectivo consumo, divididas en las siguientes potencias:

POTENCIA PROPUESTA EN EL ÁREA URBANA Y RURAL DEL MUNICIPIO DE SOCORRO-SANTANDER- MODERNIZACIÓN			
TECNOLOGÍA	**POTENCIA [W]**	**CANTIDAD (UNIDAD)**	**POTENCIA INSTALADA (kW)**
LUMINARIA	LED	641	22,44
LUMINARIA	LED	1.940	135,80
LUMINARIA	LED	308	32,03
FAROL	LED	56	3,36
REFLECTOR	LED	12	1,20
REFLECTOR	LED	4	0,60
REFLECTOR	LED	42	8,40
TOTAL		3.003	203.83

Tabla 40. Potencia propuesta en el área urbana y rural del Municipio

El proyecto de expansión en el área urbana y rural del Municipio se instalarán 339 luminarias LED con su respectivo consumo, divididas en las siguientes potencias:

POTENCIA PROPUESTA EN EL ÁREA URBANA Y RURAL DEL MUNICIPIO DE SOCORRO-SANTANDER- EXPANSIONES			
TECNOLOGÍA	**POTENCIA [W]**	**CANTIDAD (UNIDAD)**	**POTENCIA INSTALADA (kW)**
LUMINARIAS	35	308	10.78
	70	-	0.00
	104	-	0.00
FAROL	60	6	0.36
REFLECTOR	100	4	0.40
	150	21	3.15
	200	-	0.00
TOTAL		339	15

Tabla 41. Potencia propuesta en el área urbana y rural del Municipio. Expansiones.

Adicionalmente, se debe validar el consumo de las luminarias LED que quedan instaladas sin retiros ni cambios en el Municipio:

LUMINARIAS LED SIN CAMBIOS			
TECNOLOGÍA	**POTENCIA [W]**	**CANTIDAD (UNIDAD)**	**POTENCIA INSTALADA (kW)**
LUMINARIAS	30	38	1.14
	50	2	0.10
TOTAL		**40**	**1.24**

Tabla 42. Luminarias LED sin cambios

Se obtiene una potencia total igual a 219.76 kW.

4.4.4. Análisis técnico de la propuesta de eficiencia energética

Dentro de las ventajas de la tecnología LED aplicada en la iluminación de Alumbrado Público, se pueden destacar, en primer lugar, la reducción significativa en el consumo de energía, lo cual se fundamenta en que este tipo de luminarias se caracterizan por tener una muy buena eficacia luminosa. En segundo lugar, podemos destacar la disminución en la emisión de Dióxido de Carbono al medio ambiente. En la presente sección, se presentará el análisis correspondiente al consumo energético de la propuesta energética.

El ahorro energético que representa la propuesta de eficiencia energética, se realiza comparando su consumo con el de las luminarias existentes mediante la siguiente expresión:

CALCULO PORCENTAJE DE AHORRO DE ENERGIA

$$\left(1 - \frac{Potencia\ Nueva\ Instalada}{Potencia\ Inicial\ Antigua}\right) * 100$$

Fórmula 2. Calculo porcentaje de ahorro de energía

A continuación, se muestra el consumo del Municipio y la eficiencia energética de las luminarias existentes:

CONSUMO MUNICIPIO DE EL SOCORRO	
POTENCIA TOTAL DE LUMINARIAS EXISTENTES (KW)	204.11
CONSUMO LUMINARIAS EXISTENTES (KWH-MES)	73,480.86
POTENCIA TOTAL DE PROPUESTA ENERGÉTICA (KW)	203.8
CONSUMO DE PROPUESTA ENERGÉTICA (KWH-MES)	73,377.7
PORCENTAJE DE AHORRO DE ENERGÍA	**14.04%**

Tabla 43.Consumo del Municipio y eficiencia energética

4.4.5. Análisis de disminución de emisión de Dióxido de Carbono al medio ambiente

La disminución de emisión de Dióxido de Carbono al medio ambiente que representa la propuesta de eficiencia energética, se calcula teniendo en cuenta la potencia consumida por las luminarias existentes mediante con la siguiente expresión:

CALCULO DEL IMPACTO AMBIENTAL

$$\frac{(Potencia\ Inicial\ Antigua - Potencia\ Instalada\ Nueva) * 401 * 12 * 365}{1000000}$$

Constante FE = 401 gms/kWh UPME: Resolución 843 de 2016
N° de meses del año = 12
N° de días del año = 365

Fórmula 3. Calculo del impacto ambiental

A continuación, se muestra el consumo del Municipio y el cálculo de emisión de Dióxido de Carbono al medio ambiente

CONSUMO MUNICIPIO DE EL SOCORRO	
POTENCIA TOTAL DE LUMINARIAS EXISTENTES (KW)	204.11
CONSUMO LUMINARIAS EXISTENTES (KWH-MES)	73,480.86
POTENCIA TOTAL DE PROPUESTA ENERGÉTICA (KW)	203.8
CONSUMO DE PROPUESTA ENERGÉTICA (KWH-MES)	73,377.7
PORCENTAJE DE AHORRO DE ENERGÍA	14.04%
CALCULO DEL IMPACTO AMBIENTAL	**0.50**

Tabla 44. Consumo del Municipio y cálculo de impacto ambiental

Las luminarias de Sodio producen una huella de carbono y eso contribuye en contaminación del medio ambiente. Dicha emisión se debe a los componentes internos de las luminarias de Sodio,

por lo tanto, la suma de todas estas potencias o luminarias en uso producen toneladas de CO2 (Dióxido de Carbono). Las luminarias LED de nueva tecnología reducen este impacto ambiental, mediante la disminución de niveles de Dióxido de Carbono y otros gases nocivos. Por tanto, el factor impacto ambiental representa la cantidad de toneladas de CO2 que se reducen al implementar la tecnología LED.

4.4.6. Impacto medioambiental

La modernización del parque lumínico con tecnología LED impacta de forma positiva a la conservación y cuidado del medioambiente, gracias a todas las ventajas técnicas que posee dicha tecnología, frente a las existentes actualmente (sodio, mercurio, etc.). Dicho impacto ambiental derivados de una excelente iluminación pública utilizando la tecnología LED, se pueden clasificar en tres grandes grupos:

- **Disminución de residuos peligrosos derivados de los componentes de la luminaria:**

La tecnología LED no emplea mercurio, plomo, metales pesados u otros materiales contaminantes que requieran de disposición final especial al final de la vida útil de la luminaria.

Adicionalmente, la tecnología LED cuenta con una vida útil superior a las luminarias de sodio de alta presión convencionales, aumentando el tiempo de uso en aproximadamente 5 años (100.000 horas en comparación con las 30.000 horas de las luminarias de sodio), reduciendo la cantidad de componentes eléctricos a los que se les debe hacer disposición final una vez alcanzan su vida útil.

- **Baja contaminación lumínica y mejor percepción del entorno:**

Como consecuencia de la direccionalidad de los dispositivos LED, la luz que emiten no se esparce en todas direcciones, haciendo que su exposición al cielo sea mucho menor.

Con la iluminación LED es posible utilizar luz blanca fría, que permite alcanzar una iluminación segura para los usuarios de la calle (baja los tiempos de reacción ante un imprevisto), con menor consumo de energía y una mejor percepción del entorno. La luz blanca atraviesa mucho mejor la neblina, haciendo a los vehículos más visibles.

- **Reducción del consumo de energía y emisiones de CO2:**

Las luminarias LED cuentan con alta eficiencia lumínica, lo que se traduce en un aprovechamiento óptimo de la energía consumida, logrando así la reducción considerable de la energía demandada y consigo, la reducción de emisiones de CO2.

En la tabla a continuación, se observa la reducción de CO2 que se lograría con la modernización del parque lumínico del Municipio a tecnología LED:

CONSUMO MUNICIPIO DE EL SOCORRO	
POTENCIA TOTAL DE LUMINARIAS EXISTENTES (KW)	204.11
CONSUMO LUMINARIAS EXISTENTES (KWH-MES)	73,480.86

CONSUMO MUNICIPIO DE EL SOCORRO	
POTENCIA TOTAL DE PROPUESTA ENERGÉTICA (KW)	203.8
CONSUMO DE PROPUESTA ENERGÉTICA (KWH-MES)	73,377.7
PORCENTAJE DE AHORRO DE ENERGÍA	14.04%
CALCULO DEL IMPACTO AMBIENTAL	**0.50**

Tabla 45. Porcentaje reducción de CO2 modernización

4.5. Desarrollos tecnológicos

4.5.1. La Regulación colombiana como habilitante

El decreto 943 del 30 de mayo de 2018 en su artículo 2 establece que los: "Desarrollos tecnológicos asociados al servicio de Alumbrado Público: se entienden como aquellas nuevas tecnologías, desarrollos y avances tecnológicos para el Sistema de Alumbrado Público tales como luminarias, nuevas fuentes de alimentación eléctrica, tecnologías de la información y las comunicaciones, que permitan entre otros una operación más eficiente, detección de fallas, medición de consumo energético, georreferenciación, atenuación lumínica, interoperabilidad y ciberseguridad."

> ***PARÁGRAFO 1.*** *La modernización, expansión y reposición del Sistema de Alumbrado Público debe buscar la optimización de los costos anuales de inversión, suministro de energía y los gastos de administración, operación, mantenimiento e interventoría, así como la incorporación de desarrollos tecnológicos. Las mayores eficiencias logradas en la prestación del servicio que se generen por la reposición, mejora, o modernización del sistema, deberán reflejarse en el estudio técnico de referencia. (Artículo 2)*



Imagen 10. Regulación colombiana sobre desarrollos tecnológicos asociados al servicio de Alumbrado Público

El sistema de telegestión del Servicio de Alumbrado Público es una herramienta de control y supervisión, conformada por los siguientes componentes principalmente: un hardware, una fotocelda inteligente y un software de monitoreo; La operación de un Sistema de Alumbrado público, bajo un modelo de telegestión, está fuertemente correlacionada con los principios de optimización de los recursos, de la maximización de los beneficios, como es el ahorro de la energía, mejorar la calidad y confiabilidad del Servicio de Alumbrado que se ofrece al Municipio, esta permite disminuir los tiempos de respuesta de atención a fallas entre otras características medibles y beneficios del sistema de Alumbrado tales como:

❖ Optimización de los costos de explotación:

- Planificación de las intervenciones.
- Activación de llamadas de emergencia automática.
- Información detallada para mantenimiento.
- Reporte de averías en tiempo real.
- Se reduce el trabajo de rondas nocturnas para detección de fallas.

❖ Uso racional y eficiente de la energía:

- Medición en tiempo real de los consumos de energía.
- Comando de encendido y apagado
- Modulación de la potencia en la luminaria.
- Controlar el factor de potencia (a través de la detección de fallas del condensador).
- Mantener niveles de iluminación constantes para evitar sobredimensionamiento.

❖ Valor agregado para la atención al cliente:

- Históricos de alarmas.
- Trazabilidad de las averías.
- Mejora la percepción de la ciudadanía sobre la calidad del servicio.
- Seguridad ciudadana.
- Puntos de luz sin fallas.

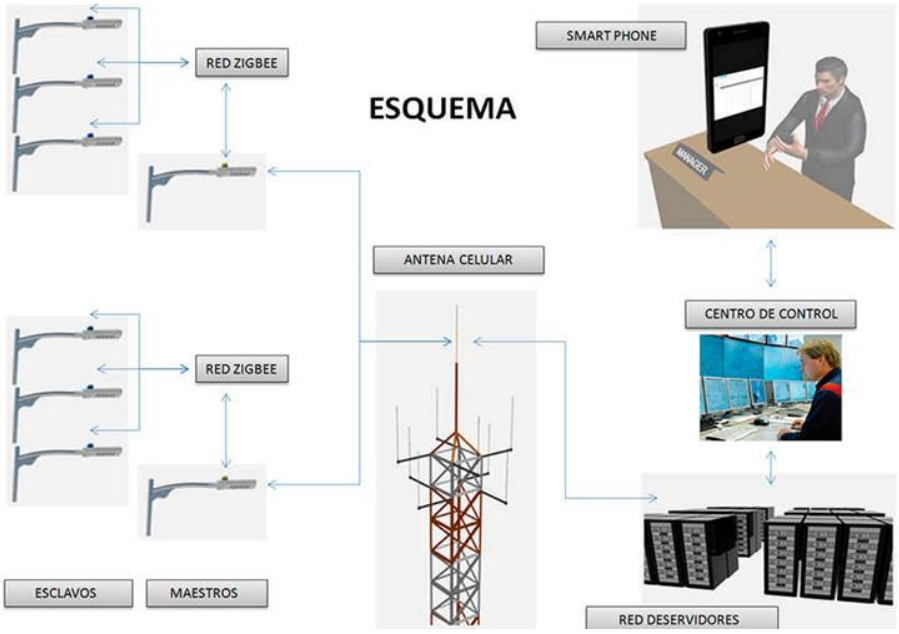


Imagen 11. Milán, Roberto. Funcionamiento de los Sistemas de Telegestión en Alumbrado Público. Fuente: Catedra BP ahorro y eficiencia energética.

Estos niveles en la telegestión están relacionados a través de un sistema de telecomunicaciones, que se encarga de la transmisión de la información al centro de control y desde el centro de control a los diferentes componentes del Sistema de Alumbrado Público.

Existen varios medios de comunicación que se pueden utilizar como son: onda portadora (PLC)4 y comunicaciones inalámbricas como radio, wifi, telefonía celular (GPRS /3G). Mediante el módulo de comunicaciones se transmiten las diferentes señales de estado de cada uno de los componentes del sistema de alumbrado, las cuales son almacenadas en bases de datos, que soportan interfaces graficas del software adoptado para el centro de control. Los operadores, pueden acceder a los datos generados desde los diversos elementos del sistema de alumbrado, determinando las respuestas a los diferentes eventos asociados.

4.5.1.1. Esquema de funcionamiento de los sistemas de telegestión



Esquema 2. Esquema de funcionamiento de los sistemas de telegestión de Alumbrado Público. Fuente. Brochure Telelamp. telemetrik.co.

El sistema telegestionable de Alumbrado Público puede ser monitoreado solo por un pequeño porcentaje de luminarias que tendrían capacidades inteligentes, por ejemplo: en centros de ciudades, distritos de negocios/turísticos, etc.

Por otra parte, se puede adoptar postes o seleccionar postes de iluminación convencional para servir como nodos para sus comunicaciones de iluminación, así como para agregar servicios adicionales, como: servicios de telecomunicaciones, puntos de carga eléctrica, etc.

El ahorro de energía sin precedentes del 50-70% del alumbrado público LED en comparación con el Alumbrado público tradicional (y hasta un 80% cuando se combina con sistemas inteligentes), presenta una urgencia imperiosa para aumentar la prioridad de la adopción del LED.

La implementación de un sistema de telegestión a un sistema eléctrico soporta una amplia gama de servicios, esto va ligado a lo robusto que sea el protocolo telegestionable. Entre más beneficios se obtiene de la telegestión más sistematizada se convierte la ciudad y es donde se comienza hablar de Smart Cities, como una ventaja tecnológica abierta a nuevos horizontes sobre ciudades inteligentes.

4.5.2. La ciudad inteligente y el Alumbrado Público

El crecimiento de la población en el Municipio trae consigo nuevos retos para crear y garantizar espacios más seguros para la población actual y futura que cumplan con alta eficiencia energética y procurando la conservación del medio ambiente. Para hacerle frente a este nuevo reto existen soluciones de iluminación inteligente con las cuales se puede ahorrar energía, reducir las emisiones de CO2, disminuir la contaminación lumínica y generar sensación de seguridad en los ciudadanos.

Para pensar en ciudades inteligentes un primer paso importante es contar con Alumbrado Público inteligente. El Sistema de Alumbrado Público cuenta con infraestructura eléctrica distribuida a través de todo el Municipio, convirtiéndose esta en el lugar estratégico para la ubicación de sistemas para ciudades inteligentes. Donde es posible ubicar por ejemplo una cámara de seguridad, un sensor ambiental, un contador de tráfico y un aviso publicitario inteligente.

Al contar con la tecnología Smartcity, la Ciudad o el Municipio significa que la red de Alumbrado Público estará ubicada incluso hasta en los lugares más remotos del territorio, y cubre todos los lugares habitados del mismo, proporcionando el servicio de alumbrado a los habitantes de dicho territorio, y al tiempo, participa como plataforma soporte para los demás servicios que hacen parte de la inteligencia de la ciudad.

Al adoptar proyectos de eficiencia y sostenibilidad centrada al ciudadano, es muy importante la interacción operativa de todas las empresas de servicios del territorio en donde se aplique la tecnología de SmartCities.



Esquema 3. Smart Cities. Fuente: Banco de imágenes sobre Alumbrado público: www.shutterstock.com.

La movilidad urbana experimenta una gran transformación y avanza hacia la optimización del tráfico con semáforos que responden en tiempo real o aplicaciones para facilitar el aparcamiento, el 30% de la congestión vehicular es causada por conductores buscando un lugar para parquear.

Existe una demanda constante de nuevos productos y desarrollos tecnológicos cuyo crecimiento es imparable, el impulso de ciudades inteligentes se traduce en el desarrollo de mejores ciudades, pero también significa la dinamización de la economía y la industria a escala local y estatal.

¿Qué se consigue con las Smart Cities?

- ✓ Inclusión
- ✓ Transparencia
- ✓ Mejoras de la distribución de recursos
- ✓ Economía digital
- ✓ Tecnología accesible
- ✓ Movilidad inteligente

Muchas ciudades tienen planes estratégicos a largo plazo para el crecimiento y la modernización a futuro, estos deben incluir conceptos de ciudades inteligentes, servicios municipales, capacidad de recopilación de datos, entre otras características que inclinen al municipio hacia el uso de nuevas tecnologías, aportando a las metas de ahorro energético establecidas por los entes gubernamentales. La red de Alumbrado público es una infraestructura central existente en la ciudad y que potencialmente se puede administrar con base a múltiples entradas de datos, así como solicitudes específicas de otros servicios para el bien de la ciudadanía. (Tráfico, seguridad policial, recolección de desechos, informes climáticos adversos, respuestas a accidentes etc.)

Para el ministerio de las TIC, iniciativas como el programa Nacional de Fibra Óptica el cual ha permitido conectar aproximadamente 1.000 municipios a nivel nacional, es un paso importante hacia la transición y adopción de tecnologías que posibiliten el surgimiento de ciudades inteligentes.

Por esta razón la invitación es impulsar ecosistemas de cocreación donde el estado, empresa, universidades y la ciudadanía en general, participen y asuman decisiones inteligentes que permitan construir ciudades sostenibles, responsables y acordes a las necesidades de sus habitantes.

4.5.3. Desarrollo tecnológico Smart City

La definición de Smart City pasa por ser aquella ciudad que utiliza la tecnología de información y comunicación (TIC), con el objetivo de crear mejores infraestructuras para los ciudadanos, abarcando desde el transporte público, temas de ahorro energético, sostenibilidad y eficiencia en todos sus aspectos.

El enfoque de la implementación Smart City busca obtener Ciudades o Municipios capaces de afrontar y resolver con efectividad los problemas de ámbitos sociales, económicos y medio ambientales. Entre los retos a los cuales hace referencia el concepto de implementación Smart City se puede encontrar: administración del tráfico, educación, seguridad pública, detección de escape de aguas y gases, energía inteligente, calidad del agua, parqueo inteligente, salud, inteligencia ambiental, cargas eléctricas de vehículos, edificios inteligentes, contaminación del aire, emisiones electromagnéticas, inteligencia del hogar, administración de residuos sólidos, y oras que aplique según la normatividad.

Las iniciativas de ciudades inteligentes ofrecen oportunidades sin precedentes para los municipios, uso de tecnologías emergentes para la mejora de la habitualidad, sostenibilidad y conectividad de lugares donde vivimos y trabajamos.

4.5.4. Soluciones para la Ciudad Inteligente y el Alumbrado Público

Existen diversas soluciones en mercado para ciudades inteligentes integradas con el Sistema de Alumbrado Público, sin embargo; se debe pensar en una solución que vaya más allá del Alumbrado Público conectado y la dimerización remota, con la cual se opere, mantenga y actualice la infraestructura de iluminación durante todo el ciclo de vida de las luminarias. Adicionalmente, la solución debe permitir control total de la iluminación en toda la ciudad, mejorar la seguridad de los ciudadanos, acelerar el ahorro de energía, optimizar los procesos de mantenimiento y administración, logrando así, ahorro de costos.

Cada ciudad tiene su comportamiento particular y cada barrio es único, teniendo cada uno necesidades diferentes. Lo que requiere gran flexibilidad y adaptabilidad en las soluciones de iluminación.

La solución de iluminación inteligente requiere de consideración de tres componentes importantes:

- ✓ Soluciones Software y hardware para gestión remota de la iluminación a nivel individual y grupal.
- ✓ Controles de iluminación, para la comunicación entre luminarias y centro de gestión remota.
- ✓ Controlador de la luminaria.

El alcance de la solución depende fundamentalmente del controlador que se utilice para la luminaria.

A continuación, se mencionan los controladores disponibles en el mercado y la solución que cada uno ofrece.

	DRIVER INTELIGENTE	DALI	0-10V	1-10V
Tipo de protocolo	**Digital**	**Digital**	**Análogo**	**Análogo**
Oscurecimiento	X	X	X	X
Encendido/apagado	X	X	X	
Problemas de estado	X	X		

	DRIVER INTELIGENTE	DALI	0-10V	1-10V
Datos de potencia	X			
Datos del driver	X			
Medición de potencia	X			
Datos avanzados	X			

Tabla 46. Controladores disponibles en el mercado

La solución recomendada con la máxima aplicabilidad es la solución con DRIVER inteligente, seguida por la solución con DRIVER DALI. Ambas permiten la dimerización, encendido y apagado de la luminaria, identificación de problemas de estado y la integración de otros sistemas al Alumbrado Público.

Las principales ventajas que brinda el Sistema de Alumbrado Público inteligente se describen a continuación:

- ✓ Flexibilidad en la iluminación mediante la dimerización de perfiles de acuerdo a los horarios y nivel de tráfico.
- ✓ Optimización de las operaciones y el mantenimiento.
- ✓ Aumento de la seguridad pública.
- ✓ Disminución del impacto ambiental mediante la reducción del consumo de energía, reducción de emisiones de C02 y disminución de la contaminación lumínica.

4.6. Plan de Manejo Ambiental

La implementación del Plan de Manejo Ambiental para el Sistema de Alumbrado Público en el Municipio de Socorro, busca describir en forma específica los programas y actividades tendientes a mitigar, corregir, compensar, contrarrestar y minimizar las externalidades que se generan al ejecutar las actividades y los impactos ambientales que se presentan sobre los componentes sociales y económicos influyentes en el área del proyecto.

A continuación, se presentan los escenarios de los componentes físicos con sus respectivos objetivos y metas, la descripción de las medidas, las acciones a tomar y demás determinantes que influyen en los factores sociales y ambientales, afectados en las actividades a desarrollar durante la etapa de ejecución de la prestación del servicio de Alumbrado Público.

Dentro del marco de las actividades de modernización está la sustitución de luminaria por unas luminarias LED (LIGHT EMITTING DIODES) las cuales tienen emisores de luz y no incluyen mercurio en su interior. Duran 2,5 veces más que las lámparas Fluorescentes compactas (CFL) con propiedades ahorradoras de energía. Con el empleo de estas luminarias se reduce gradualmente la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) y finalmente la durabilidad de las mismas permite la reducción de generación de este tipo de residuos sólidos.

Escenario 1: Manipulación de elementos con residuos peligrosos

Objetivos:

- Implementación de los programas y medidas necesarias para prevenir, controlar, mitigar, y compensar los impactos ambientales que puedan ser causados en la ejecución de la prestación del servicio de Alumbrado Público.

Metas:

- Cumplir a cabalidad con la legislación y sus reglamentos establecidos para el manejo de elementos que contengan residuos peligrosos.

Impactos a controlar:

- Contaminación del suelo.
- Alteración de la calidad visual.

Tipo de medida:

- Control, prevención y mitigación.

Descripción de la medida:

Medidas de manejo para las luminarias: El manejo de los desechos de las luminarias con contenido de mercurio, será realizado en forma responsable, ya que este elemento ha sido clasificado como material peligroso para el ambiente.

Dichas luminarias serán manipuladas, almacenadas y dispuestas finalmente de acuerdo a lo establecido en el Decreto 4741 de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, por el cual se reglamenta la prevención y manejo de residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.

El personal encargado del retiro de las luminarias que contengan mercurio deberá ponderar el cuidado necesario para evitar la ruptura de las mismas, para el transporte estas se embalarán en papel o cartón y se depositarán en cajas o cualquier otro recipiente que pueda contener el mercurio, en caso de rotura del artefacto.

Las bombillas de vapor de mercurio de alta o baja presión, nuevas o usadas con vida remanente serán almacenadas en lugares determinados, delimitados y separados del sitio asignado para el almacenamiento de otros insumos y en especial de alimentos o elementos utilizados para cocer, servir, almacenar o transportar alimentos.

Durante el almacenamiento se deberán extremar las medidas para evitar rupturas que ocasionen derrames del material peligroso. Los depósitos deberán contar con todos los elementos de seguridad que permitan prevenir y/o controlar situaciones de riesgo.

En el caso de que se derramen gotas de mercurio durante la manipulación de las bombillas, se realizará el siguiente procedimiento para recoger el material:

- Mediante succión con goteros para depositarlo en una bolsa de plástico, o cubriéndolo con una mezcla 50:50 de azufre e hidróxido de calcio en agua. Se almacena allí durante doce (12) horas. Luego, se recoge el sólido y se lava con agua regular la zona afectada.

Puede usarse azufre solo, según lo establecido en el Capítulo 6 del presente Plan de Manejo Ambiental.

- Las áreas encargadas de la operación y mantenimiento del servicio de alumbrado serán responsables del correcto manejo del residuo desde el momento que este es generado hasta que es entregado al generador del material o de su disposición final según lo establecido en el Capítulo 6 del presente Plan de Manejo Ambiental.

Registro del cumplimiento de las actividades:

- Se registrará el evento en medio fotográfico que debe ser adjuntado al informe que relate los hechos, según la interventoría que se determinó para la supervisión de la prestación.

Cronograma de ejecución:

- Durante la ejecución de la prestación del servicio de Alumbrado Público.

Lugar de aplicación:

- Municipio de Socorro - Santander.

Costos de la operación:

- Los costos en que se incurran por la eventualidad están descritos en el Estudio de Impacto Ambiental.

Escenario 2: Manejo de residuos sólidos

Objetivos:

- Implementación de los programas y medidas necesarias para prevenir, controlar, mitigar, y compensar los impactos ambientales y sociales que puedan ser causados en la ejecución de la prestación del servicio de Alumbrado Público.

Metas:

- Cumplir a cabalidad con la legislación y sus reglamentos establecidos para el manejo de elementos que contengan residuos sólidos peligrosos.

Impactos a controlar:

- Contaminación del suelo.

Tipo de medida:

- Control, prevención y mitigación.

Descripción de la medida:

- Los residuos y/o desechos peligrosos serán envasados, embalados, rotulados,

etiquetados y transportados en plena observancia con lo dispuesto en el Decreto 1609 de 2002, por el cual se reglamenta, y por las normas que lo modifiquen o sustituya.

Registro del cumplimiento de las actividades:

- Se registrará el evento en medio fotográfico que debe ser adjuntado al informe que relate los hechos, según la interventoría que se determinó para la supervisión de la prestación.

Cronograma de ejecución:

- Durante la ejecución de la prestación del servicio de Alumbrado Público.

Lugar de aplicación:

- Municipio de Socorro - Santander.

Costos de la operación:

- Los costos en que se incurran por la eventualidad están descritos en el Estudio de Impacto Ambiental.

Escenario 3: Almacenamiento y disposición final del residuo peligroso

Objetivos:

- Implementación de los programas y medidas necesarias para prevenir, controlar, mitigar, y compensar los impactos ambientales y sociales que puedan ser causados en la ejecución de la prestación del servicio de Alumbrado Público.

Metas:

- Cumplir a cabalidad con la legislación y sus reglamentos establecidos para el manejo de elementos que contengan residuos sólidos peligrosos.

Impactos a controlar:

- Contaminación del suelo.
- Alteración de la calidad visual.

Tipo de medida:

- Control, prevención y mitigación.

Descripción de la medida:

- La correcta disposición, manejo y transporte del residuo sólido peligroso, desde el momento en que se convierte en residuo, hasta que es entregado, en los términos de la Resolución 838 de 2005, por la cual se establecen las normas de disposición de residuos sólidos.

Registro del cumplimiento de las actividades:

- Se registrará el evento en medio fotográfico que debe ser adjuntado al informe que relate los hechos, según la interventoría que se determinó para la supervisión de la prestación.

Cronograma de ejecución:

- Durante la ejecución de la prestación del servicio de Alumbrado Público.

Lugar de aplicación:

- Municipio de Socorro - Santander.

Costos de la operación:

- Los costos en que se incurran por la eventualidad están descritos en el Estudio de Impacto Ambiental.

Escenario 4: contratación de mano de obra no calificada

Objetivos:

- Proceder a la contratación de mano de obra no calificada del área de influencia de la prestación del servicio de alumbrado público, para favorecer a la comunidad del Municipio.

Metas:

- Contratar hasta el 80% de la mano de obra no calificada del área de influencia del proyecto. Esto, para cumplir con la integración de la prestación del servicio y la reducción de los impactos sociales.

Impactos a manejar:

- Socialización del proyecto.
- Evitar manifestaciones u otro tipo de actuaciones en las que la comunidad exprese su inconformismo con la prestación del servicio de alumbrado público.

Tipo de medida:

- Prevención.

Descripción de la Medida:

- Se informará a la comunidad del Municipio el número de trabajadores requeridos y los requisitos mínimos para poderles contratar, para que con esto se ejecute de manera pública, clara y expresa la capacidad real de empleo que requiere el proyecto y con ello, eliminar falsas expectativas.

Aquellas personas vinculadas al proyecto se les garantizarán las prestaciones sociales de ley y la asistencia médica. Toda persona que pretenda laborar en el proyecto deberá ser afiliada a la ARL (Administradora de riesgos laborales).

Indicador de cumplimiento:

- Número de trabajadores de mano de obra no calificada del área de influencia / número de trabajadores de obra no calificada requerida.
- Número de peticiones, quejas y reclamos por el mal manejo en la contratación / número de peticiones, quejas y reclamos recibidas.

Registro de cumplimiento:

- Firma de participantes, registro de contratación y registro de afiliación a las entidades de seguridad social.

Cronograma de ejecución:

- El programa de contratación laboral se realizará antes de la ejecución de la prestación del servicio de Alumbrado Público.

Lugar de aplicación:

- En el área de influencia del proyecto.

Costos:

- Los costos en que se incurran por la eventualidad están descritos en el Estudio de Impacto Ambiental.

Escenario 5: Educación ambiental

Objetivos:

- Educación para el manejo de los recursos naturales, renovables y no renovables, gestión integral de los residuos generados en la ejecución de la prestación del servicio de Alumbrado Público, ahorro y uso eficiente de los recursos.

Metas:

- Realizar a cabalidad las tareas descritas en el Estudio de Impacto Ambiental.

Impactos a manejar:

- Desconocimiento de la problemática ambiental del área de influencia.

Tipo de medida:

- Prevención y mitigación.

Descripción de la medida:

- La implementación del Plan de Manejo Ambiental estará a cargo de un Coordinador HSEQ, el cual dará cumplimiento a las medidas aquí propuestas. Se realizarán talleres explicativos, así como charlas informativas que demuestren el impacto social y ambiental que se puede ocasionar con la ejecución del proyecto. Para la eficiencia del programa es importante efectuar un seguimiento a su calidad y resultados, mediante la evaluación del personal que la reciba, al capacitador que las impartan y a su contribución al mejoramiento del cumplimiento y desempeño ambiental.

Indicador de cumplimiento:

- Número de talleres realizados / número de talleres programados.
- Proyecto finalizado.

Registro de cumplimiento:

- Firma de los participantes.

Cronograma de ejecución:

- El programa de educación ambiental se implementará y desarrollará durante la etapa de ejecución del proyecto de prestación del servicio de Alumbrado Público.

Lugar de aplicación:

- El lugar a realizar el taller de educación ambiental será de común acuerdo entre los habitantes del Municipio, como área involucrada por el proyecto, tengan a bien disponer.

Escenario 6: Seguridad industrial y salud ocupacional

Objetivos:

- Cumplir con la normatividad vigente que regula la materia.
- Optimizar los procesos y procedimientos de salud ocupacional tendientes a mejorar el desarrollo de las actividades para que las mismas se ejecuten de forma segura.
- Minimizar los factores de riesgo que puedan afectar la salud de los trabajadores, el ambiente y la comunidad del Municipio, en general.

Metas:

- Implementar a cabalidad el 100% de las acciones planteadas.
- Tener cero (0) accidentes laborales.

Impactos a manejar:

- Afectaciones a la salud y entorno laboral de los trabajadores.

Tipo de medida:

- Prevención, control, mitigación y corrección.

Descripción de la medida:

- Toda persona que inicie sus labores en el proyecto de prestación del servicio de Alumbrado Público deberá previamente ser incluido en actividades de inducción, en las que se le informará sobre las características del proyecto, las normas técnicas y ambientales que deben ponerse en práctica, algunas generalidades sobre el manejo de residuos, el manejo adecuado de equipos y herramientas, las principales normas sobre seguridad industrial propias de la organización. Se deben realizar continuas inspecciones de seguridad a fin de detectar condiciones y actos inseguros, identificar riesgos, establecer medidas preventivas y efectuar su seguimiento para comprobar su eficacia.
  Se deberá dotar y garantizar que todos los trabajadores que permanezcan en la obra (desde el primer día) cuenten con la dotación necesaria como casco, botas de Seguridad y demás equipo de protección personal que requiera de acuerdo al riesgo al que este expuesto. Como parte de la Seguridad Industrial se debe contar con la dotación apropiada equipos de protección personal, botiquín de primeros auxilios, vehículo en alerta permanente, señalización interna y externa y equipos de comunicación para emergencias.

  De conformidad con la Ley 100 de 1993, todos los trabajadores tienen que estar afiliados al Sistema de Seguridad Social Integral, a través de las entidades autorizadas, con el fin de procurarles adecuada atención y protección en casos de enfermedad común, enfermedad profesional y accidentes de trabajo; y la debida protección por invalidez, vejez y muerte. (Afiliaciones ante EPS y AFP).
  De conformidad con el Decreto Ley 1295 de 1994, por el cual se determina la organización y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales, el contratista se obliga a afiliar y cotizar a todos sus trabajadores a una ARP (Aseguradora de Riesgos Profesionales).

Indicador de cumplimiento:

- Índices de accidentabilidad = Número total de accidentes / Número de hombres-horas trabajadas.
- Número de enfermedades profesionales / Número de trabajadores.
- Número de personas afiliadas / Número de personas contratadas.

Registro de cumplimiento:

- Registro fotográfico e informe sobre el uso del equipo de protección personal y de las afiliaciones a las entidades de seguridad social.

Cronograma de ejecución:

- Durante la ejecución de la prestación del servicio de Alumbrado Público.

Lugar de aplicación:

- Área de influencia del proyecto.

4.6.1. Gestión integral de residuos de Alumbrado Público

El Decreto 4741 de 2005, desarrollado parcialmente por la Resolución 1402 de 2006 del Ministerio de Ambiente, tiene como objetivo la prevención de generación de residuos o desechos peligrosos, así como promover implementaciones para el manejo de los residuos generados en las varias actividades, específicamente durante la prestación del servicio de alumbrado público.

Este Decreto materializa los principios incluidos en la Constitución Política y en la ley marco ambiental 99 de 1993, que dirigen la actividad de gestión integral del manejo de los residuos peligrosos, la gestión integral diferenciable y aprovechable de esta clase de residuos, la planificación del manejo y de la disposición de los mismos, la gradualidad técnica y económica, la regionalización en la prestación del servicio de alumbrado público y los residuos que éste genera en relación con el servicio de aseo y en especial, a la disposición final de los productos generados.

En desarrollo reglamentario, la Resolución 1511 de 2010 expedida por el Ministerio de Ambiente, establece los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Bombillas, entre otras disposiciones, la cual establece en su artículo primero el objeto de la disposición:

> "***Artículo 1.*** *La presente resolución tiene por objeto establecer a cargo de los productores de bombillas que se comercializan en el país, la obligación de formular, presentar e implementar los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Bombillas, con el propósito de prevenir y controlar la degradación del ambiente.*
>
> ***Parágrafo.*** *Los residuos objeto de la presente resolución comprenden las bombillas usadas de las tecnologías fluorescente compacta, fluorescente tubular, haluros, vapor de sodio y vapor de mercurio."* Subrayas fuera de texto.

El aparte señalado establece la obligación que tiene el fabricante de las bombillas para implementar el acopio, almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento y/o valorización y/o disposición final de las bombillas que hayan cumplido con su vida útil, en la prestación del servicio de alumbrado público (artículo 7, literal f. de la Resolución).

El artículo 14 de la Resolución prescribe las obligaciones que tienen los productores de bombillas para efectos de la formulación, implementación y desarrollo de los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de los residuos, de la siguiente manera:

> "***Artículo 14.*** *a) Formular y presentar para aprobación del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Bombillas;*

b) Alcanzar las metas mínimas de recolección establecidas en el artículo 10 de la presente resolución;

c) Poner a disposición del público, de manera progresiva, puntos de recolección de residuos de bombillas o mecanismos de recolección equivalentes, que sean accesibles al consumidor y en la cantidad que sea necesaria teniendo en cuenta, entre otros aspectos, el mercado y la densidad de la población;

d) Garantizar que los recipientes o contenedores sean los adecuados para la recolección de los residuos de bombillas, estén debidamente etiquetados o identificados y con sistemas que tengan en cuenta la fragilidad en el manejo de los residuos que allí se depositen y que no permitan ser sustraídos por personas no autorizadas;

e) Garantizar el transporte de los residuos de bombillas desde los puntos o mecanismos de recolección equivalentes hasta las instalaciones de las personas naturales o jurídicas autorizadas para su posterior gestión ambiental;

f) Garantizar que todos los residuos de bombillas se gestionen debidamente en sus fases de recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento, valorización y/o disposición final de los residuos de bombillas, de conformidad con las normas ambientales vigentes;

g) Asumir los costos de la recolección selectiva y la gestión ambiental de los residuos;

h) Desarrollar y financiar las campañas de información pública que se requieran para lograr la divulgación de los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Bombillas;

i) Establecer los mecanismos para mantener informado al público en general sobre los procedimientos de retorno de los residuos de bombillas objeto de la presente resolución;

j) Brindar información a los consumidores sobre la obligatoriedad de no disponer los residuos de bombillas como residuo sólido doméstico."

Por su lado, la misma Resolución establece en el artículo 15 las obligaciones que tienen los proveedores y expendedores de bombillas, las cuales son las siguientes:

*"**Artículo 15.** Para efectos de los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Bombillas, son obligaciones de los proveedores o expendedores las siguientes:*

a) Formar parte de los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Bombillas que establezcan los productores y participar en la implementación de dichos Sistemas;

b) Aceptar la devolución de los residuos de bombillas, sin cargo alguno para el consumidor, cuando suministren para la venta bombillas y hagan parte del Sistema de recolección y gestión;

c) Informar a los consumidores sobre los puntos de recolección o mecanismos equivalentes para la devolución de estos residuos, disponibles en sus puntos de venta o puntos de comercialización;

d) Disponer, sin costo alguno para los productores, un espacio para la ubicación del contenedor o recipiente que disponga el productor para la entrega y recolección de los residuos de bombillas por parte de los consumidores;

e) Garantizar la seguridad de los recipientes o contenedores que se ubiquen dentro de sus instalaciones para la entrega y recolección de los residuos de bombillas;

f) Apoyar al productor y/o a las autoridades en la realización y/o difusión de campañas de información pública sobre los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Bombillas;

g) Diligenciar y suministrar las planillas y documentos dispuestos por los productores para el control de los residuos de bombillas que se recojan dentro de los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Bombillas."

El artículo 16 de la Resolución determina las obligaciones que tienen los consumidores respecto de la disposición de bombillas que hayan ya cumplido con su vida útil, teniendo en cuenta que las mismas deben estar armonizadas con las obligaciones del productor y de los proveedores, citadas arriba:

"***Artículo 16.*** *Para efectos de aplicación de los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Bombillas, son obligaciones de los consumidores las siguientes:*

a) Retornar o entregar los residuos de bombillas a través de los puntos de recolección o los mecanismos equivalentes establecidos por los productores;

b) Seguir las instrucciones de manejo seguro suministradas por los productores de bombillas;

c) Separar los residuos de bombillas de los residuos sólidos domésticos para su entrega en puntos de recolección o mecanismos equivalentes."

Las normas citadas determinan la sinergia entre productores, proveedores y vendedores, y consumidores de las bombillas, la cual enmarca la disposición de este tipo de residuos que se generan durante la prestación del servicio de alumbrado público. En este sentido, es deber de cada uno de los actores descritos responder, según su rol, ante la comunidad en general y el ambiente, quienes son los principales afectados por las externalidades, tanto positivas como negativas, de la recolección y disposición de estos residuos.

En vista de lo anterior, se elaboró para el presente Plan de Manejo Ambiental una serie de recomendaciones que se recopilan en un modelo de Manual de Gestión Integral para la Disposición y Recolección de Residuos de Bombillas y Luminarias, que puede ser utilizado y compartido con las autoridades ambientales de competencia en la región donde se presta el servicio público y con los beneficiarios de éste. Esto, teniendo en cuenta que la responsabilidad final para la recolección y disposición del residuo es del productor del elemento lumínico, en los términos de las reglamentaciones citadas en el presente acápite.

4.6.2. Plan de monitoreo y seguimiento

1. Monitoreo:

Por las características del proyecto de prestación del servicio de alumbrado público, los impactos sociales y ambientales se centran en la incomodidad que se ocasiona, más que en fenómenos de alteración ambiental significativos, por lo tanto, hace que el Plan de Manejo Ambiental tenga como principal objetivo una correcta ejecución del proyecto. En cuanto a procedimientos e información a los pobladores del área de influencia y el cumplimiento de un cronograma de las actividades previstas.

2. Seguimiento:

El objetivo fundamental del seguimiento es garantizar la aplicación de manera integral el Plan de Manejo Ambiental, es decir, que las medidas preventivas y de mitigación recomendadas se cumplan. Esta acción la debe hacer la Interventoría asignada al proyecto.

Por ser una obra con bajos impactos ambientales la afectación social es mínima mientras el proyecto se lleve a final término, puesto que una vez culminen las actividades la sociedad se verá impactada positivamente en seguridad, bienestar, desarrollo y confort. El Plan de Seguimiento comprende el impacto físico y el social. Se debe garantizar la aplicación de las medidas preventivas y de mitigación propuestas.

Dentro del impacto físico, se debe tener especial cuidado con los siguientes aspectos: ruido, emisión de partículas contaminantes del aire, desvíos y señalización del espacio público en el que se intervenga para la administración, operación, mantenimiento, modernización, reposición y expansión del sistema de alumbrado público, traslado de escombros, entre otros.

4.6.3. Plan de contingencias

1. Objetivo:

El Plan de Contingencias exigido por la ley se encuentra dentro de la estructura general que contiene las recomendaciones básicas y los procedimientos para actuar ante las emergencias que puedan eventualmente ocurrir durante la ejecución del proyecto de la prestación del servicio público de alumbrado.

2. Actividades y acciones del Plan de Contingencias:

Se mantendrá el debido cuidado al estado de las precipitaciones y el estado del tiempo con el objetivo de controlar, dentro de lo posible, las contingencias del clima y sus afectaciones durante el desarrollo de la prestación del servicio.

El personal de inspección, las Brigadas Contra Incendio, rescate y primeros auxilios tomarán las medidas para actuar si se presentan incendios, taponamiento de vías y otras emergencias.

En el eventual caso en que se requiera la evacuación del personal, éste deberá dirigirse en forma inmediata y ordenada hacia las zonas de seguridad, usando las vías señaladas para ese fin.

Cuando suceda un evento considerado de gran magnitud, el responsable de la cuadrilla entrará en contacto con Defensa Civil y otras instituciones a fin de informar los efectos de la contingencia y comunicar las medidas a la que hubiera lugar, en apoyo a los trabajadores y la comunidad.

Se deben tomar acciones de control, recuperación y limpieza del área afectada del corredor de la vía según las asignaciones y responsabilidades operativas que se hayan determinado inicialmente. Para controlar los eventuales derrames de materiales peligrosos, se deben implementar las estructuras que contengan la dispersión de dichos elementos nocivos.

4.6.4. Manual de gestión integral para la disposición y recolección de residuos de bombillas y luminarias

Este modelo de Manual tiene como objetivo garantizar que los residuos de bombillas generados durante la prestación del servicio de Alumbrado Público se manejen integralmente desde su generación hasta la culminación de la vida útil con el objetivo de que el mismo, en cumplimiento del Decreto 4741 de 2005 y de la Resolución 1511 de 2010 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), sea identificado, etiquetado, almacenado, transportado y dispuesto en los sitios que se definen por la autoridad ambiental, reiterando el hecho de que las actividades de disposición y recolección son obligaciones del productor de la luminaria.

1. Conceptos y normatividad:

Las regulaciones citadas y la normatividad técnica emitida por las autoridades ambientales y minero-energéticas han desarrollado una serie de implementaciones y reglamentos que definen el almacenamiento, la disposición final, la generación y la gestión integral de los residuos peligrosos como las luminarias y bombillas.

Para ello, se establecen clasificaciones mediante las cuales se puede determinar si el material convertido en residuo o desecho se considera inflamable por ser líquido, sólido o gaseoso, si el mismo es considerado tóxico, volátil, patógeno, si tiene riesgo de explosión, entre otros componentes peligrosos, los cuales son estandarizados en fichas técnicas que describen los niveles de riesgo.

Estas fichas técnicas u hojas de seguridad se elaboran con el propósito de que quien manipula el residuo, en cualquier estado de almacenamiento, transporte o disposición, tenga el suficiente conocimiento del material que mantiene, para con ello evitar al máximo externalidades e impactos negativos que pueden llegar a tener consecuencias hasta letales en la salud y en el ambiente.

Como consecuencia, los parámetros normativos de clasificación y manejo de los residuos producidos en la prestación del servicio de alumbrado público se encuentran plasmados en la Norma Técnica Colombiana NTC 4435, por la cual se reglamenta el "Transporte de Mercancías, Hojas de Datos de Seguridad para Materiales. Preparación".

Esta norma establece la obligatoriedad de que cada elemento que compone el residuo debe estar clasificado según su estado actual; además, que cada una de las sustancias que se encuentran dentro de la bombilla o la luminaria debe tener un acápite en el que se registre la

preparación del residuo, la periodicidad de su revisión, y ésta tenga su propia Hoja de Seguridad. En ella, se registra la identificación del producto, el fabricante, proveedor, nivel de peligrosidad y las medidas de precaución que deben tener las personas que manipulan el residuo.

2. Recolección, rotulación, embalaje y entrega de luminarias para su disposición:

a. Una vez se haya generado el residuo, se debe proceder al desmonte de la luminaria para iniciar el procedimiento de retiro del lugar en donde se generó. Dicho retiro debe ser realizado por personal calificado para ello, ya que se deberá rotular y embalar de forma individual en un protector de cartón que se incluya en una caja de cartón, para que con esto se evite al máximo el riesgo al transportarse. Esta caja irá rotulada como "Luminarias Usadas" y se cerrará con cinta adhesiva.
b. Esta caja de cartón podrá tendrá que ser lo suficientemente espaciosa para poder embalar varios elementos de la luminaria, tanto como diez (10) unidades, siempre y cuando no se exceda su capacidad de carga. Ello, con el objetivo de contribuir con un mejor transporte y selección de los residuos en la disposición final.

c. Se realiza el rotulado y embalaje separando las luminarias por código individual para que en las cajas se identifique el material que contiene. Con esto, en el transporte se apilarán las cajas según su capacidad de carga, peso y contenido.
d. Cada caja que embale las unidades de residuo deberá estar plenamente identificada por su contenido, número de elementos y riesgos de peligrosidad, según la NTC 4435.
e. Una vez se haya cumplido con el anterior procedimiento de recolección, etiquetado y embalaje, se transportarán las cajas que contengan los residuos al sitio de almacenamiento que en primer lugar el Municipio, o en su defecto la autoridad ambiental o el prestador determinen para el efecto.

3. Gestión integral del residuo de Alumbrado Público:

La luminaria fluorescente se compone de una lámpara de vapor de mercurio empacada a baja presión, la cual es utilizada generalmente para iluminar espacios domésticos o de carácter industrial. En comparación con otro tipo de lámparas, la luminaria tiene un mayor índice de eficiencia energética.

Esta luminaria se encuentra formada por un bulbo de vidrio forrado en su interior con varias sustancias compuestas llamadas "fósforos", las cuales, mediante radiación ultravioleta (UV), emiten la luz percibida. En adición, dentro del bulbo se encuentra el compuesto "vapor de mercurio" más un gas inerte, que generalmente es neón o argón, los cuales se encuentran sellados por cuanto su interior se encuentra sometido a presión más baja que la atmosférica. En los extremos del bulbo están incrustados los filamentos que se componen de tungsteno, que al calentarse inician la ionización de los gases internos que producen la iluminación.

A pesar de que la gestión de residuos de Alumbrado Público en Colombia ha evolucionado, no siempre se puede garantizar que los elementos que componen la luminaria como el vidrio, polvo fluorescente y mercurio, se dispongan integralmente para su reutilización para la fabricación de nuevas lámparas, pues algunos de los materiales como los filamentos, electrodos y monturas son enviadas a relleno sanitarios comunes.

Tratamiento de los elementos del residuo de Alumbrado Público:

- Se efectuará el aprovechamiento de los siguientes elementos: mercurio, aluminio, pin de latón, bases, polvo fluorescente.
- Para los siguientes elementos, se deberá proceder a clasificarlos y manejarlos como deshecho: filamentos, electrodos, vidrios, monturas.

Naturaleza química del residuo de Alumbrado Público:

Clasificación General: Se compone la luminaria de un gas neutro que generalmente es argón o neón, con vapor de mercurio empacado a baja presión, y una capa de polvillo fluorescente (plomo, antimonio, bario, o mercurio).

Composición del Residuo: Luminarias residuales que, de no ser manejados con los cuidados necesarios, generan externalidades negativas al ambiente.

Actividad interna empresarial del residuo peligroso de Alumbrado Público:

1. Generación:

La gestión interna del residuo peligroso (luminaria) inicia en el lugar de generación en donde se analizaron los daños en las luminarias y se requiere de cambio por una nueva luminaria.

En los procedimientos de mantenimiento de cambio de luminarias se retirarán las luminarias para el inicio de la disposición del residuo.

2. Embalaje del Residuo Peligroso de Alumbrado Público:

Inicia el embalaje de las lámparas recolectadas en una caja de cartón sin usar, en la que queden cubiertos todos los pliegues de acceso a la misma, para evitar riesgos innecesarios de rotura.

Posteriormente, se etiqueta por tipo de residuo o código de luminaria en las cajas de cartón originales tal y como se indicó en el numeral 2º de este Manual, para que con ello se permita contar con la información de peso total de la caja.

Señalar la caja de cartón ya sellada con un letrero que indique: "USADO"; "LUMINARIAS"; "RESIDUO PELIGROSO"; "CONTIENE MERCURIO".

3. Etiquetado del Residuo Peligroso de Alumbrado Peligroso:

Para poder etiquetar el residuo final, se debe implementar una categorización definida y establecida por la normatividad en la materia, según los elementos constitutivos del residuo, sus características químicas y físicas, toxicológicas, los efectos primarios y secundarios en la salud humana y en el ambiente. Esta categorización debe identificarse por imágenes que se indican al final de este documento, que son estándares en nuestro en el ámbito nacional e internacional.

Es imperativa la inclusión de la mencionada categorización en la caja en la que se embalan los residuos y en el vehículo que transporta, en la medida en que la imagen es lo primero que la persona que manipula, que está en contacto o que pueda llegar a tener, identifica y asimila.

4. Almacenamiento del Residuo Peligroso de Alumbrado Público:

El lugar en el que la empresa tenga dispuesto para el almacenamiento deberá contener los pictogramas de categorización, con el personal calificado para el manejo del residuo y con el Gestor de Residuos Peligrosos (comúnmente conocido como Gestor RESPEL), quien se encargará del retiro y transporte del residuo peligroso al sitio de reciclaje o disposición final. Todo lo anterior, según los pictogramas que se muestran al final de este documento.

Dicho lugar tendrá un tamaño y características acordes con el volumen de residuos peligrosos embalados en las cajas que se generen en promedio en un período de tiempo, según el plan de manejo de los residuos establecidos por la empresa.

Además, deberá contar con las medidas de seguridad necesarias para garantizar la no ocurrencia de accidentes humanos y/o ambientales.

5. Clasificación de peligros posibles en la disposición de los Residuos Peligrosos de Alumbrado Público:

- Peligro relevante: Riesgo de exposición únicamente en caso de luminarias fluorescentes rotas, que provoque el escape de los compuestos químicos de su interior.
- Reactividad y estabilidad: Constante en condiciones normales. Evitar el deterioro o rompimiento, además de la exposición a temperaturas elevadas.
- Información de toxicología: Bajo condiciones normales de manipulación, las luminarias deberán estar sellados herméticamente. Se debe indicar que en caso de que alguna de las luminarias fluorescentes presente ruptura, existe riesgo tóxico para la salud humana y el ambiente.

i. Riesgos en Luminarias Fluorescentes rotos:

- Inhalación: Polvo contenido dentro de la lámpara puede causar irritación respiratoria.
- Contacto: Polvo contenido dentro de la lámpara puede causar irritación a la piel y ojos, o quemaduras químicas.
- Ingestión: El mercurio contenido en el polvo en suspensión es absorbido fácilmente por el tracto gastrointestinal humano.

ii. Elementos de protección personal – E.P.P.:

- Protección respiratoria: Cuando haya luminarias rotas, utilizar mascarillas con filtro de partículas. En situación de incendio utilizar equipos respiratorios individuales.
- Protección de manos: Al manipular luminarias fluorescentes rotas, utilizar guantes resistentes de manga larga. La manipulación en condiciones normales puede ser mediante guantes de nitrilo o caucho natural.

- Protección de ojos: Deberán usarse gafas de seguridad cuando haya luminarias fluorescentes rotas.
- Protección corporal: Se recomienda en todo momento el empleo de ropa de trabajo que cubra las extremidades, zapatos de seguridad, overol y/o delantal plástico.

6. Actividad Externa Empresarial del Residuo Peligroso de Alumbrado Público:

El Municipio realizará controles del manejo de los residuos de alumbrado público al prestador del servicio, respecto de las actividades de manejo, almacenamiento, embalaje, recuperación, tratamiento, reciclaje y disposición final en el territorio que se tenga para ello; y que los sitios destinados cuenten con las autorizaciones administrativas ambientales y sanitarias correspondientes.

El Municipio almacenará la información sobre las certificaciones de almacenamiento, aprovechamiento, tratamiento y/o disposición final, con: a) razón social; b) origen; c) dirección, teléfono, correo electrónico; d) descripción detallada del residuo, cantidad exacta; e) método de disposición, tratamiento y/o aprovechamiento; f) ubicación final.

Nota: La información detallada deberá ser entregada por el Gestor RESPEL al Municipio.

4.6.5. Sugerencias

Se resalta la importancia del manejo adecuado de luminarias en los predios. Se prohíbe la eliminación en el espacio público, entregar los elementos a empresas no autorizadas, enviarlas al relleno sanitario y destrozar las luminarias sin el debido cumplimiento de los requisitos que se establecen en el presente manual.

4.6.6. Pictogramas

Rotulado y Etiquetado:



Embalaje y Almacenamiento:



Transporte:



5. Alternativas para la implementación del esquema de prestación del servicio de alumbrado público

El Artículo 365 de la Constitución estipula que es deber del Estado asegurar la prestación de los servicios públicos a todos los habitantes del territorio nacional, pero no establece un mecanismo concreto para la realización y financiación de este cometido, ni prevé que deba ser asumido únicamente por el Estado. Es por esto, que la Ley permite diferentes esquemas de prestación de los servicios públicos, en los cuales el Estado se hace con el apoyo de terceros para la realización de sus fines.

En el caso del Servicio de Alumbrado Público, el Decreto Unico Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía establece, en forma clara que, los Distritos y Municipios pueden prestar el servicio "(...) 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".

De conformidad con la citada norma, es posible llevar a cabo la prestación del Servicio de Alumbrado Público a través de múltiples esquemas, en los cuales, podrá fungir como prestador el municipio o distrito en forma directa, o terceros en los cuales se delegue dicha función.

Ahora bien, en el caso específico del municipio de El Socorro-Santander, la prestación integral del servicio de Alumbrado Público se encuentra en cabeza del municipio, el cual ha acudido a la colaboración tangencial de algunos actores de carácter público y privado para la realización de actividades puntuales, como la modernización de la infraestructura.

Por lo tanto, el municipio ha venido prestando el servicio de Alumbrado Público, teniendo a su cargo la responsabilidad de ejecutar tanto el AOM (Administración, Operación y Mantenimiento) del Sistema de Alumbrado Público, como las Inversiones que la infraestructura requiera para su modernización, reposición y expansión.

En consecuencia, se tiene que el municipio ha planteado la necesidad de garantizar la prestación continua y eficiente del servicio, así como la modernización y expansión de la infraestructura cuando así se requiera para reemplazar componentes obsoletos, por otros que garanticen una mayor eficiencia.

Lo anterior, de conformidad con lo dispuesto por la Resolución CREG 123 del año 2011, la cual define en su artículo tercero (3°), a la modernización del Sistema de Alumbrado Público, como el "cambio tecnológico de algunos de sus componentes por otros más eficientes".

En este orden de ideas, el municipio en su calidad de Ente Territorial responsable de la prestación del Servicio de Alumbrado Público goza de plena autonomía para la ejecución de las actividades que componen el servicio, le es dado construir esquemas por medio de los cuales establezca garantice que la prestación del servicio se lleve a cabo de manera eficiente y continua.

5.1. Modalidades para la prestación del servicio

Así pues, a continuación, se expondrán algunas de las modalidades contractuales de las que podría hacer uso la Entidad con miras a satisfacer la necesidad de modernización o repotenciación del Sistema de Alumbrado Público. A continuación, se plantea y explica en primer lugar, los esquemas en los que la prestación del servicio podría recaer en cabeza de un tercero tras lo cual, se abordarán tres contratos de los que podría hacer uso la entidad, para seguir satisfacer la necesidad de modernización del servicio.

5.1.1. Contrato de Concesión

La primera alternativa a tener en cuenta es el Contrato de Concesión, tradicionalmente utilizado para que la Administración encargue la prestación de un servicio a su cargo, a un tercero a cambio de una remuneración que puede devenir de la explotación de la infraestructura o servicio encargado.

De acuerdo con el numeral 4° del artículo 32 de la Ley 80 de 1993, 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 medio de esta tipología contractual, el Concesionario o Contratista se encarga de financiar y ejecutar las inversiones que se requieran respecto de la infraestructura que le es entregada y de prestar integralmente el servicio. Por supuesto, para ello debe garantizar que cuenta con suficiencia financiera y con los recursos humanos y operativos idóneos.

El régimen legal del Contrato de Concesión se establece, tanto en la Ley 1508 de 2012, como en la Ley 80 de 1993. Lo anterior, de conformidad con el artículo segundo de la mencionada Ley 1508 de 2012, que establece:

> "ARTÍCULO 2o. CONCESIONES. Las concesiones de que trata el numeral 4 del artículo 32 de la Ley 80 de 1993, se encuentran comprendidas dentro de los esquemas de Asociación Público Privadas.
>
> Las concesiones vigentes al momento de la promulgación de la presente ley se seguirán rigiendo por las normas vigentes al momento de su celebración."
>
> Estando incluidas las concesiones dentro de los esquemas de asociaciones público privadas, surge la inquietud de que es lo que diferencia la concesión tradicional de los esquemas establecidos en la Ley 1508 de 2012.
>
> Al respecto, debemos indicar que la principal diferencia se encuentra en la cuantía, pues el parágrafo 1º del artículo 3 de la Ley 1508 de 2012 señala que "Sólo se podrán realizar

proyectos bajo esquemas de Asociación Público Privada cuyo monto de inversión sea superior a seis mil (6.000) smmlv.", por lo que los proyectos inferiores a dicha cuantía se regirán por el régimen de concesión tradicional.

Al respecto, la posición de la Agencia Nacional de Contratación Pública COLOMBIA COMPRA EFICIENTE en concepto de 20 de octubre de 2014 fue que:

"(…) la Ley 1508 de 2012 aplica a contratos cuyo objeto está relacionado con infraestructura (inclusive la de servicios públicos), para desarrollar las actividades de diseño, construcción, reparación, mejoramiento o equipamiento, actividades todas estas que involucran su operación y mantenimiento. Por otra parte, el parágrafo 1º del artículo 3º de la Ley 1508 establece un límite en su aplicación a proyectos cuyo monto de inversión es superior a seis mil (6000) salarios mínimos mensuales legales vigentes.

Las normas citadas indican que el régimen de APP previsto por la Ley 1508 de 2012 no es el único aplicable a contratos en que existe vinculación de capital privado para la provisión de bienes y servicios públicos que involucra la retención y transferencia de riesgos entre las partes y mecanismos de pago relacionados con la disponibilidad y el nivel de servicio de la infraestructura y/o servicio, puesto que no se encuentran dentro de su ámbito de aplicación los proyectos que no versan sobre infraestructura o cuya cuantía es inferior a seis mil (6000) salarios mínimos legales mensuales.

A su vez, el artículo 2º de la Ley 1508 de 2012 establece que las concesiones de que trata el numeral 4 del artículo 32 de la Ley 80 de 1993 se encuentran comprendidas dentro de los esquemas de APP, lo cual implica que todo proyecto relativo al desarrollo de infraestructura debe tramitarse conforme al régimen de la Ley 1508 de 2012.

Por otra parte, el artículo 39 de la Ley 1508 de 2012 no derogó el numeral 4 del artículo 32 de la Ley 80 de 1993. El citado artículo 39 derogó las disposiciones contrarias a la Ley 1508, en particular el parágrafo 2º del artículo 32 de la Ley 80 de 1993 y el artículo 28 de la Ley 1150 de 2007, derogatoria que no se extiende a la norma que consagra la concesión como tipo contractual de forma general (numeral 4 del artículo 32 de la Ley 80 de 1993) y demás disposiciones que lo regulan en sectores particulares. Con base en lo previsto por el artículo 2 de la Ley 1508 de 2012, el numeral 4 del artículo 32 de la ley 80 de 1993 aplica residualmente a proyectos en los que existe vinculación de capital privado distintos de aquellos relacionados con infraestructura o inferiores a seis mil (6000) SMMLV.

En consecuencia, las Entidades Estatales deben establecer en sus proyectos si versan sobre la provisión de bienes públicos y sus servicios relacionados; si corresponden a infraestructura; y, si son superiores a la cuantía de que trata el parágrafo 1 del artículo 3 de la Ley 1508 de 2012. Si el proyecto no cumple tales condiciones, la consecuencia es que son aplicables las normas del contrato de concesión de que trata el numeral 4 del artículo 32 de la Ley 80 de 1993 o demás normas especiales y complementarias. (…)"

Con lo cual se ratifica que actualmente se puede concesionar la prestación del servicio de alumbrado público mediante el Contrato establecido en el numeral 4 del artículo 32 de la Ley

80 de 1993, siempre y cuando, el monto de inversión sea menor a seis mil (6000) salarios mínimos mensuales legales vigentes.

Por otra parte, es necesario indicar que esta tipología contractual implica la asunción de la mayoría de riesgos propios de la actividad, en cabeza del Contratista, solamente siendo asignados a la Entidad Contratante aquellos que puedan romper de manera mayúscula el equilibrio financiero del Contrato.

La implementación de este esquema requiere que previamente el Alcalde cuente con autorización del Consejo Municipal, de conformidad con lo dispuesto por el literal B del numeral 3° del artículo 11 de la Ley 80 del año 1993.

De igual manera, ha de considerarse que, para celebrar el Contrato se debe agotar un procedimiento de selección del Contratista, sujeto a las normas del Estatuto General de la Contratación Pública. El procedimiento de selección del concesionario de la prestación del servicio de alumbrado público es la licitación pública. Lo anterior, en la medida que a los contratos de concesión de dicho servicio les aplica la regla general de selección de contratista de licitación pública prevista en el numeral 1 del artículo 2º de la Ley 1150 de 2007, en concordancia con el artículo 29 de la misma Ley 1150.

El procedimiento de Licitación Pública requiere a su vez, contar previamente con el análisis del sector, los estudios previos, el análisis de riesgos, y en general todas las obligaciones de planeación que se señalan en el artículo 2.2.1.1.2.1.1. del Decreto 1082 de 2015 y demás normas complementarias. Posteriormente, para el desarrollo del proceso, deberán considerarse las disposiciones especiales que se establecen para la licitación pública en los artículos 2.2.1.2.1.1.1. y 2.2.1.2.1.1.2. del mismo Decreto 1082.

Es importante mencionar que este esquema para la prestación del servicio requiere contar con una interventoría de carácter técnico, financiero y jurídico, de conformidad con lo preceptuado por el artículo 29 de la Ley 1150 del año 2007, con lo cual, el municipio deberá adelantar el procedimiento de contratación correspondiente para procurar que el Contrato de Concesión cuente con Interventor.

Esto, también implica que el seguimiento y control que el municipio puede ejercer respecto de la prestación del servicio de Alumbrado Público es de carácter indirecto, al llevarse a cabo por medio del Interventor del Contrato de Concesión.

5.1.2. Constitución de una Empresa de servicios públicos de mixta

Otra alternativa con la cual cuenta el municipio para prestar el servicio de Alumbrado Público es la constitución de una Empresa de Servicios Públicos en la cual concurran capital pública y privado, obteniendo que el socio o socios privados aporten su experticia en la atención integral del servicio.

Esta alternativa se encuentra prevista de manera expresa en el artículo 2.2.3.6.1.2. del Decreto 1073 de 2015 (modificado por el artículo 4º del Decreto 943 de 2018), al señalarse que los municipios o distritos podrán prestar el servicio de alumbrado público a través de empresas de servicios públicos domiciliarios.

En ejercicio de dicha facultad, bien podría un Municipio, tanto contratar la prestación del servicio de alumbrado público con una empresa de servicios públicos domiciliarios, en el marco de lo dispuesto por el artículo 29 de la Ley 1150 de 2007, como encargar la prestación del servicio a una empresa de servicios públicos domiciliarios del orden municipal, caso en el cual estaría descentralizando la prestación del servicio conforme a lo dispuesto en la Ley 489 de 1998.

Para efectos del presente análisis nos centraremos en la segunda posibilidad, es decir, en la descentralización por servicios a una empresa de servicios públicos. Lo anterior, en la medida que esta segunda posibilidad es la que se desarrolla mediante la creación de una sociedad particular para la prestación del servicio de alumbrado público, en la cual confluye, tanto el otorgamiento de la prestación por parte del Municipio, como el compromiso de un inversionista privado para la realización de las actividades de inversión, administración, operación y mantenimiento del servicio.

Con el fin de abordar dicha posibilidad, es importante recordar que las empresas de servicios públicos domiciliarios- ESP- son sociedades por acciones (pueden ser Sociedades Anónimas, Sociedades en Comandita por Acciones e, idealmente por su flexibilidad, Sociedades por Acciones Simplificadas S.A.S.) cuyo objeto es la prestación de los servicios públicos a que se refiere el artículo 1 de la Ley 142 de 1994. Estas empresas se clasifican de conformidad con la participación social que sobre estas tengan la Nación, las entidades territoriales, o las entidades descentralizadas de aquellas o estas, tal como se establece en las siguientes definiciones que se encuentran en el artículo 14 de la mencionada Ley 142:

> "(…) 14.5. EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS OFICIAL. Es aquella en cuyo capital la Nación, las entidades territoriales, o las entidades descentralizadas de aquella o estas tienen el 100% de los aportes.
>
> 14.6. EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS MIXTA. Es aquella en cuyo capital la Nación, las entidades territoriales, o las entidades descentralizadas de aquella o éstas tienen aportes iguales o superiores al 50%.
>
> 14.7. EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS PRIVADA. Es aquella cuyo capital pertenece mayoritariamente a particulares, o a entidades surgidas de convenios internacionales que deseen someterse íntegramente para estos efectos a las reglas a las que se someten los particulares. (…)" (Subrayado fuera del texto original)

Tradicionalmente, las empresas de servicios públicos domiciliarios que hacen parte de las entidades descentralizadas por servicios en cualquier orden (Nacional, Departamental o Territorial) son las empresas de servicios públicos oficiales, las cuales fueron citadas expresamente por el artículo 68 de la Ley 489 de 1998. No obstante, la Corte Constitucional ha mencionado claramente que las empresas de servicios públicos mixtas también hacen parte del sector descentralizado por servicios, en la medida que estas entidades son creadas por la Ley o su autorización1

[1] Sentencia C-736 de 2007, Magistrado Ponente, Marco Gerardo Monroy Cabra

En consecuencia, es posible crear una empresa de servicios públicos mixta a la cual se le encargue la prestación del servicio de alumbrado público, o algunos componentes de este, inclusive, podría la ESP MIXTA ser dotada de un objeto social que le permita la prestación de otros servicios que sean de interés para el municipio.

Las ESP mixtas son aquellas en las que el Estado, en cualquiera de sus acepciones (Nación, entes territoriales, entidades descentralizadas, etc.), participa en el cincuenta por ciento (50%) o más del capital social de la Empresa. Dicha participación del Estado puede darse a través de cualquiera de las modalidades de aportes contemplados en el artículo 463 del Código de Comercio Colombiano, tales como, ventajas financieras o fiscales, garantía de las obligaciones de la sociedad, suscripción de los bonos que la sociedad emita, auxilios especiales, concesiones, y aportes materiales de bienes y/o derechos materiales o inmateriales, entre otros tipos de aporte.

Lo anterior permite que, por un lado, el Municipio pueda aportar el otorgamiento de la prestación del servicio de alumbrado público, la infraestructura existente al efecto, y los recursos necesarios para sufragar dicho servicio (Recaudos por concepto del impuesto de alumbrado público y subsidiariamente recursos derivados de otras rentas municipales), y por otro, un Inversionista pueda aportar la experiencia y capital necesario para realizar la inversión, administración, operación y mantenimiento del Sistema de Alumbrado Público Municipal – SALP.

En cuanto al régimen contractual propio de las ESP mixtas, este se encuentra contemplado en la Ley 142 de 1994. Dicha Ley establece, en los incisos 1° y 2° de su artículo 32, lo siguiente:

"ARTÍCULO 32. RÉGIMEN DE DERECHO PRIVADO PARA LOS ACTOS DE LAS EMPRESAS. Salvo en cuanto la Constitución Política o esta Ley dispongan expresamente lo contrario, la constitución, y los actos de todas las empresas de servicios públicos, así como los requeridos para la administración y el ejercicio de los derechos de todas las personas que sean socias de ellas, en lo no dispuesto en esta Ley, se regirán exclusivamente por las reglas del derecho privado.

La regla precedente se aplicará, inclusive, a las sociedades en las que las entidades públicas sean parte, sin atender al porcentaje que sus aportes representen dentro del capital social, ni a la naturaleza del acto o del derecho que se ejerce."

De esta manera, queda claro que el legislador dispuso como regla general que toda ESP, sin importar la participación que el Estado tenga sobre la misma, se someterá en sus actos y contratos a las reglas del derecho privado. Lo anterior, siempre y cuando la Ley no disponga lo contrario.

El control fiscal de las ESP mixtas, por su parte, se realiza de conformidad con el artículo 50 de la Ley 142 de 1994, según el cual "El control de las empresas de servicios públicos domiciliarios con participación estatal se ejercerá sobre los aportes y los actos o contratos que versen sobre las gestiones del Estado en su calidad de accionista."
Al respecto, vale la pena anotar que si el porcentaje de participación estatal es inferior al noventa por ciento (90%) de las acciones en que se divida el capital, el régimen presupuestal de la Empresa también será privatista, dado lo que al respecto dispone el Decreto Ley 115 de 1996, en asocio con el parágrafo primero del artículo 38 de la Ley 489 de 1998 y el artículo 464 del Código de Comercio.

Es importante anotar que, a pesar de que las empresas de servicios públicos mixtas se caracterizan por tener algún porcentaje de capital social del Estado, como ocurre con las sociedades de economía mixta, estas entidades son diferentes. Particularmente, la Corte Constitucional ha estimado que la "(…) naturaleza y el régimen jurídico especial de la prestación de los servicios públicos dispuesto por el constituyente en el artículo 365 de la Carta impiden considerar que las empresas de servicios públicos constituidas bajo la forma de sociedades por acciones, en las cuales concurran en cualquier proporción el capital público y el privado, sean "sociedades de economía mixta" (…)".

Los municipios están en la obligación de prestar directa o indirectamente el servicio de alumbrado público en los términos del artículo 2.2.3.6.1.2. del Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, contenido en el Decreto Nacional 1073 de 2015. Para cumplir dicha obligación, los Municipios deben atender las normas orgánicas de funcionamiento que le son exigibles.

En ese sentido, tanto para la creación de una empresa de servicios públicos mixtos, como para el otorgamiento a dicha empresa de la prestación del servicio de alumbrado público, deben analizarse las autorizaciones y gestiones que deben realizar los órganos de dirección y administración del Municipio, que son el Concejo Municipal y el Alcalde.

En este caso, y considerando que las empresas de servicios públicos mixtas hacen parte de las entidades descentralizadas, que a su vez hacen parte de la rama ejecutiva municipal, su creación debe ser autorizada por el Concejo del respectivo municipio o distrito, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 69 de la Ley 489 de 1998. Lo anterior, concuerda con lo dispuesto en los numerales 1 y 3 del artículo 313 superior, que facultan a los Concejos para velar por la correcta prestación de servicios públicos en los municipios y para autorizar a los Alcaldes para suscribir contratos de toda índole.

De igual forma, dicho acuerdo deberá otorgar las facultades expresas al Alcalde de (i) llevar a cabo el procedimiento de selección del socio privado que se encargue de la inversión, administración, operación y mantenimiento de la infraestructura afecta a la prestación del servicio de alumbrado público, (ii) constituir una empresa de servicios públicos mixta que tenga como objeto la prestación de alumbrado público en el Municipio, y (iii) celebrar todos los contratos y actos requeridos para la constitución de la sociedad, y para que el inversionista privado asuma las actividades asociadas al mencionado servicio de alumbrado público, según la estructura que se proyecte para la empresa a crear. Cada una de las formas en que se desarrollan estas facultades se analizan a continuación.

El proceso de selección aplicable en este caso es el de invitación pública, de conformidad con lo dispuesto en el Acuerdo que autorice la creación de la empresa y concordancia con lo dispuesto en el artículo 209 de la Constitución Política, el Código de Comercio, la Ley 489 de 1.998, la Ley 1258 de 2008, y en especial el Concepto 1513001385 de marzo 9 de 2015 de Colombia Compra Eficiente, el cual señala que "no existe regulación sobre el procedimiento de selección de los socios privados cuando se constituye una sociedad de economía mixta. Sin embargo, en la aplicación del principio de selección objetiva, es conveniente que las entidades estatales adelanten un proceso competitivo para garantizar que el o los socios elegidos son la mejor opción para la ejecución del objeto social".

El régimen jurídico aplicable a este proceso de selección será el preceptuado en la Ley 142 de 1994, esto es, el régimen de derecho privado. Lo anterior, en la medida que este proceso es un elemento del acto de creación de una empresa de servicios públicos domiciliarios, que se rige por el derecho privado de conformidad con el artículo 32 de la Ley 142 de 1994, y que no se encuentra expresamente regido por el Estatuto General de la Contratación Estatal.

Respecto de lo anterior, la Sección Tercera del Consejo de Estado en sentencia de 26 de enero de 2006 ha indicado que: "(…) es posible concluir que, habiéndose constituido la EMAS como una empresa de servicios públicos, los actos por ella realizados, incluido el de constitución, se regían por el derecho privado. No es entonces de recibo el argumento del demandante, según el cual, el municipio de Manizales debió haber creado esta nueva empresa a través de una licitación o invitación pública, conforme a las disposiciones de la Ley 80 de 1993. La ley y la jurisprudencia son claras en establecer que, en estos casos, el régimen jurídico aplicable es el derecho privado (…)." (Negrillas fuera del texto original).

En el marco del derecho privado, no existen formalidades que deba seguir el proceso de invitación pública, sin embargo, la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios ha manifestado que dicho proceso debe garantizar la objetividad del mismo, la no discriminación de participantes, y en general, no incurrir en prácticas restrictivas de la competencia, como lo es el abuso de posición dominante, entre otras2. En otras palabras, un proceso transparente que estimule la concurrencia de oferentes, será suficiente para dar vida a la empresa que se proyecte crear, sin que ello someta al Municipio a las complejidades de un proceso de licitación, bajo el marco de la Ley 80 de 1993 y sus modificaciones.

En este concepto, se comparte el criterio de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios por ser acorde a la finalidad de libre competencia en la prestación de los servicios públicos, establecida en el numeral 2.6 del artículo 2 de la Ley 142 de 1994, así como con los principios de la función administrativa de igualdad, imparcialidad, publicidad y transparencia, establecidos en el artículo 3 de la Ley 489 de 1998.

En ese sentido, se considera que el proceso de selección que se desarrolle para la selección de un socio privado, si bien no tiene formalidades legales ni reglamentarias, debería considerar, al menos: (i) Ser de carácter público y abierto, para lo cual tiene que ser difundido en medios de amplia circulación, (ii) Ser el resultado de una planeación adecuada, plasmándose esto en los diversos instrumentos que las Entidades Contratantes deben materializar con anterioridad a la contratación, (iii) Ceñirse por el régimen de inhabilidades e incompatibilidades dado por el Estatuto General de la Contratación Estatal, (iv) Fijar requisitos y criterios objetivos para la selección del socio o socios privados; (v) Garantizar la concurrencia de oferentes y su pluralidad.

Por último, es pertinente indicar que, desde el proceso de selección, se debería presentar, no solo el modelo de contrato de social que se suscribirá junto con una descripción detallada de las reglas de gobierno y funcionamiento de la sociedad (para evitar agrias disputas posteriores), sino también el acto y/o contrato con el cual se asigne la prestación al socio privado, que en este caso sería un Acuerdo de Accionistas, y el acto de entrega de la infraestructura y del usufructo de ésta. Lo anterior, en aras de establecer en forma plena y clara el alcance de las obligaciones de los Socios.

[2] Concepto No. 272 de 2013.

La creación y/o conformación de una empresa de servicios públicos mixta, según lo expuesto sobre la constitución de una sociedad de este tipo, se rige por las normas de derecho privado y se tipifica particularmente como un contrato de sociedad en el Código de Comercio. Este contrato requiere la solemnidad de escritura pública y el registro de ésta en la Cámara de Comercio del domicilio de la sede social (arts. 110 y 111 C. de Co.), a menos que la empresa tenga proyectado funcionar en un Municipio calificado como menor según la Ley, tal como lo dispone el artículo 20 de la Ley 142 de 1994, que en dichos territorios permite que la constitución del prestador se haga a través de documento privado sin la solemnidad de escritura.

De otro lado, y para que el contrato de sociedad sea válido, se exigen como requisitos de fondo: a) respecto de cada uno de los asociados, capacidad legal y consentimiento, b) en cuanto a las obligaciones que se contraen, la existencia de un objeto y causa lícita. (art. 101 C. de Co.).

Las condiciones esenciales para la existencia de toda sociedad son: a) el acuerdo de voluntades en torno de la realización de una actividad económica, b) el objeto de dicha actividad que será la producción, transformación, circulación, administración o custodia de bienes, o la prestación de servicios a través de uno o más establecimientos, c) la obligación de cada asociado de aportar dinero, trabajo u otros bienes apreciables en dinero y d) el reparto de utilidades a los asociados, cuando ello resulte posible. (artículo 98 del Código de Comercio) (Concepto Sala de Consulta C.E. 1185 de 1999 Consejo de Estado - Sala de Consulta y Servicio Civil).

En el caso de una empresa de servicios públicos mixta que se constituya para la prestación del servicio de alumbrado público, deberá establecerse dentro del objeto social de la empresa, tanto la prestación del mencionado servicio, como la prestación de cualquier otro servicio público domiciliario de los que trata el artículo 1 de la Ley 142 de 1994, so pena de que no se considere que dicha empresa es una Empresa de Servicios Públicos. Adicionalmente, y dada la conexidad del servicio de Alumbrado Público, con otros desarrollos tecnológicos, puede preverse un objeto amplio que facilite su ejecución, lo que sin dudas es un aliciente para optar por este tipo de esquemas.

Sobre este punto, es pertinente indicar que, inclusive después de la creación de la ESP mixta, persiste el riesgo de que si la misma no presta servicios públicos domiciliarios no sea clasificada como una empresa de servicios públicos. Consideramos que este riesgo se da en la medida que, en concepto de la Superintendencia de Servicios Públicos domiciliarios, existen dos criterios para establecer qué personas son prestadoras de dichos servicios. El criterio subjetivo que se refiere a la conformación de la persona adoptando cualquiera de las tipologías establecidas en el artículo 15 de la Ley 142 de 1994, y el criterio material que tiene que ver con la realización efectiva de actividades previstas en el régimen de los servicios públicos domiciliarios como inherentes o complementarias[3]

En el caso de una ESP mixta que se dedique exclusivamente a la prestación del servicio de alumbrado público se estaría ante una entidad que solamente cumpliría con el criterio subjetivo, lo cual podría dar lugar a que se le descalifique como prestador de servicios públicos domiciliarios, y, en consecuencia, que no le sea aplicable el régimen especial de dichos

[3] Concepto 470 de 2018.

prestadores. No obstante, lo anterior, es pertinente indicar que a la fecha se desconoce jurisprudencia y/o doctrina que avale esta tesis, la que además se opone a (i) la autorización conferida por el Decreto Nacional 948 de 2018, según la cual las empresas de servicios públicos, al margen del desarrollo efectivo de actividades en dichos campos, pueden prestar el servicio de alumbrado público y (ii) a la relación de conexidad entre el servicio de alumbrado y el de energía eléctrica.

Por el contrario, al analizar esta situación, la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios no ha mencionado que la misma sea irregular, sino que simplemente ha establecido que, ante la falta del criterio material en un prestador de servicios públicos domiciliarios, dicha entidad no sería competente para realizar la inspección, vigilancia y control del mencionado prestador. Esto sería aplicable al caso en concreto.4

Finalmente, otro aspecto relevante por tener en cuenta es que al momento de la suscripción del contrato social se deberán valorar los aportes en especie que realizarán, tanto el Municipio, como el Inversionista Seleccionado.

Frente a este tema, se ha indicado anteriormente que, por un lado, el Municipio aportaría el otorgamiento de la prestación del servicio de alumbrado público junto con el uso de la infraestructura existente, aunado con los recursos necesarios para sufragar dicho servicio, y por otro, el Inversionista aportaría la experiencia y capital necesario que le permitan realizar la inversión, lo que incluye la modernización, reposición, expansión, administración, operación y mantenimiento del servicio.

Estos aportes serían avaluados por los accionistas fundadores mediante una asamblea preliminar, según lo dispone el numeral 19.7 del artículo 19 de la Ley 142 de 19945, teniendo en cuenta (i) que el aporte del Municipio deberá ser superior al 50% del capital social, con el fin de que se constituya una ESP mixta, (ii) que a pesar de la participación del Municipio, la entidad que tendrá la dirección de la sociedad será el inversionista privado, pues este realizará todo el aporte de capital y experiencia necesaria para la realización de las actividades de inversión (que incluye modernización, reposición y expansión), administración, operación y mantenimiento del servicio, y (iii) que sin perjuicio de lo anterior, el Municipio tendrá el control de tutela sobre la ESP Mixta que se cree para la prestación del servicio.

Sobre los dos primeros puntos anteriormente indicados, es pertinente mencionar que la forma para garantizar que el inversionista privado ostente la dirección de la empresa, como garantía de un respeto por su inversión, es otorgándole acciones preferenciales, lo cual es plenamente posible en el marco de las normas que regulan las sociedades por acciones (Código de Comercio, Ley 222 de 1995 y Ley 1258 de 2008).

Por otro lado, es pertinente indicar que el control de tutela6 del Municipio se garantiza: (i) con el acto de creación de la sociedad, que establece los alcances de la nueva entidad y su relación con el orden central (artículos 68 y 69 de la Ley 489 de 1998), (ii) con la representación en la

[4] Ibidem
[5] *ARTÍCULO 19. RÉGIMEN JURÍDICO DE LAS EMPRESAS DE SERVICIOS PÚBLICOS. Las empresas de servicios públicos se someterán al siguiente régimen jurídico: (…) 19.7. El avalúo de los aportes en especie que reciban las empresas no requiere aprobación de autoridad administrativa alguna; podrá hacerse por la asamblea preliminar de accionistas fundadores, con el voto de las dos terceras partes de los socios, o por la Junta Directiva, según dispongan los estatutos. En todo caso los avalúos estarán sujetos a control posterior de la autoridad competente."*
[6] CONCEPTO 160 DE 2014, SECRETARÍA GENERAL DE MEDELLÍN

Junta Directiva de la entidad (artículo 96 de la Ley 489 de 1998) y (iii) con la exigencia de informes generales y periódicos al Gerente de la ESP mixta (artículo 78 de la Ley 489 de 1998).

Se estima necesario que, inclusive desde el proceso de selección, se contemplen los actos y/o contratos con los cuales el socio privado asuma la inversión, administración, operación y mantenimiento del Sistema de Alumbrado Público-SALP.

Estos actos y/o contratos, que se rigen por el derecho privado, se consideran que pueden ser o bien, un acuerdo de accionistas, o bien un contrato de mandato.

En el caso del acuerdo de accionistas, este será un acuerdo que tenga como propósito principal regular, por un lado, como el socio privado se encargará de prestar las actividades relacionadas con la prestación del servicio de alumbrado público, y en especial, asumir las actividades de inversión, administración, operación y mantenimiento del SALP, así como la manera en que se le reconocerá la remuneración por la prestación de dichas actividades; y por otro, el compromiso del Municipio de mantener el otorgamiento de la prestación del servicio a la Empresa de Servicios Públicos Mixta, con los recursos necesarios para ello.

Valga indicar que este acuerdo es posible en el marco del artículo 24 de la Ley 1258 de 2008, que habilita la suscripción de acuerdos de accionistas sobre cualquier asunto licito, eso si, bajo la salvedad de que la Empresa de Servicios Públicos deberá constituirse como Sociedad por Acciones Simplificadas S.A.S.

Ahora bien, este acuerdo de accionistas no se estima que tenga carga tributaria adicional a las propias de la creación de la sociedad, pues en la práctica este acuerdo no es un contrato independiente del contrato social que comenzó con el proceso de selección del socio inversionista. En ese sentido, no se considera que exista un bien o servicio adicional que deba prestar el socio operador debido a este acuerdo, ni tampoco que exista un contrato u acto independiente que deba ser gravado.

En el caso del contrato de mandato, este contrato se caracteriza por encomendar a un mandatario la realización de una actividad en nombre y representación del mandante. De esta manera, el socio privado asumiría la inversión, administración, operación y mantenimiento del Sistema de Alumbrado Público, en nombre y representación de la empresa de servicios públicos mixta.

Este contrato, a diferencia del acuerdo de accionistas, es un contrato adicional al contrato social que contempla la prestación de un servicio de representación. Tanto por ser un contrato adicional, como por contemplar la prestación de un servicio adicional, es posible que tenga mayor carga tributaria, tanto a nivel territorial, como a nivel nacional. A nivel nacional, particularmente, se encontraría que la remuneración por la prestación del servicio de representación estaría gravada con IVA, por lo cual no se recomienda esta opción.

Finalmente, es pertinente indicar que si bien la prestación del servicio de alumbrado público se descentralizaría con la creación de la empresa de servicios públicos mixta, es necesario, para tener mayor seguridad jurídica que también se regule dicha descentralización y la prestación del servicio mediante un Decreto que establezca las reglas generales de la descentralización por

servicios incluyendo ordenar la entrega de la infraestructura del sistema de alumbrado público y la instrumentalización de la renta del impuesto a cargo de la empresa que se crea.

5.1.3. Constitución de una Sociedad de economía mixta

De conformidad con el artículo 97 de la Ley 489 de 1998 "Las sociedades de economía mixta son organismos autorizados por la ley, constituidos bajo la forma de sociedades comerciales con aportes estatales y de capital privado, que desarrollan actividades de naturaleza industrial o comercial conforme a las reglas de Derecho Privado, salvo las excepciones que consagra la ley. (...)".

Por su parte, el artículo 461 del Código de Comercio señala que "Son de economía mixta las sociedades comerciales que se constituyen con aportes estatales y de capital privado. Las sociedades de economía mixta se sujetan a las reglas del derecho privado y a la jurisdicción ordinaria, salvo disposición legal en contrario".

En ese sentido, las sociedades de economía mixta se caracterizan por (i) tener aportes estatales y de carácter privado, (ii) desarrollar actividades de naturaleza industrial o comercial, y (iii) por regirse por el derecho privado, salvo disposición legal en contrario.

Para efectos de la prestación del servicio de alumbrado público, la figura que permitiría la descentralización del servicio es aquella en la cual la sociedad de economía mixta tiene una participación accionaria del Municipio superior al cincuenta por ciento (50%) y un socio estratégico con una participación menor al cincuenta por ciento (50%), pues esta estructura de capital permite que la empresa creada pueda considerarse como entidad pública, a la luz de lo dispuesto en el artículo 2 de la Ley 80 de 1993, lo que a su vez permite la celebración de contratos interadministrativos entre la sociedad de economía mixta y el municipio.

Tal como ocurre con la empresa de servicios públicos mixta, en caso de que se opte por este esquema será necesario un acuerdo, en donde el Concejo Municipal, en virtud de sus funciones constitucionales de autorizar la constitución de sociedades de economía mixta, autorice al Alcalde para (i) celebrar los contratos y reglamentar las funciones que se requieran para la eficiente prestación de los servicios a cargo del municipio, (ii) llevar a cabo el procedimiento de selección del socio privado que se encargue de la inversión, administración, operación y mantenimiento en el servicio de alumbrado público, (iii) constituir la sociedad de economía mixta que tenga como objeto la prestación de alumbrado público en el ente territorial, y (iv) celebrar todos los demás actos y contratos requeridos para la constitución de la sociedad, de forma que el inversionista privado asuma las actividades asociadas al mencionado servicio de alumbrado público. Cada una de las formas en que se desarrollan estas facultades se analizan a continuación.

En este sentido, se aclara que el Acto que autoriza la creación de una Sociedad de Economia Mixta debe regular ciertos aspectos puntuales tales como su objeto, la cuantía de recursos públicos que se aportan a la sociedad, su domicilio, su duración y la proporción de capital público y privado. Así lo ha explicado la Honorable Corte Constitucional mediante Sentencia C-357 del año 1994.

El procedimiento de selección del socio privado en una sociedad de economía mixta debe ser el de licitación pública. Lo anterior, en la medida que las sociedades de economía mixta, que cuentan con un porcentaje de participación estatal superior al 50%, se someten al Estatuto General de Contratación de la Administración Pública en los términos del artículo 14 de la Ley 1150 de 2007 (modificado por el artículo 93 de la Ley 1474 de 2011), por lo que, en consecuencia, se les aplica la regla general de selección de contratista de licitación pública prevista en el numeral 1 del artículo 2 de la mencionada Ley 1150.

Una excepción a la regla anteriormente prevista sería que el contrato de sociedad a suscribir con el socio inversionista se considere de menor cuantía en los términos del literal b del numeral 2 del artículo 2 de la Ley 1150 de 2007, caso en el cual el proceso de selección sería el de selección abreviada. No obstante, y dado las restricciones de una menor cuantía, se considera que esta modalidad de selección no sería posible en casos de creación de sociedades destinadas a la prestación de un servicio, que requiere de importantes inversiones para garantizar la modernización y rehabilitación de la infraestructura de alumbrado público municipal. De la misma manera, tendría lugar otra excepción en el caso de que resulta aplicable la contratación de mínima cuantía contenida en el artículo 94 de la Ley 1474 de 2011.

El procedimiento de licitación pública debe tener en cuenta el análisis del sector, los estudios previos, el análisis de riesgos, y en general todas las obligaciones de planeación que se señalan en el artículo 2.2.1.1.2.1.1. del Decreto Único Reglamentario 1082 de 2015 y demás normas complementarias. Posteriormente, para el desarrollo del proceso, deberán considerarse las disposiciones especiales que se establecen para la licitación pública en los artículos 2.2.1.2.1.1.1. y 2.2.1.2.1.1.2. del mismo Decreto 1082.

Tal como ocurre con las empresas de servicios públicos mixtas, una vez seleccionado el contratista se deberá suscribir el contrato social. En general, al contrato societario que se celebre le serán aplicables las normas legales, reglamentarias y regulatorias vigentes al momento de su celebración, especialmente las contenidas la Ley 489 de 1998, el Título VII "De las Sociedades de Economía Mixta" del Código de Comercio, la Ley 1258 de 2008 (en caso de que sea S.A.S.) y el Acuerdo municipal respectivo.

Es importante anotar que, en el objeto de la sociedad, a diferencia de lo que ocurre con las empresas de servicios públicos mixtas, no deberá mencionar la prestación de algún servicio público domiciliario de los que trata el artículo 1 de la Ley 142 de 1994.

En cuanto a los aportes estatales, si aplicará el mismo el artículo 463 del Estatuto Mercantil que menciona que "En las sociedades de economía mixta los aportes estatales podrán consistir, entre otros, en ventajas financieras o fiscales, garantía de las obligaciones de la sociedad o suscripción de los bonos que la misma emita, auxilios especiales, etc. El Estado también podrá aportar concesiones".

5.1.4. Prestación directamente del municipio.

Ahora bien, el municipio podría optar por continuar prestando el servicio de Alumbrado Público de manera directa como ya lo ha estado haciendo, y utilizando algunas figuras contractuales

que le permitan contar con el apoyo o colaboración de otros actores para desarrollar algunas actividades puntuales que componen el servicio.

Bajo este modelo es claro que el municipio no tendría que asumir los costos de pagar la remuneración a un prestador u operador del Servicio, dado que asume dicha función, pero esto también implica que continue siendo el directo responsable por prestar el servicio y tenga la necesidad de contar con recursos humanos y operativos para ello.

Lo anterior, sin mencionar que bajo este esquema el municipio debe procurar la consecución de los insumos de carácter técnico para la prestación del servicio, es decir luminarias, postes, transformadores, redes, etc, viéndose en la obligación de adelantar procesos de contratación para tales efectos.

Por supuesto, si se toma en cuenta que, de acuerdo con lo dispuesto por el artículo 5° del Decreto 2424 de 2006, los municipios deben proyectar en el Plan Anual de Prestación del Servicio, la realización de expansiones e intervenciones prioritarias respecto del Sistema de Alumbrado Público, la centralización del servicio en cabeza del Ente Territorial podría devenir en que no se cuente de manera oportuna y ágil con elementos para realizarlas.

Así mismo, en este esquema el municipio es quien asume la obligación de reemplazar o cambiar las luminarias que resulten dañadas por el actuar de terceros, y de realizar los mantenimientos preventivos y correctivos a que haya lugar, traduciéndose esto en un gran desgaste para la administración municipal.

5.1.5. Contrato de suministro

Otra 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 o el reemplazo de aquellas luminarias que resulten dañadas. Las demás labores asociadas a la modernización, y prestación de servicio, así 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 de tiempo.

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 financiero7

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 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.

Sobre este esquema, resta indicar que, la selección del Contratista debe surtirse bajo las reglas dispuestas por el Estatuto General de la Contratación Estatal, estimándose que la modalidad para ello sería la Selección Abreviada mediante Subasta a la Inversa, de conformidad con lo señalado por el literal A del numeral 2° del artículo 2° de la Ley 1150 del año 2007, por tratarse de la adquisición de bienes de características técnicas uniformes.

5.1.6. 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

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

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 los mismos. 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 trata8:

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 género no extingue la obligación. Al respecto, resulta relevante, plantear, lo que la doctrina ha conocido como el principio del genus non perit,

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

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.9

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 los mismos, 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 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

[9] 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

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 los mismos 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.

De la misma manera en que ocurre con el Contrato de Suministro, el Contrato debe estar antecedido de la selección del Contratista mediante el mecanismo de Selección Abreviada, por ser el elemento predominante del objeto del contrato que se celebraría, el suministro de luminarias, esto es, bienes de calidades técnicas uniformes.

5.2. Matriz ventajas y desventajas de los modelos descritos

ESQUEMA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
CONTRATO DE CONCESIÓN	❖ El municipio puede utilizarlo para entregar la prestación integral del servicio a un Operador que asuma la mayoría de los riesgos aparejados a la actividad. ❖ El Operador asume la custodia y cuidado de la infraestructura que compone el Sistema de Alumbrado Público. ❖ El municipio puede pactar clausulas exorbitantes que le permitan interpretar, modificar, terminar y caducar el contrato de manera unilateral. ❖ El municipio asume el costo de remunerar al Concesionario por llevar a cabo el AOM (Administración, Operación y Mantenimiento) y realizar Inversiones respecto del Sistema de Alumbrado Público, bajo los límites establecidos por la Comisión de Regulación de Energía y Gas.	❖ El control y seguimiento financiero al Contrato es ejercido de manera indirecta por el municipio a través de la figura del Interventor. ❖ Este esquema requiere de la constante coordinación entre el municipio y el Operador, de manera previa a la expedición de instrumentos de planeación municipal, tales como el Plan Anual de Prestación del Servicio. ❖ Este esquema tradicional de Concesión solo podría ser utilizado cuando el monto del Proyecto no supere los 6000 SMLMV, lo cual limita su uso considerablemente.
EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS MIXTA (ESP MIXTA)	❖ El municipio puede utilizarlo para vincular a un Operador con experiencia y capacidad para asumir la prestación del servicio, sin desligarse totalmente de esta. ❖ El municipio conserva control y dirección respecto a la prestación del servicio, al tener asiento en los Órganos Sociales. ❖ El municipio puede realizar el seguimiento financiero de la prestación del servicio en forma directa, al ostentar la calidad de Socio de la ESP MIXTA que se encargará de prestar el servicio. ❖ La ESP MIXTA puede ser utilizada para la prestación de otros servicios que sean de intereses o necesidad del municipio. ❖ Cuenta con régimen de contratación especial, lo que le permite obtener de más ágil los bienes y servicios necesarios para la atención del Sistema de Alumbrado Público, al igual que ser competitiva respecto de los privados.	❖ En caso de que la ESP MIXTA no lleve a cabo la prestación de Servicios Públicos Domiciliarios, podría ser desestimada su calidad de Empresa de Servicios Públicos. Sin embargo, se debe poner de presente que no se conoce antecedente alguno.
SOCIEDAD DE ECONOMIA MIXTA (SEM)	❖ El municipio puede utilizarlo para vincular a un Operador con experiencia y capacidad para asumir la prestación del servicio, sin desligarse totalmente de esta.	❖ No podría prestar servicios públicos que resulten del interés o necesidad del municipio, al no encontrarse habilitada de conformidad con la Ley 142 de 1994 para ello.

ESQUEMA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
	❖ El municipio conserva control y dirección respecto a la prestación del servicio, al tener asiento en los Órganos Sociales. ❖ El municipio puede realizar el seguimiento financiero de la prestación del servicio en forma directa, al ostentar la calidad de Socio de la SEM que se encargará de prestar el servicio.	
PRESTACIÓN DIRECTA DEL SERVICIO POR PARTE DE LA ENTIDAD	❖ El municipio no tendrá que pagar a un Operador por la ejecución del AOM (Administración, Operación y Mantenimiento) y la realización de Inversiones respecto del Sistema de Alumbrado Público. ❖ El municipio tiene el control directo respecto de la prestación del servicio. ❖ El municipio no requiere de concertación previa con un Operador para la elaboración y ejecución del Plan Anual de Prestación del Servicio.	❖ El municipio asume de manera directa todos los costos aparejados a la prestación del servicio, así como los que implique la realización de mantenimientos correctivos y preventivos al Sistema de Alumbrado Público. ❖ El municipio debe contar con una estructura y planta de personal capacitada para garantizar la continua y eficiente prestación del servicio. ❖ El municipio asume la custodia y cuidado del Sistema de Alumbrado Público, viéndose en la obligación de reemplazar los elementos que se vuelvan obsoletos o se dañen.
CONTRATO DE SUMINISTRO	❖ Permite al municipio la consecución de los insumos necesarios para modernizar el Sistema de Alumbrado Público, así como reemplazar las luminarias que se dañen. ❖ El municipio solo debe pagar el costo de las luminarias, mas no costos de AOM o Inversión al proveedor.	❖ El municipio conserva a su cargo la prestación integral del servicio, así como la carga de instalar y poner en marcha las luminarias adquiridas. ❖ En caso de fallas respecto de los bienes suministrados, pueden suscitarse discusiones atinentes a si ello se deriva de defectos de fabricación o fallas durante su instalación. ❖ El municipio asume la custodia y cuidado del Sistema de Alumbrado Público, viéndose en la obligación de reemplazar los elementos que se vuelvan obsoletos o se dañen. ❖ El municipio asume de manera directa todos los costos aparejados a la prestación del servicio, así como los que implique la realización de mantenimientos correctivos y preventivos al Sistema de Alumbrado Público.

ESQUEMA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
CONTRATO DE SUMINISTRO CON PRESTACIONES ADICIONALES	❖ En primer lugar, si el contrato incluye tanto la prestación como la instalación de los bienes, la entidad contratante solamente deberá verificar o recibir a su satisfacción las luminarias instaladas y funcionales. ❖ La entidad contratante no asumirá el riesgo por la indebida manipulación, manejo, transporte o instalación de los equipos a instalar, al recaer estos sobre el Contratista. ❖ La entidad no asumirá labores de instalación y puesta en marcha de los equipos que adquiera, por lo que no requerirá el personal capacitado para el efecto. ❖ La Entidad solamente remunera al proveedor por el suministro e instalación de las luminarias, mas no asume costos por concepto de AOM o Inversiones respecto del Sistema de Alumbrado Público.	❖ El municipio conserva a su cargo la prestación integral del servicio, así como el deber de contar con una estructura y planta de personal capacitada para atender de manera continua y eficiente el servicio. ❖ El municipio asume la custodia y cuidado del Sistema de Alumbrado Público, viéndose en la obligación de reemplazar los elementos que se vuelvan obsoletos o se dañen. ❖ El municipio asume de manera directa todos los costos aparejados a la prestación del servicio, así como los que implique la realización de mantenimientos correctivos y preventivos al Sistema de Alumbrado Público.

Tabla 47 Matriz ventajas y desventajas modelos de prestación del servicio

Una vez expuestas las ventajas y desventajas, en nuestro criterio la figura más recomendable es la Empresa de Servicios Públicos Mixta. Esta alternativa presenta grandes ventajas en cuanto a la facilidad de su implementación, la flexibilidad del esquema y el control directo que ejerce el Municipio.

Lo anterior, sin dejar de lado la seguridad jurídica del esquema. En términos generales es un Esquema que genera confianza tanto al inversionista, como al Municipio, pues es comúnmente utilizado y encuentra soporte, tanto en normas de carácter constitucional, como en normas legales. La implementación del esquema conlleva pocos trámites. En particular, requiere del Acuerdo del Concejo, llevar a cabo el procedimiento de selección del inversionista con la correspondiente estructuración societaria y decretar la descentralización por servicios.

Es un esquema flexible por la aplicación del régimen de derecho privado, así como por la amplia libertad que le es otorgada por la Ley y la Jurisprudencia. Concede el control directo de tutela al Municipio, consistente, principalmente, en la participación del Municipio en los órganos de dirección de la entidad, la entrega de informes periódicos por parte del representante legal de esta y la fijación del alcance de la entidad mediante el acto de creación de esta.

6. Análisis financiero para la prestación del servicio de Alumbrado Público

6.1. Estudio técnico de referencia en el marco del decreto 943 de 2018

De conformidad con lo dispuesto en el artículo 351 de la Ley 1819 de 2016 y según se encuentra regulado en el artículo 5° del Decreto 943 de 2018, los municipios deben actualizar los estudios técnicos de referencia con la determinación de los costos estimados para la prestación de cada actividad del servicio de Alumbrado Público.

Tal como lo menciona dicho Decreto, los estudios deberán mantenerse público en la página web del ente territorial y contener como mínimo lo siguiente:

6.1.1. Estado actual de la prestación del servicio en materia de infraestructura, cobertura, calidad y eficiencia energética

> *"Este incluirá el inventario de luminarias y demás activos de uso exclusivo del alumbrado público y los indicadores que miden los niveles de calidad, cobertura y eficiencia energética del servicio de alumbrado público, establecidos de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 2.2.3.6.1.11 del presente decreto".*

El documento presenta un análisis diagnóstico de la situación actual de la prestación del servicio contenido en el capítulo 3 *"Situación actual de la prestación del servicio de Alumbrado Público"* en sus numerales 3.1, 3.2 y 3.3, en los cuales se realiza la descripción y análisis de la situación contractual, financiera y actual de la infraestructura del Sistema de Alumbrado Público, este último numeral contiene los porcentajes de calidad, cobertura y eficiencia energética.

A continuación, se presenta el inventario actual de la infraestructura del servicio de Alumbrado Público del Municipio:

Inventario actual

TECNOLOGÍA	POTENCIA [W]	CANTIDAD
LED	25	3
	30	355
	35	8
	40	2
	50	71
	60	74
	70	3
	100	28
	120	2
	150	8

TECNOLOGÍA	POTENCIA [W]	CANTIDAD
	200	3
METAL HALIDE	400	48
FLUORESCENTE	15	7
	25	5
MIXTA	30	2
	160	2
SODIO	70	1.719
	150	88
	250	6
Total, general		**2.434**

Tabla 48. Inventario actual de la infraestructura del SALP del Municipio

6.1.2. Definición de las expansiones del servicio, armonizadas con el Plan de Ordenamiento Territorial y con los planes de expansión de otros servicios públicos

"Cumpliendo con las normas del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE, así como del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP, al igual que todas aquellas disposiciones técnicas que expida sobre la materia el Ministerio de Minas y Energía".

A partir de las necesidades detectadas y expuestas en numeral 3.3. del capítulo 3 y los proyectos propuestos en el capítulo 4 del presente documento, a continuación, se indican las zonas a intervenir para expansión y modernización:

ITEM	NOMBRE ZONA
1	ESTADIO JOSE ANTONIO GALÁN
2	PARQUE INTRA
3	PARQUE DE LA CHIQUINQUIRÁ
4	PARQUE PRINCIPAL DE SOCORRO
5	PARQUE CONVENTO LOS CAPUCHINOS
6	PARQUE LA 20
7	CANCHA DE FUTBOL VILLA OLIMPICA
8	CANCHA PRIMERO DE MAYO
9	LA CANCHA Carrera 9
10	CANCHA DEL PORTAL SARAVITA
11	POLIDEPORTIVO JUVENTUD COMUNERA
12	PLAZA DE FIESTAS

Tabla 49. Zonas proyectos de modernización y expansión

Para calcular el valor de la inversión que se requiere realizar en el Municipio del Socorro, y lograr la consecución de los objetivos planteados, se tendrán en cuenta los materiales y cantidades relacionados a continuación:

UNIDADES CONSTRUCTIVAS DE ALUMBRADO PÚBLICO	CANTIDAD
Luminaria LED 35W	949
Luminaria LED 70W	1.940
Luminaria LED 104W	308
Farol LED 60W	602
Reflector LED 100W	16
Reflector LED 150W	25
Reflector LED 200W	42
Poste metálico de 3 metros	3
Poste de concreto 8mx510kgf	213
Poste de concreto 8mx750kgf	83
Poste metálico de 4 metros para reflectores	54
Poste metálico 5 metros para reflector	5
Poste de concreto 12 metros x 750kg.f	1
Poste de concreto 12 metros x 1050kg.f	1
Red Aérea 3x2+2 AWG AL x 500m	16
Red Aérea 3x4+4 AWG AL x 500m	3
Red subterránea con cS8000 3 x 6AWG (2f+n) + 1 x 6AWG (t) x 500 MTS	1
Red Cable encauchetado 3 x 14AWG x 500 MT	0
Transformador 5KVA, 13200-480/240	5
Transformador 10KVA, 13200-480/240	5
Canalización con un ducto 1" PVC x 500 mts	2
Caja prefabricada para red subterránea	7
Medidor 1f 3h 480/240	8

Tabla 50. Cantidades proyectos de modernización y expansión

Con la modernización y expansión del sistema de alumbrado público en el municipio se podrán obtener los siguientes beneficios generales:

- ✓ Ahorro en el consumo de energía eléctrica.
- ✓ Beneficio social de manera generalizada a la población tanto residente como fluctuante del municipio, en mayor y mejor iluminación en avenidas principales, parques, calles, bienes públicos y en general áreas de convivencia social y comunitaria.
- ✓ Reducción en la contaminación ambiental
- ✓ Disminución en el índice de accidentes, asaltos y robos, entre otros, brindando mayor seguridad y confianza a los habitantes del municipio.
- ✓ El municipio se valorará por el incremento de activos propios.
- ✓ Garantiza la eficiencia y calidad del servicio.
- ✓ Obtiene mayor cobertura en la expansión del servicio de alumbrado público
- ✓ Mejora el movimiento económico, ampliando horarios de actividades comerciales
- ✓ Mejora la imagen del municipio haciéndolo atractivo para los inversionistas y seguro y confiado para los turistas.

Es preciso resaltar que anualmente se debe realizar por parte del municipio el plan de expansión, que corresponderá a proyectos puntuales con diseños a nivel de detalle y su respectivo análisis de costos para mantener la viabilidad financiera de la prestación del servicio de alumbrado público.

6.1.3. Costos desagregados de prestación para las diferentes actividades del servicio de alumbrado público

"Conforme con la metodología para la determinación de los costos por la prestación del servicio de alumbrado público en los términos del artículo 2.2.3.6.1.8 del presente Decreto".

La determinación de los costos desagregados por la prestación del servicio se realizará en el numeral 6.2 del presente capítulo.

6.1.4. Determinación clara del periodo máximo del estudio técnico de referencia.

El periodo máximo para actualizar el presente estudio se fija en 4 años contados a partir de su publicación.

6.2. Determinación de costos bajo el nuevo esquema financiero propuesto

Como punto de partida, para la determinación de costos desagregados, a continuación, se presentan los parámetros de entrada para establecer la modelación financiera que permitirá ejecutar los proyectos que requiere el sistema, con el fin de determinar su viabilidad:

PARÁMETROS DEL PROYECTO	
Variables conforme a la Resolución CREG 101 013 de 2022	
TIR: Resolución CREG 215 2021.	12,00%
NE: Fracción anual equivales de los Activos No Eléctricos.	0,041
FAOML: Fracción máxima del costo de reposición a nuevo para luminarias (2023).	0,092
FAOMn: Fracción máxima del costo de reposición a nuevo para activos diferentes a luminarias.	0,04
FAOMS: Fracción máxima del costo de reposición a nuevo en zonas de contaminación salina.	0
Costos ambientales del proyecto.	0,20 DEL CAOM
ID: Índice de Disponibilidad.	0,99

Variables económicas y del mercado	
Tarifa de energía proyectada.	$ 792
IPP Proyectado.	3,98%

IPC Proyectado.	4,50%
Crecimiento poblacional.	0,50%
IVA.	19,00%

Variables de la proyección financiera	
Interventoría.	4,00% de los Ingresos IAP
Alumbrado Navideño / Ornamental / Proyectos de Smart Cities.	4,00% de los Ingresos IAP
% De crecimiento de la Infraestructura: Expansión a partir del año 3.	2,00% del Recaudo IAP
Gastos fiduciarios.	1 SMMLV + IVA
Rendimientos financieros.	0,15% del valor a favor que ingresa a fiducia
Gastos financieros.	0,2% del valor a favor que ingresa a fiducia

Tabla 51. Parámetros de entrada para la determinación de costos del proyecto

6.2.1. Fórmula general de costos para la prestación del servicio y el uso de los activos vinculados al servicio de Alumbrado Público

El municipio aplicará la nueva metodología de costos para la prestación del servicio y el uso de los activos vinculados al Sistema de Alumbrado Público expuesta en la Resolución CREG 101 013 de 2022, aplicando la siguiente formula:

$$CAP = CSEE + CINV + CAOM + COTR$$

Donde:

CAP: Costos máximos por la prestación del Servicio de Alumbrado Público en pesos correspondientes a la fecha de referencia

CSEE: Costo del suministro de energía eléctrica para el Sistema de Alumbrado Público en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

CINV: Costo de la Inversión del Sistema de Alumbrado Público en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

CAOM: Costo de la actividad de AOM del Sistema de Alumbrado Público en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

COTR: Costos asociados a otros costos de la prestación del servicio y el Sistema de Alumbrado Público, cuando estos se causen, en pesos correspondientes a la fecha de referencia

Cabe decir, que el Municipio del Socorro viene aplicando la metodología dispuesta en la Resolución CREG 123 de 2011 y aquellas que la complementan, para determinar los costos máximos de remuneración por las actividades de Administración, Operación y Mantenimiento (CAOM) y Retorno de Inversión (CINV).

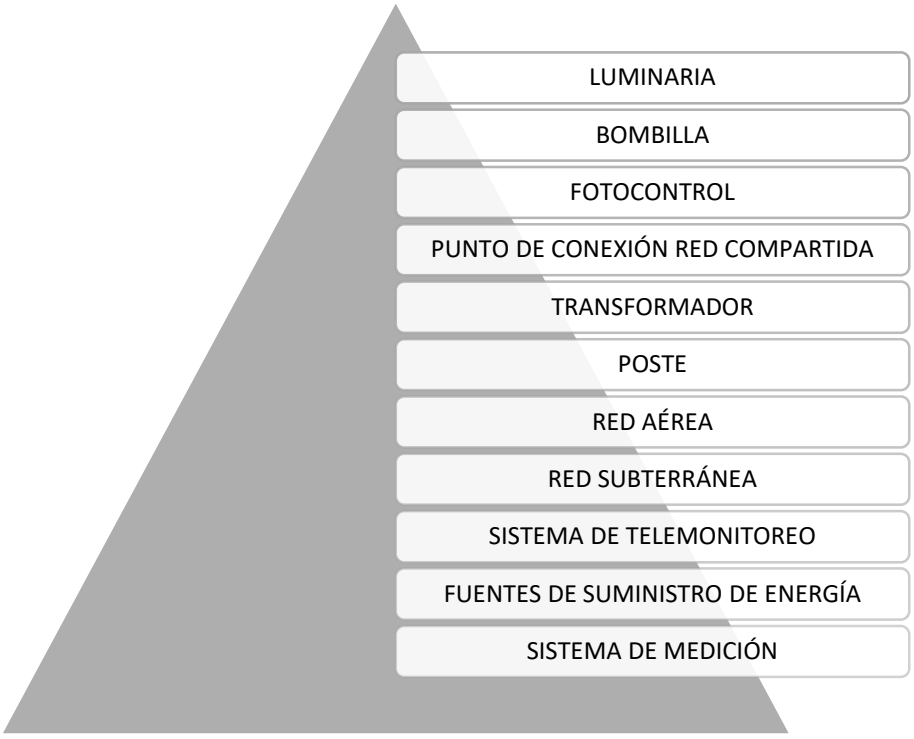
Con el presente estudio, además de la identificación de las necesidades de expansión, se pretende actualizar la metodología para el cálculo de los costos.

6.2.2. Costos de las unidades constructivas del Sistema de Alumbrado Público

Las Unidades Constructivas de Alumbrado Público son definidas, en la Resolución CREG 101 013 de 2022, como el conjunto de elementos que conforman una unidad típica de un Sistema de Alumbrado Público. Anexo a la mencionada resolución, se establece la metodología para determinar las Unidades Constructivas del Sistema de Alumbrado Público – UCAP, que integran los activos eléctricos del Servicio.

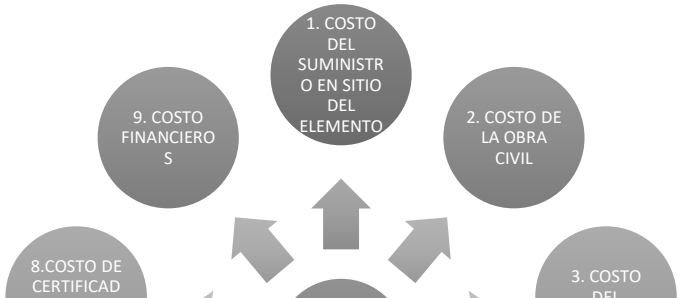
La Comisión de Regulación de Energía y Gas, establece los equipos y accesorios necesarios que deben contener las UCAP para la prestación del servicio, con los niveles de calidad exigidos por el Ministerio de Minas y Energía, asegurando el cumplimiento de la normativa vigente en especial en el componente de seguridad.

La metodología para la valoración de las Unidades Constructivas del servicio de Alumbrado Público identifica los siguientes grupos:



Esquema 4. Grupos Unidades constructivas del servicio de Alumbrado Público

Los componentes del costo total de cada unidad constructiva de Alumbrado Público contienen lo siguiente:



Conforme los requerimientos técnicos y los estándares de calidad para proyectos de iluminación en alumbrado público, se estima que la vida útil de cada uno de los elementos incluidos en las diferentes UCAP, sería la siguiente:

ELEMENTOS DE LA UNIDAD CONSTRUCTIVA	VIDA UTIL (AÑOS)
Bombillas	3,5
Luminarias	
En zonas con alta contaminación	7,5
En zonas normales	15
Transformadores	20
Postes y mástiles	30
Redes aéreas y subterráneas	30
Cajas de inspección y canalizaciones	30
Sistema de Medición	10

Tabla 52. Vida útil UCAP

Las unidades constructivas que conformarían el Sistema de Alumbrado Público y sus costos, una vez se lleve a cabo la modernización y se integren las expansiones en el Municipio de El Socorro, se presentan en la siguiente tabla:

UNIDAD CONSTRUCTIVA	DESCRIPCIÓN	COSTO TOTAL UCAP
LUMINARIAS	Luminaria LED 35W	$ 1.231.456,00
	Luminaria LED 70W	$ 1.319.949,00
	Luminaria LED 104W	$ 1.472.660,00
	Farol LED 60W	$ 2.127.715,00
	Reflector LED 100W	$ 1.510.593,00
	Reflector LED 150W	$ 1.788.749,00
	Reflector LED 200W	$ 1.977.693,00
POSTES	Poste metálico de 3 metros	$ 1.368.313,00
	Poste de concreto 8mx510kgf	$ 1.514.012,00
	Poste de concreto 8mx750kgf	$ 1.938.954,00

UNIDAD CONSTRUCTIVA	DESCRIPCIÓN	COSTO TOTAL UCAP
	Poste metálico de 4 metros para reflectores	$ 1.743.320,00
	Poste metálico 5 metros para reflector	$ 1.842.006,00
	Poste de concreto 12 metros x 750kg.f	$ 2.629.756,00
	Poste de concreto 12 metros x 1050kg.f	$ 3.160.687,00
REDES	Red Aérea 3x2+2 AWG AL x 500m	$ 26.406.155,00
	Red Aérea 3x4+4 AWG AL x 500m	$ 20.781.052,00
	Red subterránea con cS8000 3 x 6AWG (2f+n) + 1 x 6AWG (t) x 500 MTS	$ 13.112.876,00
	Red Cable encauchetado 3 x 14AWG x 500 MT	$ 8.819.594,00
TRANSFORMADORES	Transformador 5KVA, 13200-480/240	$ 10.012.304,00
	Transformador 10KVA, 13200-480/240	$ 10.688.303,00
CAJAS DE INSPECCIÓN Y CANALIZACIONES	Canalización con un ducto 1" PVC x 500 mts	$ 12.025.270,00
	Caja prefabricada para red subterránea	$ 576.077,00
SISTEMAS DE MEDICIÓN	Medidor 1f 3h 480/240	$ 1.380.153,00

Tabla 53. Unidades Constructivas para proyectos del Municipio

NOTA: Es importante señalar que los precios de las UCAP expresados en la tabla anterior, están actualizados en ($) pesos colombianos del año 2022, de acuerdo a los precios del mercado.

6.2.3. Costo del suministro de energía

El costo del suministro de energía, es quizás el componente más importante dentro del Sistema de Alumbrado Público de cualquier Municipio y/o Distrito. Sin desconocer la esencialidad de los otros costos, se podría afirmar que el elemento energético es la base del funcionamiento de una luminaria que, a pesar de sus bondades y características técnicas, sin el fluido de energía poco o nada es lo que podría brindar funcionalidad.

El costo del suministro de la energía está compuesto por dos componentes: el consumo de energía eléctrica y la tarifa de energía.

En el apartado Análisis Financiero del Sistema Actual de Alumbrado Público, se presentó el costo vigente de la tarifa de energía ($791,54). Así pues, con las expansiones propuestas a realizar se espera que el componente de energía presente variaciones que serán analizadas a continuación.

6.2.3.1. Costo máximo del suministro de energía: Resolución CREG 101 013 de 2022

El costo máximo de suministro de energía eléctrica para el Servicio de Alumbrado Público, se determinará así:

$$CSEE = \sum_{n=1}^{2} (TEEn * CEEn)$$

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.

6.2.3.2. Valor del consumo de energía eléctrica del SALP

El costo del servicio de energía eléctrica se calcula sobre la potencia instalada y el consumo interno de los elementos que componen las luminarias, para el caso de luminarias de tecnología de sodio, mercurio, metal halide y otras. Para el caso de luminarias tipo LED, el proveedor suministra la potencia de la luminaria incluyendo las perdidas.

Para este estudio se tiene en cuenta el total de la potencia instalada de las luminarias, como si estas funcionaran en condiciones normales, pero es importante señalar que el operador del servicio de alumbrado público o el interventor o municipio, deben reportar al comercializador las luminarias apagadas de noche o que están encendidas de día, para que la liquidación del servicio se realice sobre la demanda real de energía.

A continuación, se describen todos los componentes del Costo unitario (Cu) del kWh, y se identifica que componentes se pueden negociar con el comercializador y cuáles no; por ser componentes regulados.



Esquema 6. Componentes del Costo Unitario de Energía Eléctrica KWh. Fuente: Resolución CREG 119 de 2007

- **G:** Costo de compra de energía ($/kWh) – componente que se puede negociar.
- **T:** Costo por uso del Sistema Nacional de Transmisión ($/kWh) – componente que no componente que no se puede negociar.
- **D:** Costo por uso de Sistemas de Distribución ($/kWh) – componente que no se puede negociar.
- **C:** Margen de comercialización ($/kWh) - componente que se puede negociar.
- **R:** Costo de Restricciones y de Servicios asociados con generación ($/kWh) - componente que no se puede negociar.
- **PR:** Costo de compra, transporte y reducción de pérdidas de energía ($/kWh) - componente que no se puede negociar.

Ahora bien, consultando la página web de Expertos del Mercado (www.xm.com.co), se obtienen

los siguientes datos para los últimos cinco años.

PRECIO PROMEDIO PONDERADO COMPONENTE G - MERCADO REGULADO Y NO REGULADO					
MERCADO	AÑO 2018	AÑO 2019	AÑO 2020	Año 2021	Año 2022
MERCADO REGULADO	$189,8	$205,4	$219,6	$248,21	$284,94
MERCADO NO REGULADO	$166,6	$183,6	$191,1	$213,69	$269,54

Tabla 54. Precio promedio ponderado componente G. Mercado regulado y no regulado

La tabla a continuación, muestra el detalle del consumo de energía eléctrica (CEEn) con cargo al alumbrado público que tendría el sistema completo, una vez se finalizara la modernización y expansiones a realizar en el municipio de Socorro. Adicionalmente, se toma como referencia el valor proyectado de la tarifa de suministro (TEEn), y se aplica la fórmula propuesta por la CREG, llegando a un costo de suministro de energía estimado de $ 62.267.381.

Cabe resaltar que además de la mejoría en la eficiencia del costo de la energía por la disminución del consumo con el proyecto de modernización, es necesario que la entidad territorial realice la negociación de la tarifa para adecuar los costos eficientes y aplique a una tarifa más beneficiosa en el mercado no regulado.

TIPO	POTENCIA (W)	PERDIDA EN LA REACTANCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA INSTALADA (W)	CONSUMO CON REACTANCIA (KW-H-MES)
Luminaria	35	0	949	33.215,0	11.957,4
Luminaria	70	0	1940	135.800,0	48.888,0
Luminaria	104	0	308	32.032,0	11.531,5
Farol	60	0	62	3.720,0	1.339,2
Reflector	100	0	16	1.600,0	576,0
Reflector	150	0	25	3.750,0	1.350,0
Reflector	200	0	42	8.400,0	3.024,0
TOTAL			**3.342**	**218.517,00**	**78.666,12**

TARIFA PROYECTADA	$ 791,54
COSTO DE ENERGÍA	$ 62.267.381

Tabla 55. Costo y consumo de energía de proyectos de expansión del Municipio

6.2.4. Costo de la inversión

Con el fin de remunerar el costo máximo de la Actividad de Inversión del Sistema de Alumbrado Público se aplicará la siguiente fórmula, de acuerdo a la metodología CREG establecida.

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

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.

6.2.4.1. Costo anual equivalente de los activos del Sistema de Alumbrado Público

El costo anual equivalente de los activos del Sistema de Alumbrado Público, se determina de conformidad con las siguientes disposiciones:

- Los inventarios de activos construidos en desarrollo de la Inversión, puestos en uso, serán valorados según metodología establecida en el Anexo de la presente Resolución.
- Los terrenos asociados con cada subestación construidos por el prestador del Servicio de Alumbrado Público, indicando para cada terreno su área (m2) y valor catastral total.
- Los activos no eléctricos, necesarios para la prestación del Servicio de Alumbrado Público.

De acuerdo con lo anterior el Costo anual equivalente de la infraestructura se determina así

$$CAAn = CAAEn + CATn + CAANEn$$

Donde:

CAAn: Costo anual equivalente de todos los activos del nivel de tensión n en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

n: Nivel de tensión 1 o 2.

CAAEn: Costo anual equivalente de los activos eléctricos en el Nivel de Tensión n en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

CATn: Costo anual de terrenos de subestaciones en el nivel de Tensión n en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

CAANEn: Costo anual equivalente de los activos no eléctricos asignable al Nivel de Tensión n en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

6.2.4.2. Costo anual equivalente de activos eléctricos (CAAEn)

$$CAAEn = \sum_{i=1}^{NRn} ((CRi + CRi,L) * \frac{r}{1-(1+r)^{-vi}})$$

Donde:

CAAEn: Costo anual equivalente de los activos del Sistema de Alumbrado Público en el Nivel de Tensión n en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

n: Nivel de tensión 1 o 2.

NRn: Número total de UCAP que conforman cada activo, instalado y puesto en operación en el Nivel de Tensión n por el encargado de la Inversión.

CRi: Costo de Reposición a nuevo de la UCAP i para activos de alumbrado público diferentes a luminarias, instalados y puestos en operación en el nivel de tensión n, en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

CRi,L: Costo de Reposición a nuevo de la UCAP i para activos de alumbrado público definidos como luminarias instaladas y puestas en operación en el nivel de tensión n, en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

r: Tasa de Retorno.

Vi: Vida útil en años, reconocida para la UCAPi conforme a lo establecido en el Anexo de la presente Resolución.

Cabe señalar que el 15 el diciembre del 2021, la CREG emitió la **Resolución 215** por medio de la cual actualizaba el valor del WACC al 12,09%, para el modelo se dejó ajustado en 12%. Con dicho WACC se calculará el CAAEn de la inversión a ejecutar.

En el transcurso del año 2022, la Comisión de Regulación de Energía y Gas emitió una nueva Resolución que regula y modifica los costos máximos por la prestación del servicio de alumbrado público y aquellos relacionados en el Decreto 943 de 2018.

Por tanto, se tienen en cuenta algunas de las modificaciones establecidas en la Resolución 101 013 de 2022, tal como:

Actualización de los costos de inversión ***CINV***, con la aplicación de lo enunciado en el **Artículo 25 – Ajustes por eficacia luminosa de las luminarias**, el cual modifica el costo anual equivalente de los activos eléctricos.

$$CRi,L = k * CRL$$

$$k = \frac{EF}{130}$$

Donde:

CRi,L: Valor de la unidad constructiva luminaria, ajustada por el valor de la eficacia luminosa

k: Factor de ajuste por eficacia luminosa. Este valor debe ser determinado teniendo en cuenta el valor de eficacia luminosa declarada en el certificado de conformidad del producto.

CRL: Costo de Reposición a nuevo de la UCAP para el activo luminaria del SALP

EF: Eficacia luminosa de la fuente a instalar. En lm/W

130: Eficacia luminosa de la fuente de referencia. En lm/W. Definida en la Resolución UPME 196 de 2020 y aquellas que la modifiquen o sustituyan

6.2.4.3. Costo anual de terrenos de las subestaciones del Nivel de Tensión n (CATn)

El costo anual de terrenos de las subestaciones que atiendan en forma exclusiva los activos del SALP del nivel n se calculará así:

$$CATn = R * \sum_{i=1}^{NSn} (ATi * VCTi)$$

En el Municipio de Socorro, no identifican terrenos en la infraestructura de Alumbrado Público, el costo anual es CERO (0).

6.2.4.4. Costo anual equivalente de activos no eléctricos (CAANEn)

El costo anual equivalente de los activos no eléctricos que se reconoce al prestador del Servicio de Alumbrado Público, en los niveles de tensión n, se determinará de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\text{CAANEn} = \text{NE} * \text{CAAEn}$$

CAANEn: Costo anual equivalente de los activos no eléctricos asignable al nivel de tensión n en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

n: Nivel de tensión 1 o 2.

NE: Fracción del costo anual equivalente de los activos en operación que se reconoce como costo anual equivalente de Activos No Eléctricos. NE es igual a 0,041.

CAAEn: Costo anual equivalente de todos los activos del Sistema de Alumbrado Público del Nivel de Tensión n. Incluye los activos de propiedad del municipio y/o distritos entregados al prestador del Servicio de Alumbrado Público y los activos nuevos, resultado de la expansión, modernización y reposición efectuadas por el prestador de la inversión.

6.2.4.5. Índice de Disponibilidad de la Infraestructura instalada

Las deficiencias en el Servicio de Alumbrado Público debidas a defectos de la infraestructura propia se descuentan de la remuneración de la inversión y del AOM. El índice de disponibilidad de la infraestructura cuantifica estas deficiencias, y se mide a través de las interrupciones por luminarias que no funcionan o funcionan de manera deficiente, reportadas por los usuarios y el interventor al SIAP.

El valor del índice de disponibilidad de la infraestructura, se calcula de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\mathrm{ID} = 1 - \sum_{i=1}^{m} \frac{Wi * HSSi}{WT * T}$$

Donde:

ID: Índice de disponibilidad de la infraestructura, para el período de remuneración.

Wi: Potencia de la luminaria i en kW (incluye la carga de la bombilla y de los demás elementos internos para su funcionamiento), reportada al registro de quejas y reclamos de alumbrado público.

HSSi: Número total de horas sin servicio de la luminaria i.

m: Número total de luminarias reportadas al registro de quejas y reclamos de alumbrado público del municipio o distrito para el período de remuneración.

WT: Potencia total instalada en kW de las luminarias que componen el Sistema de Alumbrado Público de un municipio o distrito.

T: Número de horas del período de facturación de las luminarias.

De acuerdo con las condiciones generales de operación de las clases de iluminación de las vías vehiculares y de las vías para tráfico peatonal y ciclistas, las horas de prestación del servicio se establecen entre las 6 p.m. y las 6 a.m. El número de horas es igual a doce (12) horas/día.

Así las cosas, el costo de la actividad de inversión de los proyectos de modernización y expansión presentados para el municipio de Socorro se detallan en la siguiente tabla, y corresponden a la aplicación de la metodología propuesta por la CREG descrita en los numerales anteriores.

DESCRIPCIÓN	CRL: COSTO TOTAL DE LA REPOSICIÓN	EFICACIA LUMINOSA (Lm/W)	Cri,L: AJUSTE POR EFICACIA LUMINOSA	TASA DE RETORNO	VIDA ÚTIL	CAAEn	CATn	CAANEn	CAAn	ID	CINV
Luminaria LED 35W	$ 1.168.651.744	147	$ 1.321.475.434	12,00%	15	$ 194.024.625,75	$ 0,00	$ 7.955.009,66	$ 201.979.635,41	0,99	$ 199.959.839,05
Luminaria LED 70W	$ 2.560.701.060	139	$ 2.737.980.364	12,00%	15	$ 402.001.885,13	$ 0,00	$ 16.482.077,29	$ 418.483.962,42	0,99	$ 414.299.122,80
Luminaria LED 104W	$ 453.579.280	141	$ 491.959.065	12,00%	15	$ 72.231.515,69	$ 0,00	$ 2.961.492,14	$ 75.193.007,83	0,99	$ 74.441.077,75
Farol LED 60W	$ 1.280.884.430	129	$ 1.271.031.473	12,00%	15	$ 186.618.229,57	$ 0,00	$ 7.651.347,41	$ 194.269.576,98	0,99	$ 192.326.881,21
Reflector LED 100W	$ 24.169.488	150	$ 27.887.871	12,00%	15	$ 4.094.615,42	$ 0,00	$ 167.879,23	$ 4.262.494,65	0,99	$ 4.219.869,71
Reflector LED 150W	$ 44.718.725	152	$ 52.286.509	12,00%	15	$ 7.676.926,96	$ 0,00	$ 314.754,01	$ 7.991.680,97	0,99	$ 7.911.764,16
Reflector LED 200W	$ 83.063.106	130	$ 83.063.106	12,00%	15	$ 12.195.677,38	$ 0,00	$ 500.022,77	$ 12.695.700,15	0,99	$ 12.568.743,15
Poste metálico de 3 metros	$ 4.104.939			12,00%	30	$ 509.602,14	$ 0,00	$ 20.893,69	$ 530.495,83	0,99	$ 525.190,87
Poste de concreto 8mx510kgf	$ 322.484.556			12,00%	30	$ 40.034.412,29	$ 0,00	$ 1.641.410,90	$ 41.675.823,19	0,99	$ 41.259.064,96
Poste de concreto 8mx750kgf	$ 160.933.182			12,00%	30	$ 19.978.833,83	$ 0,00	$ 819.132,19	$ 20.797.966,02	0,99	$ 20.589.986,36
Poste metálico de 4 metros para reflectores	$ 94.139.280			12,00%	30	$ 11.686.794,54	$ 0,00	$ 479.158,58	$ 12.165.953,11	0,99	$ 12.044.293,58
Poste metálico 5 metros para reflector	$ 9.210.030			12,00%	30	$ 1.143.366,81	$ 0,00	$ 46.878,04	$ 1.190.244,85	0,99	$ 1.178.342,40
Poste de concreto 12 metros x 750kg.f	$ 2.629.756			12,00%	30	$ 326.467,53	$ 0,00	$ 13.385,17	$ 339.852,70	0,99	$ 336.454,17
Poste de concreto 12 metros x 1050kg.f	$ 3.160.687			12,00%	30	$ 392.379,24	$ 0,00	$ 16.087,55	$ 408.466,79	0,99	$ 404.382,13
Red Aérea 3x2+2 AWG AL x 500m	$ 411.936.018			12,00%	30	$ 51.139.243,95	$ 0,00	$ 2.096.709,00	$ 53.235.952,95	0,99	$ 52.703.593,42
Red Aérea 3x4+4 AWG AL x 500m	$ 56.108.840			12,00%	30	$ 6.965.556,67	$ 0,00	$ 285.587,82	$ 7.251.144,49	0,99	$ 7.178.633,05
Red subterránea con cS8000 3 x 6AWG (2f+n) + 1 x 6AWG (t) x 500 MTS	$ 17.046.739			12,00%	30	$ 2.116.244,50	$ 0,00	$ 86.766,02	$ 2.203.010,53	0,99	$ 2.180.980,42
Red Cable encauchetado 3 x 14AWG x 500 MT	$ 2.469.486			12,00%	30	$ 306.571,06	$ 0,00	$ 12.569,41	$ 319.140,48	0,99	$ 315.949,07
Transformador 5KVA, 13200-480/240	$ 50.061.520			12,00%	20	$ 6.702.175,22	$ 0,00	$ 274.789,18	$ 6.976.964,41	0,99	$ 6.907.194,76
Transformador 10KVA, 13200-480/240	$ 53.441.515			12,00%	20	$ 7.154.684,83	$ 0,00	$ 293.342,08	$ 7.448.026,91	0,99	$ 7.373.546,64
Canalización con un ducto 1" PVC x 500 mts	$ 21.645.486			12,00%	30	$ 2.687.149,80	$ 0,00	$ 110.173,14	$ 2.797.322,94	0,99	$ 2.769.349,71
Caja prefabricada para red subterránea	$ 4.032.539			12,00%	30	$ 500.614,14	$ 0,00	$ 20.525,18	$ 521.139,32	0,99	$ 515.927,93
Medidor 1f 3h 480/240	$ 11.041.224			12,00%	10	$ 1.954.121,80	$ 0,00	$ 80.118,99	$ 2.034.240,79	0,99	$ 2.013.898,39

INVERSIÓN TOTAL	**$ 6.840.213.631**

COSTO TOTAL MÁXIMO DE LA ACTIVIDAD DE INVERSIÓN ANUAL	**$ 1.064.024.086,00**
COSTO TOTAL MÁXIMO DE LA ACTIVIDAD DE INVERSIÓN MENSUAL	**$ 88.668.674**

Tabla 56. Costo de la Actividad de Inversión para los proyectos de expansión

Conforme lo anterior, para llevar a cabo los proyectos de modernización y expansión que permitirían suplir las necesidades identificadas en el presente estudio técnico de referencia, es necesario llevar a cabo una inversión $6.840.213.631.

No obstante, entendiendo el estado actual de la situación financiera y que pese a los excelentes niveles de eficiencia del recaudo, los recursos disponibles del recaudo del impuesto de alumbrado público resultan insuficientes a corto plazo, para llevar a cabo el total de la inversión, sumado al hecho que actualmente la entidad territorial tiene a su cargo directamente la prestación del servicio de alumbrado público, dada la nulidad del acuerdo No. 026 de 2012 y que la entidad territorial no cuenta con recursos propios para cubrir el valor de la inversión, es recomendable que se evalúe la posibilidad de implementar un nuevo modelo de prestación del servicio, conforme con las necesidades de inversión y siguiendo las recomendaciones que el presente documento propone.

De este modo, es viable para la entidad territorial, llevar a cabo la inversión con el apalancamiento de un nuevo prestador del servicio con capacidad económica, capaz de llevar a cabo la inversión que requiere el sistema, formulando su remuneración bajo un modelo de costos eficientes, como el que se propone en el presente documento. Observando las necesidades del municipio y en aras de garantizar el control en el manejo eficiente de la prestación del servicio, así como la suficiencia financiera del modelo económico que adopte el Municipio, esta consultoría recomienda llevar a cabo la inversión a través de la asociación con un tercero privado bajo la figura de sociedad de economía mixta, tal como se concluyó en el análisis jurídico realizado en el capítulo 5 del presente documento.

Conforme a lo anterior, una vez aplicados los cálculos establecidos por la resolución y tomando como referencia la inversión que se requiere realizar para ejecutar los proyectos de expansión y modernización, se obtiene que el costo máximo de la actividad de inversión anual sería el equivalente a $1.064.024.086, que de acuerdo a la metodología establecida para la actualización de los costos máximos podrá variar durante cada vigencia posterior a la proyección del nuevo escenario financiero.

6.2.5. Costos de administración, operación y mantenimiento de los activos

La remuneración del costo máximo de la Actividad de AOM de la infraestructura propia del SALP, se determinó así:

$$CAOM = \sum_{n=1}^{2}[\big((CRAn * FAOMn) + (CRAL * FAOML) + (CRTAn * FAOMS)) * ID\big) - VCEEIn]$$

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

Para el FAOML se tiene en cuenta el valor establecido de la senda para el año 2022 en el parágrafo 3 de la Resolución 101 103 de 2022.

Año	FAOML
2023	0,092

A continuación, se presentan los costos totales de AOM de las UCAP que integrarían el Sistema de Alumbrado Público del Municipio, incluyendo las expansiones:

TIPO DE UNIDAD CONSTRUCTIVA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO DE REPOSICIÓN A NUEVO	COSTO TOTAL DE LA REPOSICIÓN
Luminaria	Luminaria LED 35W	949	$ 1.231.456	$ 1.168.651.744
Luminaria	Luminaria LED 70W	1940	$ 1.319.949	$ 2.560.701.060
Luminaria	Luminaria LED 104W	308	$ 1.472.660	$ 453.579.280
Luminaria	Farol LED 60W	602	$ 2.127.715	$ 1.280.884.430
Luminaria	Reflector LED 100W	16	$ 1.510.593	$ 24.169.488
Luminaria	Reflector LED 150W	25	$ 1.788.749	$ 44.718.725
Luminaria	Reflector LED 200W	42	$ 1.977.693	$ 83.063.106

COSTO TOTAL DE REPOSICIÓN A NUEVO	$ 5.615.767.833,00
FAOML: FRACCIÓN MÁXIMA DEL COSTO DE REPOSICIÓN A NUEVO	0,092
FAOMS: FRACCIÓN MÁXIMA DEL COSTO DE REPOSICIÓN A NUEVO ZONA SALINA	-
ID: INDICE DE DISPONIBILIDAD	0,99
VCEEIn: VALOR EN PESOS DEL CONSUMO DE ENERGÍA POR INDISPONIBILIDAD	$ 1.245.347,61

COSTO TOTAL MÁXIMO DE LA ACTIVIDAD DE AOM ANUAL	**$ 510.238.787,00**
COSTO TOTAL MÁXIMO DE LA ACTIVIDAD DE AOM MENSUAL	**$ 42.519.899,00**

Tabla 57. Costo de la actividad de administración, operación y mantenimiento de las luminarias a instalar en el proyecto de modernización y expansión del Municipio

TIPO DE UNIDAD CONSTRUCTIVA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO DE REPOSICIÓN A NUEVO	COSTO TOTAL DE LA REPOSICIÓN
Poste	Poste metálico de 3 metros	3	$ 1.368.313,00	$ 4.104.939,00
Poste	Poste de concreto 8mx510kgf	213	$ 1.514.012,00	$ 322.484.556,00
Poste	Poste de concreto 8mx750kgf	83	$ 1.938.954,00	$ 160.933.182,00
Poste	Poste metálico de 4 metros para reflectores	54	$ 1.743.320,00	$ 94.139.280,00
Poste	Poste metálico 5 metros para reflector	5	$ 1.842.006,00	$ 9.210.030,00
Poste	Poste de concreto 12 metros x 750kg.f	1	$ 2.629.756,00	$ 2.629.756,00
Poste	Poste de concreto 12 metros x 1050kg.f	1	$ 3.160.687,00	$ 3.160.687,00
Red	Red Aérea 3x2+2 AWG AL x 500m	16	$ 26.406.155,00	$ 411.936.018,00
Red	Red Aérea 3x4+4 AWG AL x 500m	3	$ 20.781.052,00	$ 56.108.840,40
Red	Red subterránea con cS8000 3 x 6AWG (2f+n) + 1 x 6AWG (t) x 500 MTS	1	$ 13.112.876,00	$ 17.046.738,80
Red	Red Cable encauchetado 3 x 14AWG x 500 MT	0	$ 8.819.594,00	$ 2.469.486,32
Transformador	Transformador 5KVA, 13200-480/240	5	$ 10.012.304,00	$ 50.061.520,00
Transformador	Transformador 10KVA, 13200-480/240	5	$ 10.688.303,00	$ 53.441.515,00
Caja de inspección y canalización	Canalización con un ducto 1" PVC x 500 mts	2	$ 12.025.270,00	$ 21.645.486,00
Caja de inspección y canalización	Caja prefabricada para red subterránea	7	$ 576.077,00	$ 4.032.539,00
Sistema de medición	Medidor 1f 3h 480/240	8	$ 1.380.153,00	$ 11.041.224,00

COSTO TOTAL DE REPOSICIÓN A NUEVO	$ 1.224.445.798,00
FAOMn: FRACCIÓN MÁXIMA DEL COSTO DE REPOSICIÓN A NUEVO	0,04
FAOMS: FRACCIÓN MÁXIMA DEL COSTO DE REPOSICIÓN A NUEVO ZONA SALINA	-
ID: INDICE DE DISPONIBILIDAD	1,00
VCEEIn: VALOR EN PESOS DEL CONSUMO DE ENERGÍA POR INDISPONIBILIDAD	

COSTO TOTAL MÁXIMO DE LA ACTIVIDAD DE AOM ANUAL	**$ 48.977.832,00**
COSTO TOTAL MÁXIMO DE LA ACTIVIDAD DE AOM MENSUAL	**$ 4.081.486,00**

Tabla 58. Costo de la actividad de administración, operación y mantenimiento de la infraestructura diferente a luminarias

COSTO TOTAL MÁXIMO DE LA ACTIVIDAD DE AOM ANUAL	$ 559.216.619,00
COSTO TOTAL MÁXIMO DE LA ACTIVIDAD DE AOM MENSUAL	$ 46.601.385,00

Tabla 59. CAOM total infraestructura

Conforme lo anterior y de acuerdo a la disponibilidad del sistema, basados en la nueva disponibilidad, se obtendría un costo anual de la actividad de operación y mantenimiento por valor de $559.216.619 y un valor mensual de $46.601.385.

6.2.6. Costo de la interventoría

La interventoría consistirá en el seguimiento técnico que sobre el cumplimiento del contrato realice una persona natural o jurídica idónea, contratada para tal fin por la Entidad Estatal, cuando el seguimiento del contrato suponga conocimiento especializado en la materia, o cuando la complejidad o la extensión del mismo lo justifiquen. No obstante, cuando la entidad lo encuentre justificado y acorde a la naturaleza del contrato principal, podrá contratar el seguimiento administrativo, técnico, financiero, jurídico del objeto o contrato dentro de la interventoría.

Por regla general, no serán concurrentes en relación con un mismo contrato, las funciones de supervisión e interventoría. Sin embargo, la entidad puede dividir la vigilancia del contrato principal, caso en el cual, en el contrato respectivo de interventoría, se deberán indicar las actividades técnicas a cargo del interventor y las demás quedarán a cargo de la Entidad a través del supervisor. El contrato de Interventoría será supervisado directamente por la entidad estatal.

Los costos estimados para la ejecución de la interventoría idónea e integral, serán establecidos por la entidad territorial cuando determine la modalidad de prestación del servicio y en el proceso contractual para designar al interventor. Sin embargo, se sugiere establecer la remuneración de la interventoría en un 4% del recaudo del impuesto mensual.

6.2.7. Pago del uso de activos de terceros

Actualmente la administración municipal no reconoce activos vinculados a la prestación del servicio de Alumbrado Público de propiedad de terceros, por lo cual este documento no establece dichos costos y/o gastos.

6.2.8. Costos ambientales

La Gestión Ambiental se establece como un porcentaje del costo de CAOM (2%). Este costo se reconoce al prestador del servicio en el evento en que se causen.

6.2.9. Otros costos que deben asumir los municipios o distritos

6.2.9.1. Gastos fiduciarios

El gasto fiduciario corresponde a la comisión fiduciaria que se paga a la entidad encargada por administrar los recursos provenientes del impuesto de Alumbrado Público. Para la implementación del nuevo modelo de prestación del servicio que el municipio decida adoptar, se debe constituir un nuevo encargo fiduciario de administración de pagos, cuyo costo mensual pueda ser proyectado aproximadamente en un SMMLV más IVA.

6.2.9.2. Alumbrado navideño

El rubro de alumbrado navideño se podrá establecer conforme a lo dicho en la Ley 1819 de 2016, en el parágrafo del artículo 350, que reza:

> *ARTÍCULO 350. DESTINACIÓN. 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.*
>
> *PARÁGRAFO. Las Entidades Territoriales en virtud de su autonomía, podrán complementar la destinación del impuesto a la actividad de iluminación ornamental y navideña en los espacios públicos.*

El costo del alumbrado navideño podrá determinarse como un porcentaje del recaudo, y se encuentra dentro del rubro de desarrollos tecnológico + Smart cities.

6.2.9.3. Gastos financieros

Determinado como un porcentaje de los montos que ingresan a fiducia, es un gasto que será transversal a la ejecución del proyecto, se establece aproximadamente en un 0,2%.

6.3. Criterios para la determinación del Impuesto de Alumbrado Público

Del artículo 9 del decreto 943 de 2018, el Municipio deberá aplicar al menos los siguientes criterios técnicos para la determinación del impuesto de alumbrado público de acuerdo con lo establecido en el parágrafo 2 del artículo 349 de la Ley 1819 de 2016, con el fin de evitar abusos en su cobro. El acuerdo municipal será publicado o divulgado según lo establecido en el artículo 65 de la Ley 1437 de 2011.

6.3.1. Resumen de los costos totales del Sistema de Alumbrado Público

Ejecutada la modernización y las expansiones propuestas, y teniendo en cuenta los costos actuales de la prestación del servicio, se presenta una estimación de costos totales del proyecto para un mes tipo.

EGRESOS DEL PROYECTO	
COSTOS DEL PROYECTO	**71.290.115**
SUMINISTRO DE ENERGÍA ALUMBRADO PÚBLICO CSEE	62.267.381
INTERVENTORIA	9.022.734
PAGOS AL CONCESIONARIO	**143.784.215**
COSTO ACTIVIDAD DE ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (CAOM)	46.601.386
COSTO ACTIVIDAD DE INVERSION	88.668.672

EGRESOS DEL PROYECTO	
COSTOS AMBIENTALES	932.028
ALUMBRADO NAVIDEÑO/ ORNAMENTAL / PROYECTOS DE SMART CITIES	7.582.129
GASTOS DEL PROYECTO	**1.746.832**
ADMINISTRACIÓN FIDUCIARIA	1.492.260
GASTOS FINANCIEROS	254.572
TOTAL EGRESOS	**216.821.162**

Tabla 60. Costos totales del proyecto para un mes tipo

6.3.2. Clasificación de los usuarios del servicio de Alumbrado Público

"La clasificación de los usuarios del Servicio de Alumbrado Público, al ser una actividad inherente del servicio de energía eléctrica, se realizará de acuerdo con: i) El tipo de usuario (residencial, industrial, comercial, oficial, u otros); ii) el estrato socioeconómico; iii) su ubicación geográfica (urbano o rural); iv) la tarifa del servicio de energía eléctrica aplicable a cada tipo de usuario; y v) Valor del impuesto predial, en el caso de predios que no sean usuarios del servicio domiciliario de energía eléctrica."

A continuación, se describe la clasificación y numero de usuarios del servicio de energía eléctrica, de acuerdo con la información reportada en el Sistema Único de Información (SUI):

USO	ESTRATO	Centro Poblado	Rural	Urbano	Total general
No Residencial	Comercial	2	303	3.587	3.892
	Industrial		795	400	1.194
	Oficial	1	93	138	231
	Provisional		8	17	25
Total No Residencial		**3**	**1.198**	**4.141**	**5.342**
Residencial	Estrato 1	4	2.433	1.459	3.896
	Estrato 2	17	3.242	17.065	20.325
	Estrato 3		842	7.003	7.845
	Estrato 4		242	1.265	1.506
	Estrato 5		59	103	162
	Estrato 6		3		3
Total Residencial		**21**	**6.821**	**26.894**	**33.737**
Total general		24	8.019	31.036	39.079

Tabla 61. Clasificación de los usuarios del servicio de alumbrado público. Fuente: (SUI).

6.3.3. Consumo del servicio de energía eléctrica domiciliaria

Se considerará el consumo del servicio de energía eléctrica individual y por sectores. Para lo anterior se obtendrá el valor de la factura de energía eléctrica promedio mensual de los últimos años por cada tipo de usuario, información que podrá ser consultada en el Sistema Único de Información – SUI, administrado por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios o directamente solicitada al Comercializador de Energía, según la clasificación del numeral anterior, y el porcentaje que este consumo representa del consumo total domiciliario del Municipio o Distrito.

			Centro Poblado		Rural		Urbano		TOTAL GENERAL	
Año	USO	ESTRATO	Suma de Promedio de Consumo (kWh/Suscriptor)	Promedio de Facturación por consumo ($/Suscriptor)	Promedio de Consumo (kWh/Suscriptor)	Promedio de Facturación por consumo ($/Suscriptor)	Promedio de Consumo (kWh/Suscriptor)	Promedio de Facturación por consumo ($/Suscriptor)	Total Promedio de Consumo (kWh/Suscriptor)	Total Promedio de Facturación por consumo ($/Suscriptor)
2020	No Residencial	Alumbrado Publico			0	0	93.194	45.268.457	93.194	45.268.457
		Comercial			580	321.337	270	151.721	850	473.058
		Industrial			308	170.519	384	219.379	692	389.898
		Oficial			687	389.096	2.808	1.393.556	3.495	1.782.653
		Provisional			215	124.835	142	78.662	357	203.497
	Total No Residencial				**1.790**	**1.005.787**	**96.798**	**47.111.775**	**98.588**	**48.117.562**
	Residencial	Estrato 1			80	46.194	94	53.935	173	100.130
		Estrato 2			91	47.817	95	54.837	187	102.654
		Estrato 3			147	85.103	99	56.818	247	141.921
		Estrato 4			217	120.325	124	70.907	341	191.232
		Estrato 5			237	135.634	122	70.051	359	205.685
		Estrato 6			339	196.644			339	196.644
	Total Residencial				**1.111**	**631.717**	**534**	**306.549**	**1.645**	**938.266**
Total 2020					**2.901**	**1.637.504**	**97.332**	**47.418.324**	**100.233**	**49.055.828**
2021	No Residencial	Alumbrado Publico	0	0	0	0	94.846	48.469.659	94.846	48.469.659
		Comercial	201	125.559	578	335.718	287	169.705	1.066	630.981
		Industrial			362	211.329	435	257.292	797	468.621
		Oficial			888	489.050	2.588	1.347.281	3.476	1.836.331
		Provisional			26	14.313	29	17.630	55	31.943
	Total No Residencial		**201**	**125.559**	**1.854**	**1.050.410**	**98.185**	**50.261.567**	**100.240**	**51.437.536**
	Residencial	Estrato 1	37	22.377	82	49.372	90	53.213	208	124.963
		Estrato 2	263	164.234	97	58.439	94	56.312	454	278.986

			Centro Poblado		Rural		Urbano		TOTAL GENERAL	
Año	USO	ESTRATO	Suma de Promedio de Consumo (kWh/Suscriptor)	Promedio de Facturación por consumo ($/Suscriptor)	Promedio de Consumo (kWh/Suscriptor)	Promedio de Facturación por consumo ($/Suscriptor)	Promedio de Consumo (kWh/Suscriptor)	Promedio de Facturación por consumo ($/Suscriptor)	Total Promedio de Consumo (kWh/Suscriptor)	Total Promedio de Facturación por consumo ($/Suscriptor)
		Estrato 3			142	85.305	99	59.137	241	144.442
		Estrato 4			245	143.580	122	72.989	367	216.570
		Estrato 5			218	129.840	118	71.017	336	200.857
		Estrato 6			329	199.315			329	199.315
	Total Residencial		**300**	**186.612**	**1.112**	**665.852**	**522**	**312.669**	**1.935**	**1.165.133**
Total 2021			**501**	**312.170**	**2.967**	**1.716.263**	**98.707**	**50.574.236**	**102.175**	**52.602.669**
2022	**No Residencial**	Alumbrado Publico			0	0	95.452	59.318.731	95.452	59.318.731
		Comercial	198	138.290	561	386.800	304	213.843	1.063	738.934
		Industrial			314	216.502	380	264.113	694	480.615
		Oficial	0	0	834	550.417	3.014	1.903.919	3.848	2.454.335
		Provisional			87	63.805	102	74.050	189	137.856
	Total No Residencial		**198**	**138.290**	**1.796**	**1.217.524**	**99.252**	**61.774.656**	**101.246**	**63.130.470**
	Residencial	Estrato 1	18	12.680	76	54.839	88	61.656	182	129.175
		Estrato 2	223	161.108	90	64.016	90	63.710	403	288.834
		Estrato 3			127	90.646	96	67.635	223	158.281
		Estrato 4			227	157.676	117	81.801	344	239.476
		Estrato 5			214	149.756	113	80.432	328	230.189
		Estrato 6			234	166.456			234	166.456
	Total Residencial		**241**	**173.788**	**968**	**683.390**	**505**	**355.234**	**1.713**	**1.212.412**
Total 2022			**438**	**312.078**	**2.764**	**1.900.914**	**99.757**	**62.129.890**	**102.959**	**64.342.882**
Total general			**940**	**624.249**	**8.632**	**5.254.681**	**295.795**	**160.122.449**	**305.367**	**166.001.379**

Tabla 62. Consumo promedio del servicio de energía eléctrica domiciliaria en el Municipio

6.3.4. Consumo de energía eléctrica del Sistema de Alumbrado Público

Se obtendrá el consumo de energía promedio mensual de los últimos tres años del Sistema de Alumbrado Público del Municipio o Distrito, información que podrá ser consultada con el Comercializador de Energía respectivo, con el fin de establecer el tipo de usuario (regulado o no regulado), que servirá como insumo para la contratación del suministro de energía eléctrica para la prestación del Servicio de Alumbrado Público.

A continuación, se presenta el histórico de consumo de energía del Sistema de Alumbrado Público durante las vigencias 2020, 2021 y 2022:

	MES	KWh	VALOR FACTURADO
2020	ENERO	96.733	43.820.311
	FEBRERO	89.021	43.330.702
	MARZO	94.139	46.574.962
	ABRIL	89.924	44.059.646
	MAYO	93.058	45.550.597
	JUNIO	89.086	43.515.901
	JULIO	92.572	45.271.141
	AGOSTO	91.606	44.705.240
	SEPTIEMBRE	91.605	44.847.320
	OCTUBRE	92.770	45.358.132
	NOVIEMBRE	93.406	46.012.138
	DICIEMBRE	92.784	45.568.577
TOTAL 2020		**1.106.704**	**538.614.667**
2021	ENERO	94.145	46.596.816
	FEBRERO	89.380	44.432.295
	MARZO	95.569	47.758.837
	ABRIL	92.194	46.421.278
	MAYO	97.720	49.593.664
	JUNIO	93.165	47.474.365
	JULIO	97.015	49.791.394
	AGOSTO	96.550	49.543.611
	SEPTIEMBRE	93.432	48.484.487
	OCTUBRE	95.249	49.780.674
	NOVIEMBRE	94.314	49.342.548
	DICIEMBRE	99.400	52.503.927
TOTAL 2021		**1.138.133**	**581.723.896**
2022	ENERO	98.455	52.678.512
	FEBRERO	88.042	47.073.456
	MARZO	97.372	54.859.737
	ABRIL	94.456	53.364.526

	MES	KWh	VALOR FACTURADO
	MAYO	97.976	58.469.208
	JUNIO	93.924	58.643.499
	JULIO	97.737	63.033.584
	AGOSTO	97.625	64.684.899
	SEPTIEMBRE	95.563	64.001.102
	OCTUBRE	97.805	65.583.441
	NOVIEMBRE	95.701	64.276.332
	DICIEMBRE	97.355	65.208.159
TOTAL 2022		**1.152.011**	**711.876.455**

Tabla 63. Consumo de energía eléctrica de Alumbrado Público del Municipio

La información reportada anteriormente sobre el histórico del consumo de energía eléctrica del Sistema de Alumbrado público, corresponde a los informes reportados por la comercializadora Electrificadora de Santander ESSA - grupo EPM, detallando mes a mes el consumo durante cada una de las vigencias expuestas y el acumulado anual del consumo en Kwh con el valor de la energía.

6.4. Suficiencia financiera de la estructura tarifaria actual del impuesto de Alumbrado Público

El cobro del impuesto de alumbrado público en el Municipio de la Dorada, está regido actualmente por el Acuerdo Municipal No. 020 de 2018, POR MEDIO DEL CUAL SE EXPIDE EL ESTATUTO TRIBUTARIO DEL MUNICIPIO DE SOCORRO SANTANDER., como puede observarse en el análisis realizado al marco normativo y tarifario presentado en el numeral 3.2. del capítulo 3 del presente estudio, en aras de mejorar los aspectos regulatorios del impuesto en el municipio, el municipio podría optar por realizar algunos ajustes normativos en el sentido de definir con mayor asertividad el alcance de la sujeción pasiva, base gravable y la actividad de facturación y recaudo, teniendo por supuesto que regular dicha actividad a través de un decreto municipal que garantice el escenario adecuado para mantener los niveles actuales de eficiencia y mejorar las actividades de fiscalización y recuperación de cartera.

De acuerdo al análisis de suficiencia del impuesto, el nivel actual de ingresos es adecuado y podría decirse que logra cubrir los costos actuales asociados para la prestación del servicio. No obstante, es pertinente indicar que para garantizar que la inversión estimada de $6.840.213.631 y los demás costos y gastos del modelo financiero que se propone, puedan ser cubiertos mes a mes, se debe garantizar un nivel de ingresos superior al actual, con ingreso mensual aproximado de más de ciento ochenta millones que el actual modelo tarifario puede alcanzar siempre que se realicen los ajustes necesarios en el sentido de eliminar la tarifa 0% para el sector rural y establecer un porcentaje de acuerdo a la capacidad económica de los usuarios que habitan dicho sector.

Igualmente, se observa que el acuerdo no contempla un esquema de tarifas diferenciales para determinados usuarios con mayor capacidad económica, por lo cual es pertinente revisar las actividades económicas de los potenciales grandes contribuyentes presentes en el municipio a fin de establecer un régimen particular con tarifas que permitan percibir un mayor ingreso.

7. Conclusiones del Estudio Técnico de Referencia

De acuerdo con el análisis realizado en cada uno de los capítulos que componen el presente documento, se obtuvo un diagnóstico sobre la situación actual de la prestación del servicio de Alumbrado Público del Municipio, logrando detectar necesidades presentes en el Sistema de Alumbrado Público y a su vez, brindándole a la entidad territorial una herramienta para la toma de decisiones concernientes a la prestación del servicio.

Como punto de partida, debe ponerse de presente el estado actual de la infraestructura, que hoy presenta ineficiencias que se reflejan en baja luminosidad, alto consumo de energía y por ende un costo elevado de esta. En el capítulo 3 numeral 3.3 sobre la situación actual de la infraestructura de Alumbrado Público, se precisa que el Municipio cuenta con un total de 2.434 luminarias, con tecnologías que varían desde Metal Halide hasta LED, siendo mayoritario el uso de luminarias en Sodio, con 1.813 luminarias equivalente a un 74% aproximadamente del total del parque lumínico.

Teniendo en cuenta el resultado del diagnóstico realizado, se ha estructurado una propuesta de modernización y expansión, basada en las necesidades existentes del sistema y la obligación que tienen los territorios de dar cumplimiento a las normas relativas al impacto ambiental, uso racional de la energía y costos eficientes, la propuesta de iluminación plantea un ahorro energético equivalente al 14% del consumo actual de energía eléctrica, lo que impacta además de un ahorro en los costos por los ajustes de carga, impacta en la emisión de dióxido de carbono, con un 0.50 en disminución de huella de carbono y contaminación del medio ambiente.

Debe tenerse en cuenta que, si bien el municipio podría llevar a cabo el proyecto de modernización, es necesario realizar la negociación de una tarifa de energía no regulada mucho más beneficiosa, pues, aunque disminuya el consumo en las zonas modernizadas, por otro lado, la tendencia del sistema será al crecimiento, debido a las expansiones que se llegaren a ejecutar.

Con lo anterior, se espera no solo el incremento en los niveles de eficiencia, cobertura y calidad, también la optimización del costo de la energía teniendo en cuenta el impacto de las tecnologías diferentes a LED en el consumo, los cambios regulatorios y el crecimiento de la infraestructura.

Los sistemas de Alumbrado Público se vuelven más complejos, en la medida que se cumplan con las exigencias de ahorro de energía, y con los índices de calidad y continuidad del servicio, los cuales obligan a contar con más dispositivos de control y comunicación, para disminuir los tiempos de respuesta de atención a fallas y evaluar el cumplimiento de los índices de calidad. En ese sentido, debe tener en cuenta el municipio que para la gestión integral del servicio de Alumbrado Público, deben interactuar los diferentes sistemas de información: el sistema de información del registro de atención de quejas, reclamos y solicitudes de Alumbrado Público, el sistema de información de la infraestructura que se dispone para la prestación del servicio y a su vez estos con el sistema de telegestión de Alumbrado Público y otros desarrollos tecnológicos que llegare a requerir el sistema para su funcionamiento y mejora continua.

Una vez expuestos los proyectos que propone el presente estudio, la determinación de los costos del proyecto plantea que la inversión necesaria para ejecutar las expansiones y modernizaciones

del Municipio de El Socorro, está valorada en **$6.840.213.631**, lo cual significará mejoras en materia de cobertura y calidad del servicio en el Municipio.

Es importante resaltar que para llevar a cabo los proyectos de inversión que se proponen en el presente estudio, el Municipio debe contar no solo con los recursos necesarios para invertir, también se requiere contar con los recursos técnicos, la experiencia y el nivel de calidad que garanticen la ejecución adecuada del proyecto y su sostenibilidad en el tiempo. En ese sentido, observa esta consultoría que actualmente el Municipio tiene a cargo la prestación del servicio de manera directa, dada la nulidad del Acuerdo No. 026 de 2012 que conllevó a la inexistencia el contrato de concesión No. 13040082 de 2013; sin embargo, la entidad territorial no cuenta con la capacidad administrativa, técnica y económica para llevar a cabo todas las inversiones que se requieren ni sostener todo lo que implica la operación y mantenimiento del SALP.

Para lograr estos objetivos, es necesario que el municipio contrate con un tercero con experiencia y liquidez económica la realización de la inversión y la administración del sistema. En este orden de ideas, una vez expuestas las ventajas y desventajas, el modelo de prestación del servicio más recomendable es la Empresa de Servicios Públicos Mixta. Esta alternativa presenta grandes ventajas en cuanto a la facilidad de su implementación, la flexibilidad del esquema y el control directo que ejerce el Municipio. Lo anterior, sin dejar de lado la seguridad jurídica del esquema. En términos generales es un Esquema que genera confianza tanto al inversionista, como al Municipio, pues es comúnmente utilizado y encuentra soporte, tanto en normas de carácter constitucional, como en normas legales.

A través del modelo propuesto, el Municipio podrá llevar a cabo el proyecto de modernización y expansión del SALP que corresponde a la instalación de 3.342 luminarias en los puntos de baja iluminación donde hoy existen tecnologías de baja o nula eficiencia.

En ese sentido, evaluando la propuesta de modernización y expansión, sumado al análisis realizado sobre la situación financiera actual de la prestación del servicio de Alumbrado Público en el numeral 3.2.3., debe precisarse que actualmente el balance de ingresos y egresos refleja suficiencia financiara, la cual se traduce como la capacidad de causar ingresos necesarios que permitan cubrir la totalidad de los costos en los que se incurre por la prestación del servicio. No obstante, habiendo realizado la determinación de costos máximos con base en la Resolución CREG 101 013 de 2022 y conforme las recomendaciones jurídicas y económicas respecto de la suficiencia financiera del impuesto, no puede el municipio perder de vista que (i) el nivel de ingresos actual, si bien es adecuado, no es suficiente para solventar el valor de la inversión determinada para los proyectos que se requiere ejecutar en el corto plazo; (ii) se requiere incrementar el ingreso para cubrir los costos totales determinados con base en la metodología CREG vigente y en el evento de llevarse a cabo la inversión requerida; (iii) para incrementar los ingresos el municipio deberá evaluar el ajuste tarifario para el sector rural, a efectos que los usuarios de dicho sector comiencen a realizar el pago del impuesto, así como la creación de un régimen particular con tarifas diferenciales para los potenciales grandes contribuyentes.

Dicho lo anterior, nos encontramos en un escenario financiero que no permite realizar la totalidad de la inversión con los excedentes disponibles del impuesto de alumbrado público.

Así pues, el Municipio, debe evaluar el camino adecuado para llevar a cabo la inversión, lo cual conlleva a la adopción de un nuevo esquema de prestación del servicio, basado en el diagnóstico del presente estudio, los proyectos y el modelo de costos eficientes propuestos.