



**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
PASCUAL BRAVO**

**PROGRAMA PARA ACTUALIZAR EL ALUMBRADO PÚBLICO
CONVENCIONAL POR ALUMBRADO PÚBLICO FUNDAMENTADO
EN TECNOLOGÍA DE MAYOR EFICIENCIA EN EL MUNICIPIO
DE GÓMEZ PLATA**

CARLOS ARTURO GIRALDO JIMENEZ

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO

ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE PROYECTOS

MEDELLÍN

2019

**PROGRAMA PARA ACTUALIZAR EL ALUMBRADO PÚBLICO
CONVENCIONAL POR ALUMBRADO PÚBLICO FUNDAMENTADO EN
TECNOLOGÍA DE MAYOR EFICIENCIA EN EL MUNICIPIO
DE GÓMEZ PLATA**

Autor

CARLOS ARTURO GIRALDO JIMENEZ

Asesores

DAVID FERNANDO DIAZ PALACIO

Magíster en Administración – MBA, Especialista en Gerencia Pública

YANETH PATRICIA VALENCIA TERREROS

**Magister en Administración – MBA, Especialista en Economía y Negocios
Internacionales**

Trabajo de grado para optar al título de:

ESPECIALISTA EN GESTIÓN DE PROYECTOS

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO

ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE PROYECTOS

MEDELLÍN

AÑO 2019

CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	5
LISTA DE FIGURAS	6
1. RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO.	7
2. MARCO TEÓRICO	8
2.1 Marco de Referencia	8
2.2 Marco de Antecedentes	10
2.3 Marco Conceptual	14
2.4 Marco Normativo	20
3 JUSTIFICACIÓN	22
3.1 Entorno del Proyecto	22
3.2 Análisis de la Situación Actual	23
4 ANÁLISIS DE PROBLEMAS	28
4.1 Descripción de la Situación Existente con Relación al Problema	28
4.2 Problema Central	28
4.3 Magnitud Actual del Problema – Indicadores de Línea Base	28
4.3.1 Realizar Estudios para la Modernización del Sistema de Iluminación del Alumbrado Público del Municipio de Gómez Plata.	28
4.3.2 Modernización del Sistema de Iluminación del Alumbrado Público del Municipio de Gómez Plata.	29
4.4 Causas que Generan el Problema	31
4.4.1 Causas Directas	31
4.4.2 Causas Indirectas	31
4.5 Efectos Generados por el Problema	31
4.5.1 Efectos Directos	31
4.5.2 Efectos Indirectos	31
4.6 Diagrama de Árbol de Problemas	32
5 ANÁLISIS DE INVOLUCRADOS	33
5.1 Contextualización del Análisis a Realizar.	33
5.2 Matriz de Análisis de Involucrados	33
5.3 Población Afectada	36
5.4 Población Objetivo	36

6	ANÁLISIS DE SOLUCIONES	37
6.1	Descripción de la Iniciativa.	37
6.1.2	Actividad 1: Diagnostico	37
6.1.2.	Actividad 2: Diseño	38
6.1.3	Actividad: 3 Socialización	38
6.1.4	Actividad 4: Capacitación	38
6.1.5	Actividad 5: Implementación	39
6.1.6	Actividad 6: Mantenimiento	39
	Actividad 7: Control del Plan	39
6.2	Localización	40
6.3	Aporte a la Política Pública	41
6.4	Análisis del Mercado	42
6.5	Objetivo General	43
6.6	Objetivos Específicos	43
6.7	Diagrama del Árbol de Soluciones	44
7	MATRIZ DE ANÁLISIS DE RIESGOS	45
8	COSTOS DE LA ALTERNATIVA	47
8.1	Estructura de Desglose de Trabajo	47
9	VALORACIÓN DE INGRESOS Y BENEFICIOS	49
9.1	Identificación y Definición	49
9.2	Cuantificación de Beneficios	51
10	MATRIZ DE MARCO LÓGICO	54
11	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	56
12	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
13	ANEXOS	60

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1:</i> Inventario Luminarias Convencionales	14
<i>Tabla 2:</i> Normatividad Alumbrado Público.....	21
<i>Tabla 3:</i> Matriz de Involucrados	34
<i>Tabla 4:</i> Matriz Valoración Involucrados	35
<i>Tabla 5:</i> Localización del Proyecto.....	40
<i>Tabla 6:</i> Aportes a las Políticas Públicas	41
<i>Tabla 7:</i> Tipo de Luminarias.....	42
<i>Tabla 8:</i> Calculo Déficit por Luminaria.....	42
<i>Tabla 9:</i> Calculo Déficit por Kilovatio	43
<i>Tabla 10:</i> Matriz de Riesgo del Proyecto.....	45
<i>Tabla 11:</i> Estructura Desglose de Trabajo.....	47
<i>Tabla 12:</i> Identificación Beneficios.....	49
<i>Tabla 13:</i> Valoración de Beneficios.....	52
<i>Tabla 14:</i> Evaluación Económica de la Alternativa.....	53
<i>Tabla 15:</i> Matriz de Marco Lógico	54

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Evolución Crecimiento Población y Demanda Energía.....	12
Figura 2: Proyección Demanda Energía.....	12
Figura 3: Crecimiento Población Gómez Plata	13
Figura 4: Balance Energético de una Lámpara LED.....	19
Figura 5: Pirámide Poblacional	22
Figura 6: Índice Luminarias por Habitante	26
Figura 7: Luminarias por km ²	26
Figura 8: Luminarias por Usuarios de Energía	26
Figura 9: Suscriptores de Energía Municipio de Gómez Plata.....	27
Figura 10: Diagrama de Árbol de Problemas	32
Figura 11: Población por Área	36
Figura 12: Localización Proyecto	40
Figura 13: Diagrama de Árbol de Soluciones	44
Figura 14: Interés sobre la Alternativa	51
Figura 15: Cronograma	56

1. RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO.

El proyecto de modernización del alumbrado público convencional por alumbrado público fundamentado en tecnología de mayor eficiencia en la zona urbana del Municipio de Gómez Plata (Ant.) consiste en realizar el diagnóstico, diseño, socialización, capacitación, implementación, operación y mantenimiento del sistema; tiene como propósito realizar la sustitución de luminarias de baja eficiencia por luminarias de tecnología de mayor eficiencia tipo LED, que permitan disminuir los altos índices de consumo de energía del sistema de iluminación de alumbrado público, de tal manera que contribuya a la ampliación de cobertura del sistema de alumbrado público en el perímetro urbano y en un futuro cercano a la zona rural. Otros beneficios del proyecto son la disminución de generación de gases efecto invernadero, incrementar la eficiencia del sistema de iluminación, disminuir los niveles de percepción de inseguridad ciudadana, incrementar el uso de los espacios públicos en las horas de la noche, contribuir a mejorar la economía del sector comercial en las horas nocturnas permitiendo la permanencia de personas por espacios más prolongados del día y determinar el consumo energético en alumbrado público del municipio, teniendo en cuenta las condiciones establecidas en el RETILAP y en los Programas de Uso Racional y Eficiente de Energía establecidos por el Ministerio de Minas y Energía.

El proyecto se desarrollaría con inversión pública, deberá contar con el liderazgo permanente de la administración municipal, el concejo y la participación activa de la comunidad en general. Los recursos económicos se gestionarán mediante el SGR (Sistema General de Regalías) así como recursos propios del municipio, provenientes del recaudo del impuesto de alumbrado público. Adicional, cumple con todo el rigor técnico exigido por la normatividad vigente y considera las mejores prácticas de ingeniería en iluminación de alumbrado público. Sin lugar a dudas, el proyecto es muy generoso en beneficios sociales, económicos y ambientales, los cuales redundarán en la contribución de calidad de vida de los habitantes del municipio y a la vez, permitirá contribuir a brindar los servicios de iluminación requeridos, con los niveles de eficiencia, calidad y costos, que demanda la comunidad.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Marco de Referencia

El servicio de alumbrado es un servicio público no domiciliario, 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, dentro del perímetro urbano y rural de un municipio o distrito, para el normal desarrollo de las actividades. Sin embargo, 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

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.

Por vías públicas se entiende los senderos peatonales y públicos, calles y avenidas de tránsito vehicular. La prestación del servicio de alumbrado público es responsabilidad de los Municipios, 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. (Ministerio de Minas y Energía, 2018). Adicional, el decreto 943/30/05/2018 resalta además que el servicio de alumbrado público podrá ser prestado por agentes distintos a Municipios o Distritos.

En su plan de desarrollo del Municipio de Gómez Plata, en el componente de servicios públicos se identificó que su sistema de alumbrado público se encuentra obsoleto tanto en el área urbana como rural, (Municipio de Gómez Plata, 2016) ; generando una problemática referente a los altos consumos energía eléctrica por el concepto de alumbrado debido al uso de tecnologías convencionales de iluminación que son de baja eficiencia, los altos costos de operación y mantenimiento por tecnologías convencionales y obsoletas, y la baja calidad en la iluminación de los diferentes escenarios, que incrementan la problemática de cobertura del servicio y aumenta la percepción de inseguridad de la ciudadanía, teniendo en cuenta además el mal aspecto de ordenamiento estructural.

Los altos costos de la energía eléctrica hacen necesario la implementación de proyectos que contribuyan a disminuir los consumos de energía eléctrica, propiciando la posibilidad de excedentes para inversión pública en la comunidad contribuyendo al mejoramiento de calidad de vida de los habitantes del Municipio. El sistema cuenta con 629 (Plata, 2019) luminarias de nueve tipos diferentes de alto consumo, con bajos niveles de eficiencia y su gran mayoría con vida útil cumplida, de las cuales 565 son de sodio 70W, 7 de mercurio 125W, 24 de sodio 150W, 3 de mercurio 250W, 14 de sodio 250W, 10 de metal halide, 2 de 400W de metal halide. Las cuales suman una potencia total instalada de 52.175kW, para un consumo facturado de 304.896kWh/año aproximadamente, que representan un costo de facturación de \$ 114.000.000 año, aproximadamente.

Los sistemas de luminarias, en su gran mayoría, se encuentran en un alto grado de deterioro. Sus condiciones lumínicas son deficientes de acuerdo a la normativa vigente, y son de baja eficiencia, lo que genera un alto consumo energético, por lo que podríamos estimar que los componentes del alumbrado han llegado al fin de su vida útil, por lo tanto; no permiten seguir prestando los servicios de iluminación requeridos, con los niveles de eficiencia, calidad y costos, que demanda la comunidad. Siendo necesario cambiarlas e incorporar una tecnología más eficiente energéticamente.

El sistema actual genera un déficit para el Municipio, por lo tanto, no existen recursos para implementar proyectos de reposición a tecnologías de mayor eficiencia, o sistemas autónomos con energía fotovoltaica, adicionalmente no se cuenta con programas de reposición o sustitución de luminarias falladas por las nuevas tecnologías, sino que se dedican a recambiar los elementos fallados

por los mismos tipos de las existentes. El sistema de alumbrado público no cumple normatividad RETIE y RETILAP, generando condiciones de inseguridad para las personas y el medio ambiente. La cobertura del servicio de Alumbrado Público, es precaria, así como sus niveles de iluminación y la eficiencia del conjunto de lámparas es muy ineficiente y de alto consumo.

Los avances tecnológicos, especialmente en relación con las luminarias de LED, permiten contemplar nuevos programas de modernización con beneficios como es la reducción del consumo de energía eléctrica, mejoras en los niveles de iluminación, aumento de la vida útil de los equipos, reducción de la contaminación lumínica y una mejora en la percepción de condiciones de confort visual para el Municipio. Por otro lado, el cambio climático cada vez es más evidente, lo que nos compromete permanentemente a compromisos en reducir los impactos causados por el desarrollo y el crecimiento industrial. Razones suficientes para la formulación de un proyecto que permita mejorar los niveles de eficiencia, mitigar el impacto generado al medio ambiente, haciendo uso de tecnologías modernas de menos consumos energéticos; que nos permita satisfacer los niveles de iluminación y mejorar la calidad de vida de la comunidad. Incrementar la cobertura del servicio y contribuir a la sostenibilidad del sistema de alumbrado público.

2.2 Marco de Antecedentes

En la mayoría de los países en desarrollo, la brecha existente entre oferta de energía eléctrica y demanda está aumentando rápidamente, lo que obliga a los países a considerar el alto costo de la generación de nuevas fuentes de energía y los precios crecientes de los combustibles al momento de definir sus políticas. Al mismo tiempo, el cambio climático y la necesidad de utilizar en forma sostenible los recursos existentes requieren una acción inmediata para reducir las emisiones de carbono. De acuerdo a la Agencia Internacional de Energía (International Energy Agency), la iluminación es responsable de aproximadamente 19% del consumo global de energía eléctrica. Los avances en eficiencia energética ayudan a reducir la demanda energética, el consumo y las emisiones de efecto invernadero asociadas. La transición a una iluminación eficiente es un enfoque directo y rentable para abordar el cambio climático (Ambiente, 2012).

El consumo y la producción de energía representan alrededor de dos tercios de las emisiones globales de GEI y el 81% de la combinación energética mundial todavía se basa en combustibles fósiles, el mismo porcentaje que hace 30 años (es.weforum.org, <https://es.weforum.org>, s.f.).

“Los sistemas de energía del mundo están atravesando una transición sin precedentes impulsada por nuevas oportunidades tecnológicas, cambios en las políticas y cambios en el consumo de energía. El cambio es impulsado por factores dentro y fuera del propio sistema de energía. Por lo tanto, se ha vuelto inusualmente difícil para los gobiernos y las empresas anticipar lo que depara el futuro de la energía y saber qué acciones se requieren hoy para prosperar en los próximos años. Los gobiernos enfrentan nuevos desafíos y oportunidades para garantizar que los sistemas de energía cumplan con los objetivos triples de acceso y seguridad de la energía, contribución al crecimiento económico y la sostenibilidad. No es sorprendente que muchos gobiernos estén emprendiendo reformas energéticas como resultado. Dichas reformas deben tener en cuenta las fortalezas y debilidades de los sistemas nacionales de energía, los objetivos específicos de mejora y las posibles compensaciones entre ellos, así como los costos y beneficios de la transición. Para tener éxito, las reformas también deben atender los posibles cambios en el panorama energético regional y global. Las empresas desempeñan un papel vital en la transición del sistema energético y hacen que las reformas energéticas tengan éxito a través de inversiones y la operación de sistemas energéticos. Dado el cambio más rápido y el mayor nivel de incertidumbre sobre el futuro de la energía, incluidos los desarrollos que pueden cambiar las reglas del juego, que contrastan con la tradicionalmente larga vida útil de la infraestructura energética, las empresas tienen cada vez más el desafío de prepararse e invertir para el futuro” (es.weforum.org, <https://es.weforum.org>, s.f.).

En el contexto mundial se han realizado diversos proyectos de cambio de tecnologías de mayor rendimiento energético en los sistemas de alumbrado público, es así como, las iniciativas internacionales, regionales y nacionales promueven una iluminación eficiente a través de programas de eliminación del uso de tecnologías convencionales de iluminación de alumbrado público o políticas de restricción al uso de estas. La Unión Europea y la mayoría de los países de la OCDE, incluidos Australia, Canadá y los Estados Unidos de América, ya vienen liderando el tema. Sin embargo, muchos países en desarrollo y emergentes no han iniciado una transición y no se han dado cuenta de los beneficios económicos y climáticos de una iluminación eficiente. (Ambiente, 2012).

La Agencia Internacional de Energía (IEA, por su sigla en inglés) estima que el consumo de energía en la región de América Latina y el Caribe aumentará entre un 50% y un 54% para el 2030, lo que creará una fuerte presión en su capacidad energética. El alumbrado público es una fuente de consumo de energía importante en los países de esta región. Por ejemplo, representa el 3% y el 6% del consumo de energía de Colombia y Ecuador, respectivamente (iadb.org, s.f.). Colombia no es

ajena a la problemática mundial sobre el acelerado crecimiento de la población y crecimiento de la demanda energética, razón que obliga al gobierno nacional a permanecer vigilantes de su capacidad de garantizar el desarrollo y crecimiento económico, seguridad y acceso a la energía y la sostenibilidad ambiental.

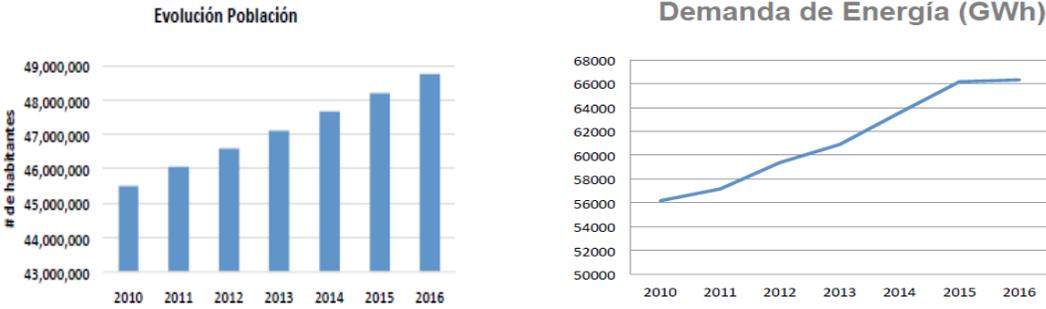


Figura 1: Evolución Crecimiento Población y Demanda Energía
Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)

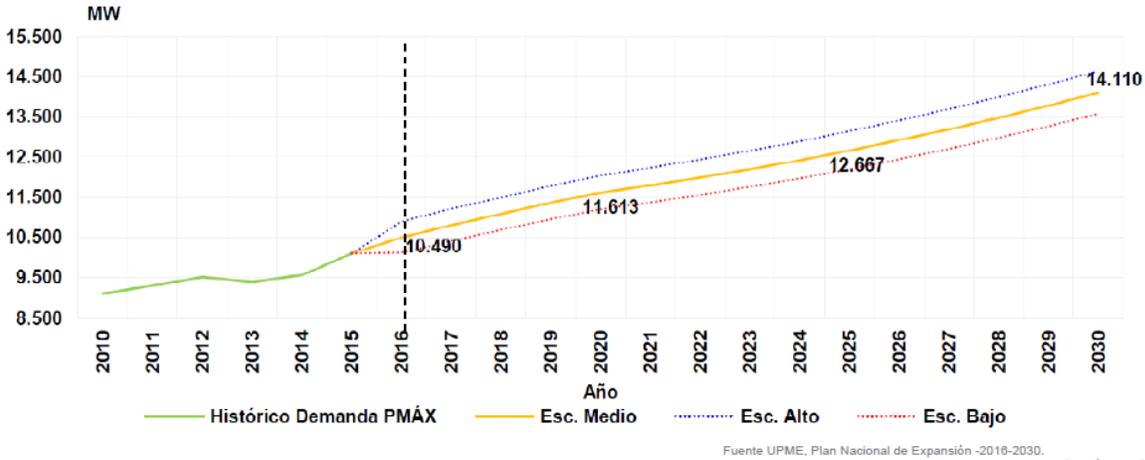


Figura 2: Proyección Demanda Energía
Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE),
 Dirección de Censos y Demografía, grupo de proyecciones

La **Figura 1** muestran como la demanda de energía eléctrica aumenta a medida que la población se incrementa y en la **Figura 2** se evidencia la proyección de la demanda de electricidad en el horizonte 2016 – 2030, la cual tiene un incremento considerable teniendo en cuenta el desarrollo del país y su crecimiento económico; por lo tanto, es obligación del estado garantizar la cobertura plena y oportuna de energía eléctrica para satisfacer las necesidades de la población de su territorio con base al mandato constitucional. El estado colombiano consiente de esta problemática se ha visto

obligado a crear la ley 697 sobre el Uso Racional de Energía (URE) y políticas que garanticen el abastecimiento de energía.

En el Municipio de Gómez Plata, el escenario del consumo energético también va en aumento, así como el crecimiento de la población la cual tiene una tasa de crecimiento superior al 1.1% por año (population.city, 2019), tal como se puede observar en la figura 2, estas causas llaman la atención de las autoridades locales, quienes están comprometidas ampliamente en emprender las medidas necesarias para mitigar los impactos por el uso indiscriminado de energía eléctrica en el uso del alumbrado público. Actualmente el Municipio de Gómez Plata, viene prestando el servicio de Alumbrado Público, la operación y el mantenimiento, presentando dificultades por no tener personal para realizar las intervenciones que el sistema requiere, ni la infraestructura que permita la satisfacción de los niveles de eficiencia y respuesta para garantizar la atención al ciudadano, y la calidad mínima exigible en la prestación del servicio. Adicionalmente, el municipio presenta una problemática agravada, por la dificultad de obtención de recursos que le permitan realizar las mejoras tecnológicas en el sistema de iluminación de alumbrado público.

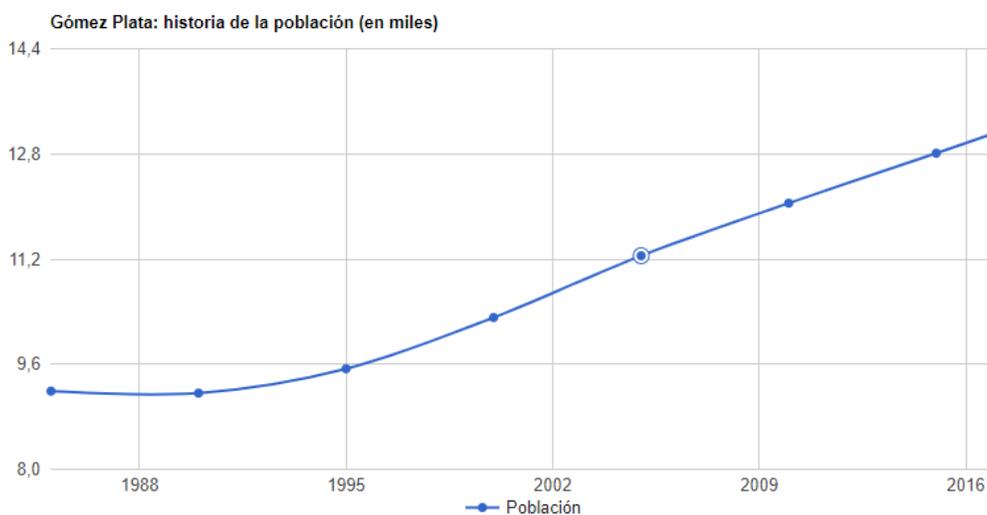


Figura 3: Crecimiento Población Gómez Plata
Fuente: <http://poblacion.population.city/colombia/gomez-plata/#1>

Por múltiples circunstancias generan deficiencia en la iluminación, ocasionando zonas de baja visibilidad que afectan la percepción visual de los conductores en las horas nocturnas con potenciales riesgos de seguridad, desatendiendo el RETILAP (punto 510.5).

La infraestructura actual del sistema de alumbrado público del municipio de Gómez Plata, presenta las siguientes cantidades de luminarias instaladas:

Tabla 1: Inventario Luminarias Convencionales

Tipo de Luminaria	Cantidad Luminaria	Potencia Bombilla (W)	Consumo Balasto (W)	Total Luminaria (W)	Total Potencia (W)
Fluorescente	1	150	21	171	171
Incandescente	3	150	0	150	450
Mercurio (Hg)	7	125	15.5	140.5	983.5
	3	250	23.4	273.4	820.2
Metal Halide	10	250	22.5	272.5	2725
	2	400	30.3	430.3	860.6
Sodio (Na) Balasto Reactor	565	70	11	81	45765
	24	150	19	169	4056
	14	250	29	279	3906

Fuente: Elaboración Propia

2.3 Marco Conceptual

Alumbrado público

Es el servicio público consistente en la iluminación de las vías públicas, parques públicos, y demás espacios de libre circulación que no se encuentren a cargo de ninguna persona natural o jurídica de derecho privado o público, diferente del municipio, con el objeto de proporcionar la visibilidad adecuada para el normal desarrollo de las actividades tanto vehiculares como peatonales (Ministerio de Minas y Energía, 2006).

Vías Públicas

Son los senderos peatonales y públicos, calles y avenidas de tránsito vehicular (CREG, 2011).

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 (Ministerio de Minas y Energía, 2018).

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 (Ministerio de Minas y Energía, 2018).

Espacio público

Es el conjunto de inmuebles públicos y los elementos arquitectónicos y naturales de los inmuebles privados, destinados por su naturaleza, por su uso o afectación a la satisfacción de necesidades urbanas colectivas que trascienden, por tanto, los límites de los intereses individuales de los habitantes (Ministerio de Minas y Energía, 2010).

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 (Ministerio de Minas y Energía, 2018).

Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

El objeto fundamental de este reglamento es establecer las medidas tendientes a garantizar la seguridad de las personas, de la vida tanto animal como vegetal y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico. Sin perjuicio del cumplimiento de las reglamentaciones civiles, mecánicas y fabricación de equipos (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP

El presente Reglamento Técnico tiene por objeto fundamental 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 (Ministerio de Minas y Energía, 2010).

Gases de efecto invernadero (GEI)

Los gases de efecto invernadero son la principal causa del calentamiento global. La mayoría de estas sustancias como el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), los óxidos nitrosos (NO_x), entre otros, son liberados a la atmósfera por la actividad humana (International, 2018).

Dióxido de carbono (CO₂)

Es el principal gas de efecto invernadero emitido principalmente a través del uso del transporte y la industria, la producción de energía eléctrica, la agricultura y la deforestación (International, 2018).

Contaminación lumínica

Se define como la propagación de luz artificial hacia el cielo nocturno (Ministerio de Minas y Energía, 2010).

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. En aplicaciones en interiores, usualmente se define en términos de contraste o del tamaño de un objeto estándar de prueba, observado en condiciones normalizadas de visión, con el mismo umbral que el objeto dado (Ministerio de Minas y Energía, 2010).

Luz

La luz es forma de energía que nos permite ver lo que nos rodea. Es toda radiación electromagnética que se propaga en formas de ondas en cualquier espacio (Concepto definicion.de, 2018).

Lux (lx)

Unidad de medida de iluminancia en el Sistema Internacional (SI). Un lux es igual a un lumen por metro cuadrado ($1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$) (Ministerio de Minas y Energía, 2010).

Espectro electromagnético visible

Franja del espectro electromagnético comprendida entre longitudes de onda de aproximadamente 380 nm a 770 nm. Las longitudes de onda inferiores a 380 nm corresponden a los ultravioleta, y las superiores a los 770 nm, a los infrarrojos (Ministerio de Minas y Energía, 2009).

Fuente luminosa

Dispositivo que emite energía radiante capaz de excitar la retina y producir una sensación visual. Cubre los diseñados para emitir radiación visible óptica en longitudes de onda entre los 380 y 780 nm (Ministerio de Minas y Energía, 2016).

Lámpara

Unidad constructiva, la cual consta de una o más fuentes de luz cuyo desempeño puede ser evaluado independientemente. Puede incluir componentes adicionales necesarios para el arranque, suministro de alimentación u operación estable de la unidad o para distribuir, filtrar o transformar la radiación óptica, los cuales no pueden ser removidos sin dañar la unidad de manera permanente. Las bombillas corresponden con un tipo constructivo de las lámparas que tienen forma de bulbo (Ministerio de Minas y Energía, 2016)

Luminarias

Aparato de iluminación que distribuye, filtra o transforma la luz emitida por una o más lámparas o bombillas (fuentes luminosas) y que incluye todas las partes necesarias para soporte, fijación y protección de las bombillas, pero no las fuentes luminosas mismas y, donde sea necesario, los circuitos auxiliares con los medios para conectarlos a la fuente de alimentación eléctrica. La luminaria dispone entonces de un conjunto óptico y un conjunto eléctrico (Ministerio de Minas y Energía, 2016).

Diodo emisor de luz (LED por sus siglas en inglés)

Dispositivo semiconductor que tiene la capacidad de emitir radiación óptica (luz) cuando es excitada por una corriente eléctrica. Constructivamente corresponde con un circuito integrado (chip) encapsulado en resinas que contiene un dispositivo de estado sólido empaquetado como una unión tipo p-n. Los chips LED, como fuente luminosa, pueden ser clasificados por su potencia, por las características de brillo y mantenimiento de la radiación producida, por su forma y por su tamaño (Ministerio de Minas y Energía, 2016).

Eficiencia de una luminaria

Relación de flujo luminoso, en lúmenes, emitido por una luminaria y el emitido por la bombilla o bombillas usadas en su interior (Ministerio de Minas y Energía, 2010).

Lámpara incandescente (eléctrica)

Lámpara en la que la luz se produce por medio de un elemento calentado hasta la incandescencia por el paso de una corriente eléctrica (IEC, 1987).

Lámpara Fluorescente

Lámpara de descarga del tipo de baja presión de mercurio, en la cual la mayoría de la luz es emitida por una o varias capas de fósforo excitado por la radiación ultravioleta de la descarga (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2012).

Lámpara de descarga

Lámpara en la que la luz se produce, directa o indirectamente, por una descarga eléctrica a través de un gas, un vapor de metal o una mezcla de varios gases y vapores. Nota: De acuerdo con que la luz se produce principalmente en un gas o en un vapor de metal, se distingue entre las lámparas de descarga gaseosa, por ejemplo, la lámpara de xenón, neón, helio, nitrógeno, dióxido de carbono y la de vapor de metal, como la lámpara de vapor de mercurio y la lámpara de vapor de sodio (IEC, 1987).

Lámpara de mercurio de baja presión

Una lámpara de descarga del tipo de vapor de mercurio, con o sin un revestimiento de fósforos, en la cual durante la operación la presión parcial del vapor no excede los 100 pascales (IEC, 1987).

Lámpara de mercurio de alta presión

Una lámpara de descarga de alta intensidad en la cual la mayor parte de la luz se produce, directa o indirectamente, por radiación de mercurio que opera a una presión parcial de más de 100 kilopascales. Nota: este término cubre las lámparas transparentes, con recubrimiento de fósforo (fluorescentes de mercurio) y mezcladas. En una lámpara de descarga de mercurio fluorescente, la luz es producida en parte por el vapor de mercurio y en parte por una capa de fósforo excitada por la radiación ultravioleta de la descarga (IEC, 1987).

Lámpara de sodio de baja presión

Una lámpara de descarga en la que la luz es producida por la radiación de vapor de sodio que opera a una presión parcial de 0.1 a 1.5 pascal (IEC, 1987).

Lámpara de sodio de alta presión

Una lámpara de descarga de alta intensidad en la que la luz se produce principalmente por radiación de vapor de sodio que opera a una presión parcial del orden de 10 kilopascales. Nota - El término cubre lámparas con bombilla transparente o difusora (IEC, 1987).

Lámpara de halogenuros metálicos

Una lámpara de descarga de alta intensidad en la que la mayor parte de la luz se produce a partir de una mezcla de vapor metálico y los productos de la disociación de haluros (IEC, 1987).

Lámpara LED

Lámpara que usa como fuente luminosa componentes de tecnología LED (Ministerio de Minas y Energía, 2016). El tiempo medio de vida de una lámpara de LED para alumbrado público oscila entre 80.000 y 100.000 horas. La última tecnología de LED de montaje superficial y gran flujo luminoso está por encima de 100.000 horas. Dentro de las ventajas conocidas de la tecnología LED están el ahorro de entre un 75% y un 90% en consumo energético, sin sacrificar intensidad lumínica, no generan rayos UV ni IR, libres de mantenimiento y menor costo a largo plazo. La tecnología de construcción de LED ha venido mejorando con el tiempo y ya se pueden conseguir LED de menor tamaño, mejor rendimiento y menores costos. Un estudio serio en este sentido es importante para poder tener herramientas que le ofrezcan asidero para la elección de una u otra tecnología a los entes que manejan el alumbrado público en la ciudad, ya que es de obligatorio cumplimiento, según la normatividad vigente, el elegir la opción más eficiente en todos los sentidos (monografias.com, 2019).



Figura 4: Balance Energético de una Lámpara LED

Fuente: <https://www.monografias.com/trabajos93/analisis-comparativo-lamparas/analisis-comparativo-lamparas2.shtml>

2.4 Marco Normativo

El impuesto de alumbrado público fue creado por la ley 97 de 1913 y la Ley 84 de 1915 destinado a cubrir los costos de la prestación del servicio integrado, es decir, administración, suministro de energía, recaudo, mantenimiento, operación, expansión, y modernización. En los casos en los cuales el servicio de alumbrado público es financiado a través del impuesto de alumbrado público recaudado, este tendrá que ser aprobado por el concejo municipal de cada municipio mediante un acto de acuerdo.

Los municipios pueden recaudar el impuesto de alumbrado público directamente o a través de un tercero, cuando el recaudo del impuesto es realizado a través de una empresa que preste el servicio de energía eléctrica debe suscribir un contrato de facturación y recaudo de acuerdo a lo citado en la resolución CREG 122 de 2011.

En Colombia la prestación del servicio de alumbrado público y de las actividades que realicen los prestadores de este servicio es regulado por el decreto 2424 de 2006, expedido por el Ministerio de minas y Energía, el 18 julio de 2006. El Decreto indica que la Comisión con base en lo dispuesto en la Ley 143 de 1994, establecerá una metodología para la determinación de los costos máximos que deberán aplicar los municipios y distritos, para remunerar a los prestadores del servicio, así como el uso de los activos vinculados al sistema de Alumbrado Público. Ley 1386 de 2010 Prohíbe que las entidades territoriales deleguen, a cualquier título, la administración de los diferentes tributos a particulares.

Es importante anotar que el servicio de alumbrado público, se rige por el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP). El Reglamento establece las reglas generales que se deben tener en cuenta en los sistemas de iluminación interior y exterior, y dentro de estos últimos, los de alumbrado público en el territorio colombiano, inculcando el uso racional y eficiente de energía (URE) en iluminación. En tal sentido señala las exigencias y especificaciones mínimas para que las instalaciones de iluminación garanticen la seguridad y confort con base en su buen diseño y desempeño operativo, así como los requisitos de los productos empleados en las mismas. (Ministerio de Minas y Energía, 2016)

Independientemente de la modalidad de contratación que emplee el municipio para la contratación del servicio de facturación y recaudo del impuesto de alumbrado público, este deberá observar el costo máximo de referencia. En **Tabla 2** se ilustra, la normatividad que se ha expedido, en virtud del referido servicio.

Tabla 2: Normatividad Alumbrado Público

Tipo	Numero Norma	Fecha Norma	Descripción
Resolución	41066	22-10-2018	Por la cual se delega en la Comisión de Regulación de Energía y Gas el establecimiento de la Metodología para la determinación de los costos por la prestación del servicio de alumbrado público
Decreto	943	30-05-2018	Por el cual se modifica y adiciona la Sección 1, Capítulo 6 del Título III del Libro 2 del Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, 1073 de 2015, relacionado con la prestación del servicio de alumbrado público.
Resolución	40122	08-02-2016	Por la cual se adiciona y modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP
Resolución	123	08-11-2011	Por la cual se aprueba la metodología para la determinación de los costos máximos que deberán aplicar los municipios o distritos, para remunerar a los prestadores del servicio, así como el uso de los activos vinculados al sistema de alumbrado público. (CREG)
Resolución	122	2011	Regula el contrato y el costo de facturación y recaudo conjunto con el servicio de energía del impuesto creado por la Ley 97 de 1913 y 84 de 1915 con destino a la financiación del servicio de alumbrado público. (CREG)
Resolución	181331	06-08-2009	Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP y se dictan otras disposiciones.
Decreto	2424	18-07-2006	Por el cual se regula la prestación del servicio de alumbrado público.
Ley	84	30-11-1915	Por la cual se reforman y adicionan las Leyes 4a y 97 de 1913
Ley	97	1913	Que da autorizaciones especiales a ciertos Concejos Municipales

Fuente: <https://www.minenergia.gov.co/normatividad?idNorma=21769>

3 JUSTIFICACIÓN

3.1 Entorno del Proyecto

El proyecto será formulado en la República de Colombia, para el Municipio de Gómez Plata, como ente territorial municipal, está localizado en la cordillera central de la cordillera de los Andes, Departamento de Antioquia, subregión del Norte, su distancia a la capital del Departamento, Medellín, es de 98 kilómetros y su territorio tiene una extensión de 364 Km². La cabecera Municipal se sitúa a una altura de 1.800 metros sobre el nivel del mar y posee una temperatura media de 19°C, la cual está afectada por las diferencias de altitud. Sus límites son: por el norte con los Municipios de Amalfi y Guadalupe, por el este con el Municipio de Yolombó y Amalfi, por el sur con los Municipios de Yolombó y Santa Rosa de Osos, y por el oeste con los Municipios de Carolina del Príncipe y Guadalupe. Como límites naturales esta la margen izquierda del río Porce al este y norte; la margen derecha del río Guadalupe al norte y oeste; al sur en dirección este-oeste lo determina la quebrada Guanacas, la divisoria de aguas por encima de la cota 2000 y que pasa por el alto el Morro, la quebrada Morena hasta desembocar al río Porce.

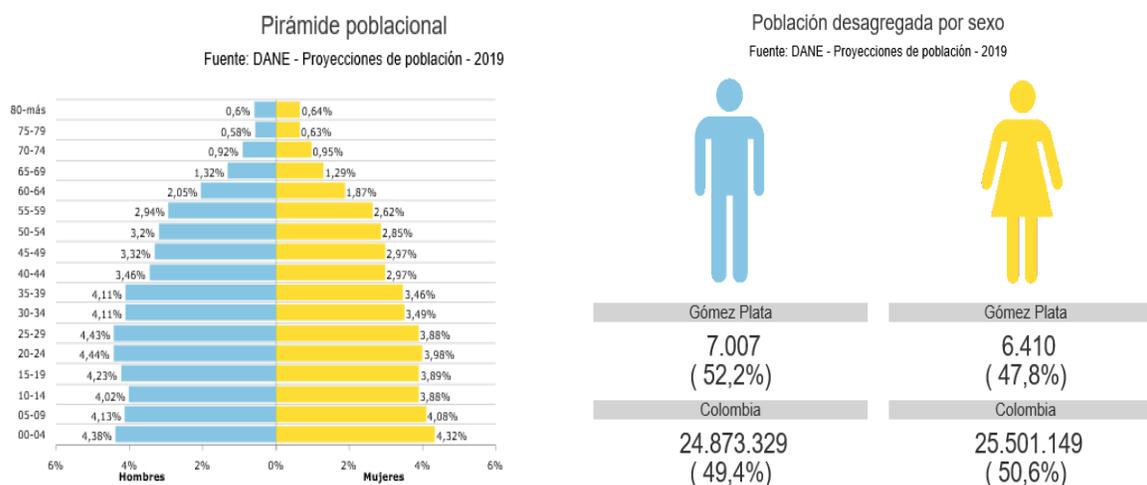


Figura 5: Pirámide Poblacional
Fuente: DANE - Proyecciones de población – 2019

La zona urbana del Municipio está dividida en barrios y sectores y la rural cuenta con 26 veredas y tres corregimientos. La base de la economía del municipio de Gómez Plata está representada en la caficultura, ganadería de doble propósito, la porcicultura y el cultivo de caña panelera. Agricultura: caña de azúcar, café, maíz, frutales, plátano, yuca. Ganadería: lechera, ceba. Industria: generación de energía eléctrica, minas de oro, comercio. Se encuentra en crecimiento la actividad de cultivo de

tomate bajo invernadero y la cunicultura y a menor escala las reforestaciones comerciales, los cultivos pancoger y la avicultura. Sin embargo, la limitada disponibilidad de recursos energéticos no renovables y los crecientes problemas ambientales, causados por la producción, distribución y consumos de la energía, conduce a emprender acciones que conduzcan a mitigar impactos negativos sobre la población.

El Municipio de Gómez Plata por mandato constitucional debe velar por la Calidad de Vida, Seguridad y Bienestar de sus habitantes. Atendiendo la Ley 697 de 2001 que 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. Y entendiendo que el Alumbrado Público es un servicio básico que se ha catalogado como servicio público no domiciliario y se presta con el objeto de proporcionar exclusivamente la iluminación de las bienes públicos y demás espacios de libre circulación, con tránsito vehicular o peatonal, dentro del perímetro urbano y rural respectivo municipio, que es el responsable directo de velar y garantizar su prestación en condiciones óptimas, en tal sentido, el Municipio de Gómez Plata, requiere de un proyecto que brinde las condiciones para la reducción de los altos índices de consumo de energía eléctrica y los altos niveles de contaminación de mercurio y gases de efecto invernadero, causados por el uso de tecnologías convencionales de alumbrado público. En consecuencia, con la modernización del sistema de alumbrado público se brindarán mejores condiciones en las prestaciones de este servicio contribuyendo a mejorar las condiciones de vida de los habitantes, a la preservación del medio ambiente y sin lugar a dudas, contribuyendo al desarrollo del Municipio de Gómez Plata.

3.2 Análisis de la Situación Actual

La ciudad de los Ángeles cuenta con el segundo parque de luminarias más grande de Estados Unidos, con más de 209.000 luminarias de más de 400 estilos y diseños diferentes (ESMAP, 2011). En Los Ángeles, el sistema de alumbrado público se diseña y se construye de acuerdo a los estándares establecidos a nivel nacional por El instituto Nacional Estadounidense de Estándares (The American National Standards Institute), adoptados a las necesidades de la ciudad en una guía elaborada por la Oficina de Alumbrado Público. Dentro de las mejores prácticas identificadas en el manejo de la infraestructura de alumbrado público en la ciudad, se encuentra la definición de unos estándares para el diseño eléctrico, operativo y estético del sistema de alumbrado público. Además, para la ejecución

del proyecto de modernización y de acuerdo a la tendencia de sustitución de luminarias de sodio por luminarias LED, se diseñó toda una reglamentación entorno a la operación de este tipo de tecnología. A partir de la ejecución de pruebas piloto de instalación de luminarias LED se plantearon unos requerimientos mínimos para la elaboración de una evaluación a los equipos antes de la instalación. Dentro de estas especificaciones se establece que las nuevas luminarias deben, como mínimo, generar un ahorro en el 70% del consumo de energía en comparación a las que se encuentren operando para que puedan ser aprobadas. De esta forma, garantizan que la inversión en nuevas luminarias les genere un ahorro energético y por lo tanto económico.

Entre 2009 y 2013, 140.000 luminarias fueron sustituidas por luces de tecnología LED en Los Ángeles, generando un ahorro de energía de 68.000 MWh/año como resultado de la disminución del 60% en el consumo. Esta reducción, implicó ahorro económico de USD\$7,5 Millones por año (ESMAP, 2011). El proyecto se desarrolló como resultado de la colaboración entre el operador del alumbrado público en la ciudad (LA Bureau of Street Lighting), la alcaldía de Los Ángeles, el Departamento de Agua y Energía y el Programa Clinton Climate Initiative (CCI) Cities Program. El programa de modernización, se centró en la sustitución de las luminarias de sodio de alta presión en calles residenciales y que ofrecían una eficiencia óptica deficiente. Además de los beneficios económicos como resultado de la disminución en los costos por el consumo de energía, la percepción óptica generada por la luz LED favoreció la visibilidad en las vías de la ciudad. Adicionalmente, se presentó una reducción en la emisión de dióxido de carbono de 40.500 toneladas al año, de acuerdo al reporte de la Oficina de Alumbrado Público.

En Latinoamérica también se cuenta con una amplia normatividad y marco legal que define los aspectos técnicos de las luminarias y las condiciones de eficiencia energética para el sistema de alumbrado público, con el propósito de garantizar un sistema de alumbrado público que cumpla con la normatividad. En Colombia, el Departamento Nacional de Planeación, realizó un estudio sobre la Evaluación de operaciones de la Política de prestación de servicio de alumbrado público, en el año de 2017, del cual se puede destacar los siguientes datos.

La primera medida de aproximación a la cobertura es el número de luminarias por habitante urbano. Esta medida permite dimensionar qué tantas luminarias se han instalado en el municipio en relación con el número de beneficiarios en el área urbana. La medida promedio entre los municipios es de 0,169 luminarias por habitante urbano o 169 luminarias por cada 1000 habitantes urbanos. La suma de todas las luminarias dividido por todos los habitantes urbanos de los municipios para los que

se tienen datos, es 82 luminarias por cada 1000 habitantes urbanos. La diferencia entre las dos medidas refleja que existe una desigualdad en la medida entre los municipios. Pocos municipios tienen medidas mayores al promedio del resto del país.

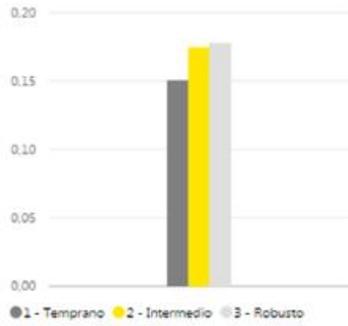
En la **Figura 7** se observa que el entorno de desarrollo con el mayor valor promedio para la medida es el entorno robusto, con 178 luminarias por cada 1000 habitantes urbanos. El entorno de desarrollo con el menor valor promedio es el entorno temprano, con 150 luminarias por cada 1000 habitantes urbanos. La región con la mayor medida es Llanos, con 270 luminarias por cada 1000 habitantes urbanos y la región con la menor medida es el Caribe, con 88 luminarias por cada 1000 habitantes urbanos.

La segunda medida de aproximación a la cobertura es el número de luminarias por área de la cabecera municipal. La medida promedio entre los municipios para los que se tienen datos es de 1032 luminarias por km². La medida a nivel nacional es de 905 luminarias por km². Se toma esta medida al sumar las luminarias de todos los municipios y al dividir entre la suma de las áreas de todos los municipios. Como se evidencia en la **Figura 6**, el entorno de desarrollo robusto tiene un promedio mucho mayor al de los otros dos entornos: su promedio es de 1567 luminarias por km² mientras que los de los entornos intermedio y temprano son de 952 y de 1072 respectivamente. La región con la media más alta es los Llanos con un promedio de 1604 luminarias por km² y la región con el menor valor es el Caribe con un promedio de 681 luminarias por km².

La tercera medida es el número de luminarias por usuarios de energía eléctrica. Esta medida tiene ventajas y debilidades similares a las de luminarias por población urbana. Sin embargo, al usar el número de usuarios de energía eléctrica se excluyen hogares que no sean usuarios y se utiliza el nivel de observación de usuario de energía.

El promedio entre los municipios de la muestra es 220 luminarias por cada 1000 usuarios. La medida a nivel nacional es 236 luminarias por cada 1000 usuarios. En la **Figura 8**, se observa que el entorno con la mayor medida es el robusto, con 400 luminarias por cada 1000 usuarios. También se encuentra que la región con la mayor medida es los Llanos y con la menor medida es el eje cafetero. Sus valores son 634 y 165 luminarias por cada 1000 usuarios, respectivamente. (Departamento Nacional de Planeación, 2017)

Luminarias por habitante urbano según entorno de desarrollo



Luminarias por habitante urbano según región

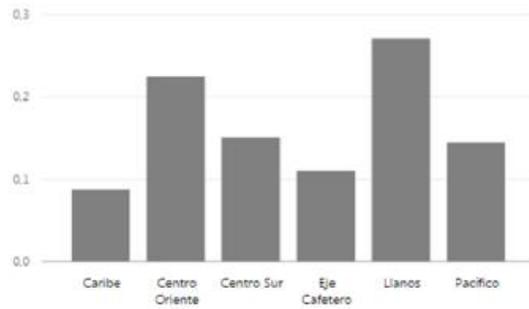
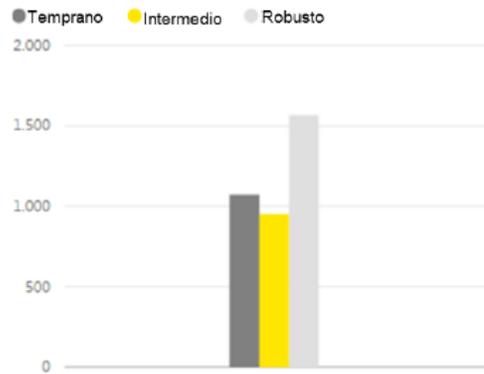


Figura 6: Índice Luminarias por Habitante
Fuente: Departamento Nacional de Planeación

Luminarias por km² según entorno de desarrollo



Luminarias por km² según región

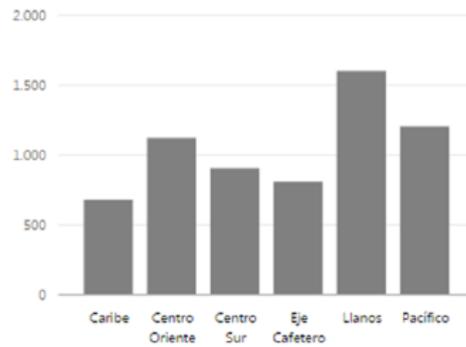
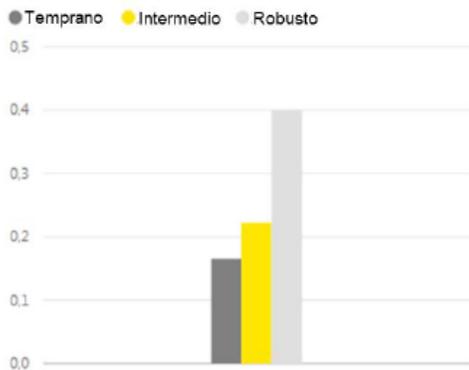


Figura 7: Luminarias por km²
Fuente: Departamento Nacional de Planeación

Luminarias por usuario de energía eléctrica según entorno de desarrollo



Luminarias por usuario de energía eléctrica según región

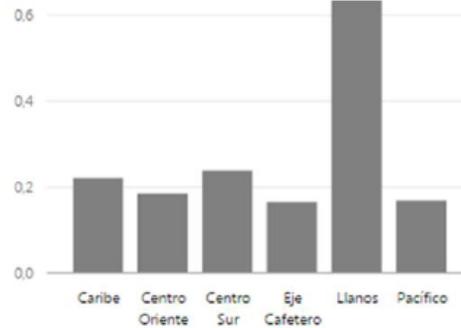


Figura 8: Luminarias por Usuarios de Energía
Fuente: Departamento Nacional de Planeación

Consolidado Energía por Empresa Departamento y Municipio															
Año: 2003															
Período: 25															
Ubicación: Total															
Departamento: ANTIOQUIA															
Municipio: GÓMEZ PLATA															
Empresa: EMPRESAS PUBLICAS DE MEDELLIN E.S.P.															
Reporte a Consultar: Suscriptores															
Departamento	Municipio	Empresa	Variable Calculada	Extrato 1	Extrato 2	Extrato 3	Extrato 4	Extrato 5	Extrato 6	Total Residencial	Industrial	Comercial	Oficial	Otros	Total No Residencial
ANTIOQUIA	GÓMEZ PLATA	EMPRESAS PUBLICAS DE MEDELLIN E.S.P.	Insumos Empresa Departamento y Municipio	430	1.120	477	18	1	1	2.047	6	205	43	10	311

Figura 9: Suscriptores de Energía Municipio de Gómez Plata

Fuente: http://reportes.sui.gov.co/fabricaReportes/frameSet.jsp?idreporte=ele_com_096

De acuerdo a los indicadores nacionales, se puede concluir que el municipio de Gómez Plata, cuenta con un índice de cobertura de 0.076 luminarias por cada 1000 habitantes, es decir un 45% menos que la media del país. En relación con el número de luminarias por km² es de 60.08 este representa un 93.36% menos que la media nacional. En la comparación por número de usuarios del servicio de energía eléctrica relacionados en la **Figura 9**, se establece que el municipio se encuentra en 266.41 luminarias por cada 1000 usuarios, relación que nos da un 1.12% superior a la media nacional.

Teniendo en cuenta lo anterior se puede inferir que el Municipio de Gómez Plata, carece de estrategias para controlar los consumos de energía eléctrica en el sistema de iluminación de alumbrado público y de una adecuada gestión ambiental sostenible que impulse el desarrollo de proyectos encaminados a mejorar las condiciones medio ambientales de la comunidad, permitiendo mejorar las condiciones de salud pública y calidad del aire, en tal sentido, se impulsa el diseño de un programa que permita maximizar el uso de tecnologías de mayor eficiencia en sistemas de iluminación que le permita al municipio el uso de tecnologías sostenibles con el medio ambiente, ayude a crear consciencia acerca de la preocupación global por el cambio climático y permita incorporar a la infraestructura del municipio tecnología limpias y eficientes que ayuden a mejorar la calidad de vida de la población y a mitigar los impactos de la contaminación atmosférica, creando escenarios de mejoramiento de calidad de vida.

4 ANÁLISIS DE PROBLEMAS

4.1 Descripción de la Situación Existente con Relación al Problema

El sistema de alumbrado público del Municipio de Gómez Plata actualmente presenta un alto grado de obsolescencia tecnológica. Este hecho repercute en altos consumos de energía eléctrica y en consecuencia una alta tasa de generación de gases efecto invernadero (GEI), debido al uso de tecnologías convencionales en las luminarias que conforman el sistema. Adicionalmente, deficiencias de consideración en la infraestructura del sistema de alumbrado urbano y rural, un inadecuado funcionamiento e incumplimiento de las disposiciones legales vigentes exigibles referentes al RETIE y RETILAP. Esta situación constituye una amenaza a la seguridad para el desplazamiento nocturno de los peatones y la visibilidad para conductores de vehículos debido a la calidad deficiente de la iluminación en algunos sectores. Referente al medio ambiente, también se ha creado un impacto negativo a causa de la limitada atención en temas de Uso Racional de Energía (URE) y tratamiento y disposición final de los residuos generados por el sistema (Luminarias con materiales contaminantes como el mercurio).

4.2 Problema Central

El sistema de alumbrado público del Municipio de Gómez Plata, se caracteriza por sus altos consumos de energía eléctrica, condiciones lumínicas deficientes, inadecuado funcionamiento y el incumplimiento de la normatividad RETIE y RETILAP, definiendo como problema central su baja eficiencia del sistema de iluminación de alumbrado público en su zona urbana y rural.

4.3 Magnitud Actual del Problema – Indicadores de Línea Base

La línea base para el proyecto se evaluará con base a los siguientes indicadores:

4.3.1 Realizar Estudios para la Modernización del Sistema de Iluminación del Alumbrado Público del Municipio de Gómez Plata.

Nombre del indicador: Numero de estudios realizados para la modernización del sistema de alumbrado público del municipio de Gómez Plata.

Formula del indicador: (Número de estudios realizados para la modernización del sistema de alumbrado público del municipio de Gómez Plata en el periodo / Total de estudios programados para la modernización del sistema de alumbrado público del municipio de Gómez Plata) *100

Estado inicial: Actualmente el municipio no cuenta con estudios que le permitan determinar los cambios en el sistema dentro de un proceso de modernización del Servicio de Alumbrado Público.

Valor esperado: Contar con mínimo un estudio para determinar los cambios en el sistema dentro de un proceso de modernización del Servicio de Alumbrado Público en el municipio de Gómez Plata.

Periodo: 4 años (abril de 2020 – abril de 2024)

4.3.2 Modernización del Sistema de Iluminación del Alumbrado Público del Municipio de Gómez Plata.

Nombre del indicador: Cambio de luminarias a tecnología de mayor eficiencia (LED)

Formula del indicador: (Número de luminarias cambiadas a tecnología de mayor eficiencia LED en el periodo / Numero de luminarias programadas para cambio a tecnología de mayor eficiencia LED en el periodo) *100

Estado inicial: Actualmente el municipio cuenta con Cero (0) luminarias de mayor eficiencia (LED).

Valor esperado: Se requiere modernizar un 75.8% de la infraestructura total actual, es decir 477 luminarias.

Periodo: 1 año (agosto 2020 - agosto del 2021)

En el proyecto se espera validar los impactos con otros indicadores que será calculada con base a los consumos de energía eléctrica actuales del sistema de alumbrado público en la zona urbana del municipio de Gómez Plata con base al número de habitantes del municipio, los cuales se relacionan a continuación:

Ahorro en consumo de energía eléctrica: Este indicador permite calcular los ahorros en consumo anual de energía eléctrica (kWh/año), se parte de calcular el consumo anual de energía con la tecnología convencional menos los consumos de energía anual con las tecnologías de mayor

eficiencia una vez el sistema este implementado, esta diferencia constituye el ahorro de energía eléctrica por efecto del proyecto. El ahorro esperado corresponde al 155100kWh/año

$$\text{Ahorro en consumo de energía eléctrica} = \text{Consumo EASP} - \text{Consumo EACP}$$

EASP = Consumo de Energía Anual Sin Proyecto

EAC P= Consumo de Energía Anual con Proyecto

Reducción de gases efecto invernadero: Este indicador permitirá medir las toneladas de CO₂ dejadas de emitir al medio ambiente, por efecto de ahorro de energía en el sistema de alumbrado público, al utilizar nuevas tecnologías; la línea base es el total de gases de efectos invernadero que anualmente se emiten al medio ambiente por efecto de utilizar energía eléctrica en el sistema de alumbrado público, su horizonte será el año 2021 con un ahorro del 47.9% equivalente a 15 toneladas de CO₂ año.

$$\text{Emisiones de CO}_2 = (\text{Consumo EASP} - \text{Consumo EACP}) * (\text{FECO}_2 * \text{kWh})$$

EASP = Energía Anual Sin Proyecto

EASP = Energía Anual Con Proyecto

FECO₂= Factor de Emisión CO₂

$$\text{CO}_2 \text{ AP (ton)} = \frac{(\text{Ahorro energía}) \times 0.199 \text{ Kg/kWh}}{1000}$$

El factor de emisión utilizado para energía eléctrica es de 0.199 Kg CO₂/kWh. (UPME, 2016) (Lluly Natalia Caleño Ortiz, 2017)

Desempeño energético: Este indicador permitirá medir los ahorros de energía en el sistema de alumbrado público, al utilizar nuevas tecnologías tanto en infraestructura como en software; utilizar nuevas tecnologías la línea base será la del consumo anual del año 2020 con un horizonte al 2021 de reducirla en un 47.93%, es decir disminuir el consumo de energía en 155100kWh/añoC

$$\text{DEAP}(\%) = \frac{\text{Ahorro de Energía año actual}}{\text{Consumo energía año anterior}} \times 100$$

Eficiencia energética: Este indicador permitirá medir la cantidad de energía eléctrica del sistema de alumbrado público por habitante del municipio; la línea base es el índice de uso de energía por

habitante que para el año 2020 estaba en 47.70kWh/hab, su horizonte será el año 2021 con un indicador de 24.84 kWh/hab.

$$EEAP = \frac{kWh\ SAP\ anual}{Numero\ Habitantes}$$

4.4 Causas que Generan el Problema

Las causas del problema se logran identificar en el alto uso de tecnología convencional, la falta de diseños adecuados del sistema de iluminación de los espacios públicos, y la falta de recursos para la operación y mantenimiento del sistema de alumbrado público. A continuación, se listan las causas directas e indirectas:

4.4.1 Causas Directas

- Carencia de desarrollo tecnológico en el sistema de iluminación de alumbrado público.
- Insuficiente asignación presupuestal

4.4.2 Causas Indirectas

- No se usan tecnologías de mayor eficiencia.
- Elevado costo del mantenimiento del alumbrado público.

4.5 Efectos Generados por el Problema

Los efectos del problema central se derivan de los altos consumos de energía eléctrica y los bajos niveles de visibilidad los cuales generan alto grado de inseguridad vial y ciudadana en los habitantes del municipio. A continuación, se listan los efectos directos e indirectos:

4.5.1 Efectos Directos

- Alto índice de consumos de energía eléctrica
- Alto costo de los servicios de alumbrado público (Operación y Mantenimiento)

4.5.2 Efectos Indirectos

- Altos niveles de contaminación ambiental
- Altos índices de inseguridad vial y ciudadana

4.6 Diagrama de Árbol de Problemas



Figura 10: Diagrama de Árbol de Problemas

Fuente: Elaboración propia

5 ANÁLISIS DE INVOLUCRADOS

5.1 Contextualización del Análisis a Realizar.

La población afectada y objetivo en el desarrollo del proyecto corresponde a 6244 habitantes de la cabecera urbana del Municipio de Gómez Plata, para la identificación de interesados en el proyecto se realizaron reuniones con funcionarios de la administración municipal, concejales, personas del comercio y comunidad en general.

Mediante entrevistas y reuniones, se recopiló información sobre la posición de cada uno de los involucrados frente al problema y evaluar su fuerza e intensidad. Se utilizó una escala de 1 a 5, donde el 1 indica el menor grado de importancia del involucrado para el proyecto y el menor grado de involucramiento del mismo; por su parte el 5, indica el mayor grado de importancia del involucrado para el proyecto y el mayor grado de involucramiento. Se calificó con un valor negativo aquellos involucrados que mostraron oposición a solucionar el problema con valor positivo a aquellos que mostraron apoyo.

La Identificación de interesados se realizó por intermedio de criterios de expertos en el asunto con el fin de identificarlos. Posteriormente se realizaron sesiones adicionales, una de ellas con la participación del concejo municipal; otra con la participación de una muestra de habitantes de la zona urbana y una sesión final en la que se incluirán a la comunidad general y a los proveedores de bienes y servicios requeridos por el proyecto. Las partes interesadas de una misma organización se agruparán para simplificar la comunicación y la gestión de los interesados. El análisis de interesados se clasificó de acuerdo con base al poder o la influencia de cada uno de ellos y la participación que cada actor tendrá sobre el proyecto. En la **Tabla 3 y 4** se relacionan los actores involucrados en el proyecto y su valoración con base en el poder o influencia de cada uno de ellos.

5.2 Matriz de Análisis de Involucrados

Las tablas 2 y 3 que se relacionan a continuación se clasifican los interesados en el proyecto identificados por el grupo de expertos, la cual nos proporciona información para establecer las partes interesadas y sus niveles de poder e interés, expectativas, fuerza y la posición potencial de cada uno frente al proyecto.

Tabla 3: Matriz de Involucrados

INVOLUCRADOS	PROBLEMÁTICA	INTERES	RECURSOS
Gobierno Nacional	Falta de promoción y voluntad política para fortalecer la eficiencia energética en el alumbrado público a nivel nacional.	Lograr el desarrollo socioeconómico de las comunidades o regiones. Reducción de emisiones de GEI, mediante ahorros en el consumo de energía.	Expedir reglamentos técnicos de eficiencia energética. Promover la eficiencia energética en alumbrado público. Desarrollar un programa para fortalecer el control y monitoreo del cumplimiento de RETILAP
Ministerio de Minas y Energía	Altos índices de consumo de energía eléctrica Altos índices de consumo eléctrico por uso del alumbrado público.	Reducción de los índices de consumo de energía eléctrica Disminuir los consumos de energía eléctrica.	Desarrollar esquemas de incentivos para la eficiencia energética en alumbrado público. Asignar recursos propios para la modernización del sistema de alumbrado público.
Alcaldía municipal	Altos índices de contaminación atmosférica. Altos costos de mantenimiento y operación del alumbrado publico Deterioro de la infraestructura de alumbrado público.	Disminuir los niveles de contaminación por uso de energía eléctrica en AP. Disminuir los costos asociados a la operación y mantenimiento del alumbrado público. Promover la inversión en la infraestructura AP.	Exigir el cumplimiento de la ley de Uso Racional de Energía. Promover buenas prácticas de consumo de energía eléctrica
Concejo Municipal	Aumento en la percepción de inseguridad de la comunidad. El funcionamiento de la solución planteada debe cumplir o exceder la solución actual	Mejorar la percepción de seguridad de la comunidad. Presentar el informe detallado de ingeniería de la solución planteada con los soportes de estimados de la operación acorde con las fichas técnicas de los equipos y elementos a utilizar.	Diseñar y aplicar medidas que fomenten el uso de espacios públicos en horas de la noche. Gestionar los apoyos y trazar las políticas de cobros del servicio de alumbrado publico
Secretaria de infraestructura	Malestar de la comunidad por el deterioro del sistema de alumbrado público. Baja visibilidad en los espacios públicos.	Mejorar la infraestructura en alumbrado público del municipio. Mejorar calidad de la iluminación del alumbrado público	Gestionar los recursos necesarios para la recuperación del sistema de alumbrado público. Promover el uso de tecnologías de mayor eficiencia en el sistema de alumbrado Público.

Empresas Públicas de Medellín	Disminución de sus ingresos por ventas de energía eléctrica.	Explorar nuevos productos que le permitan ofrecer un portafolio más amplio para mejorar sus ingresos. Incentivar el uso de energías alternativas.	Apoyo financiero Para incrementar el uso de energías alternativas. Generar planes de modernización de los sistemas de alumbrado público convencionales.
Comerciantes	Disminución en ventas en las horas de la noche. Percepción de inseguridad ciudadana. Deficiente uso de los espacios públicos en horas de la noche.	Maximizar ventas con base en la mayor afluencia de clientes	Promoción de un comercio sostenible
Comunidad en general	Baja convivencia familiar y ciudadana en los espacios públicos. Malestar por incremento de las tarifas del impuesto de alumbrado público.	Incrementar el uso de los espacios públicos. Aumentar la convivencia familiar y ciudadana en los espacios públicos.	Apoyar las iniciativas de mejoras en el sistema de alumbrado público. Participar activamente en las actividades programadas en los espacios públicos.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4: Matriz Valoración Involucrados

ACTOR	EXPECTATIVA	FUERZA	RESULTANTE	POSICION POTENCIAL
Gobierno Nacional	5	4	25	Favorecedores
Ministerio de Minas y Energía	5	3	15	Favorecedores
Alcaldía Municipal	5	5	25	Favorecedores
Concejo Municipal	5	4	20	Favorecedores
Secretaria de Infraestructura	5	5	25	Favorecedores
Empresas Públicas de Medellín	4	3	12	Favorecedores
Comerciantes	2	2	4	Indiferentes
Comunidad zona urbana	5	2	10	Favorecedores

Fuentes: Elaboración propia

Con base en el análisis del poder y el interés de la **Tabla 3**, los interesados la gran mayoría requerirán mínimo esfuerzo de administración, ya que tienen un alto grado de expectativa y son los actores claves los cuales deben participar en todos los niveles de planificación del proyecto y gestión del cambio. Los comerciantes como interesados y teniendo en cuenta que su posición potencial es calificada como indiferente deberán mantenerse informados a través de una comunicación frecuente en el estado del proyecto y el progreso. La matriz de análisis de los interesados se revisará y actualizará durante toda la duración del proyecto con el fin de captar nuevas preocupaciones o esfuerzos de estrategia de gestión de los interesados.

5.3 Población Afectada

La población afectada es la comunidad del municipio de Gómez Plata, su población corresponde a 13.417 habitantes, de las cuales 6.244 viven en la cabecera municipal y 7.173 en el resto del territorio (Planeación, terridata.dnp.gov.co/#/perfiles/05310, 2019).

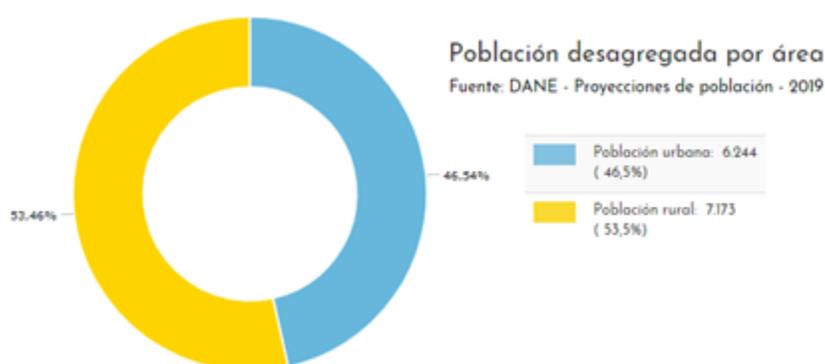


Figura 11: Población por Área

Fuente: DANE – Proyecciones de población 2019

Alguna característica relevante de la población se relaciona a continuación

Total, población hombres: 6266 y Total, población mujeres: 6849

Población (>15 o < 59 años) - potencialmente activa: 8472

Población (<15 o > 59 años) - población inactiva: 4643

Total, población negra, mulato o afrocolombiana: 2894

Estrato 1: 479, Estrato 2: 1457, Estrato 3: 5, NBI: 18.3

5.4 Población Objetivo

La población objetivo corresponde a los habitantes de la cabecera municipal o zona urbana que corresponde a 6244 habitantes que representan el 46.5% del total de la población del Municipio de Gómez Plata.

6 ANÁLISIS DE SOLUCIONES

6.1 Descripción de la Iniciativa.

La alternativa consiste en realizar la modernización del alumbrado público convencional por alumbrado público fundamentado en tecnología de mayor eficiencia en la zona urbana del Municipio de Gómez Plata (Ant.).

Para el diseño y posterior puesta en operación del sistema se deberán seguir las siguientes actividades:

6.1.2 Actividad 1: Diagnostico

Con el propósito de identificar la condición actual del sistema de alumbrado público del Municipio de Gómez Plata (Ant.) se deberá contratar la ejecución de un diagnostico que genere la línea base del programa y a su vez se realicen los estudios Técnicos, Legales y de Mercado. En esta etapa se realizará el inventario completo de todas la luminarias, elementos y componentes del sistema de alumbrado público de la zona urbana del Municipio, se realizará una marcación georreferenciada de cada luminaria, identificando tipo de fuente lumínica, potencia de la luminaria, tipo de montaje de la luminaria, altura de montaje, entre otros. Esta actividad se realizará por intermedio de un contrato con una firma de consultoría de amplia experiencia y reconocida en el mercado nacional, la cual haya ejecutado como mínimo dos contratos en sistemas de iluminación de alumbrado público.

Con la información levantada por la firma consultora se deberá integrar a la base de datos que posee el Municipio, con el propósito de comparar los datos, realizar los análisis y realizar los cálculos para el diseño del programa de actualización del alumbrado público convencional por alumbrado público fundamentado en tecnología de mayor eficiencia en la zona urbana del Municipio.

El entregable del consultor deberán ser las bases de datos con el censo de luminarias, cálculos de potencia de consumos de energía eléctrica del sistema actual de alumbrado público, cantidad de mercurio de las luminarias, estado de cumplimiento de la normatividad RETIE y RETILAP, cantidad de emisiones de GIF (Gases de Efecto Invernadero) del sistema, facturación de energía eléctrica calculada y real, estado del recaudo del impuesto de alumbrado público y los costos por mantenimientos de la operación y mantenimiento del sistema de alumbrado público.

6.1.2. Actividad 2: Diseño

Con la información levantada en el diagnóstico se deberá proceder a realizar la contratación de una firma especialista en diseño de sistemas de alumbrado público quien será la responsable de realizar los cálculos, diseños y la estructuración del programa de modernización del nuevo sistema de alumbrado público para el Municipio de Gómez Plata.

Los diseños deberán realizarse con el uso de software especializado en iluminación de espacios públicos, ajustados a la normatividad vigente y con los mejores estándares de eficiencia energética en el uso de iluminación.

El nuevo sistema de iluminación deberá ser diseñado teniendo en cuenta los diseños adecuados, el desempeño de las 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, garantizando el cumplimiento Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP).

El contratista deberá entregar las memorias de cálculo del nuevo sistema, cálculos de los niveles de iluminación, cálculos de los ahorros de energía eléctrica del sistema, cálculos de emisiones de GFI dejadas de emitir a la atmósfera, planos y manuales de operación y mantenimiento del nuevo sistema de iluminación.

6.1.3 Actividad: 3 Socialización

El proyecto de actualización del alumbrado público convencional por alumbrado público fundamentado en tecnología de mayor eficiencia en la zona urbana del Municipio de Gómez Plata, deberá ser socializado con toda la comunidad de la zona urbana con el propósito de ilustrar a la comunidad sobre los beneficios del proyecto y los impactos que generan sobre los habitantes del Municipio. La propuesta contempla la realización de seis (6) Talleres a realizar así: tres (3) en los corregimientos y tres (3) en la cabecera municipal.

6.1.4 Actividad 4: Capacitación

El nuevo sistema de iluminación de alumbrado público, requiere la capacitación de los funcionarios encargados de la operación y mantenimiento, por lo tanto, se deberá programar un plan de capacitación por parte de la firma seleccionada para suministrar y poner en servicio el nuevo

sistema de iluminación de alumbrado público. La duración de la capacitación deberá ser como mínimo de cuarenta (40) horas, para los funcionarios que la administración del sistema de alumbrado público designe para tal fin.

6.1.5 Actividad 5: Implementación

En esta actividad se deberán elaborar las especificaciones técnicas para contratación de modernización del sistema de alumbrado público en la zona urbana del Municipio de Gómez Plata, y elaborar las especificaciones técnicas para contratación de modernización del sistema de alumbrado público en la zona urbana del Municipio de Gómez Plata. En las especificaciones del contrato de implementación se deberá incluir un capítulo para la exigencia del control de residuos sólidos y especiales que genera el proyecto, además de, solicitar certificado de la disposición final de las luminarias y elementos contaminantes. Una vez elaborados los pliegos de condiciones y especificaciones de las dos actividades mencionadas, se procederá a publicarlos en la plataforma que bien disponga el Municipio para su contratación. Una vez adjudicados los contratos se deberá exigir a la interventoría presentar información de los avances de la obra semanalmente al Director del proyecto asignado por el Municipio de Gómez Plata.

6.1.6 Actividad 6: Mantenimiento

Para las actividades del nuevo sistema de iluminación de alumbrado público instalado se deberán elaborar especificaciones técnicas para la contratación de tres (3) mantenimientos al año del sistema de alumbrado público en la zona urbana del Municipio de Gómez Plata en el cuatrenio 2020-2024. Publicar y adjudicar el contrato y realizar interventoría del mismo, asegurando que se realice en las condiciones técnicas y económicas que garanticen la sostenibilidad del sistema.

Actividad 7: Control del Plan

Durante todas las etapas del proyecto el director deberá tener información y velar por el cumplimiento de todos los parámetros de rigor técnico, legal y administrativos de los procesos. La alternativa seleccionada de modernizar el sistema de alumbrado público es la alternativa que brinda mayor eficiencia del sistema a unos costos razonables, esta alternativa reúne las condiciones bajo las cuales el servicio de alumbrado público se ve fortalecido, reducción del consumo energético, aumento de la seguridad en los espacios públicos, disminución de GEI y brindando condiciones de seguridad para las personas y el medio ambiente, cumplimiento de normatividad RETIE y RETILAP, y a la vez, representa para el proyecto y su ejecución la mayor integralidad, por cuanto involucra aspectos de mejoramiento, modernización, cobertura del servicio y cumplimiento de programas y metas establecidas en el Plan de Desarrollo del Municipio de Gómez Plata.

6.2 Localización

El proyecto será desarrollado en la subregión del Norte de Colombia, específicamente en el Departamento de Antioquia, Municipio de Gómez Plata. Ubicado a 98km de la Ciudad de Medellín.

Tabla 5: Localización del Proyecto

Región	Departamento	Municipio	Centro Poblado	Localización específica
Norte	Antioquia	Gómez Plata	6.244	6°, 40', 54" de latitud norte y 75°, 13', 05" de latitud oeste

Fuente: Construcción propia

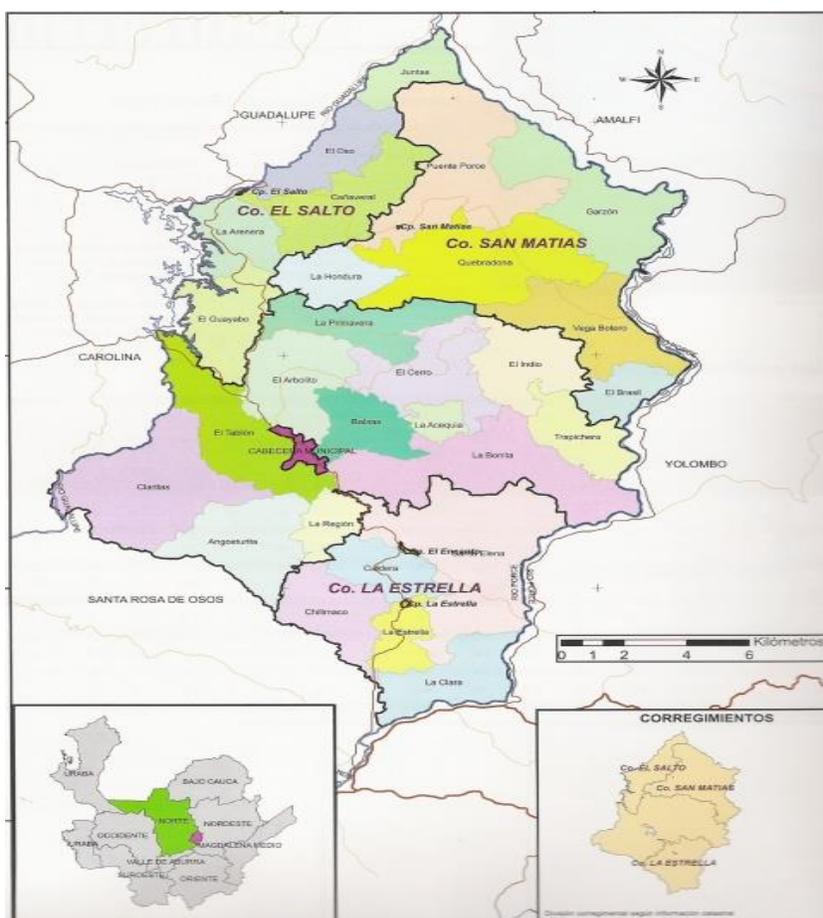


Figura 12: Localización Proyecto

Fuente: Plan de Desarrollo Municipio de Gómez Plata

6.3 Aporte a la Política Pública

Tabla 6: Aportes a las Políticas Públicas

Objetivos de desarrollo sostenible			Plan de desarrollo nacional 2018 – 2022 “Pacto por Colombia Pacto por la Equidad”		
# Objetivo de desarrollo sostenible a impactar	Programa	Línea estratégica	Componente	Proyecto	
<p>ODS 7: Energía asequible y no contaminante</p> <p>ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles</p> <p>ODS 12: Producción y consumo responsable</p> <p>ODS 17: Alianza para lograr los objetivos.</p>	<p>VIII. Pacto por la calidad y eficiencia de servicios públicos: agua y energía para promover la competitividad y el bienestar de todos</p> <p>A. Energía que transforma: hacia un sector energético más innovador, competitivo, limpio y equitativo.</p>	<p>Pactos transversales</p> <p>“Programa de eficiencia energética Caribe Energía Sostenible”</p>	<p>4) Gestión eficiente de recursos energéticos</p>	<p>Actualizarán la normativa y regulación pertinente para impulsar la migración tecnológica, mediante la incorporación de proyectos de iluminación con FNCER, uso de equipos eficientes y la exigencia de interventorías a la prestación del servicio de alumbrado público.</p>	
Plan de desarrollo departamental 2016 – 2019 “Pensando en Grande”			Plan de desarrollo municipal 2016 – 2019 “GÓMEZ PLATA tiene FUTURO y JUNTOS lo construimos”		
Línea estratégica	Componente	Proyecto	Línea estratégica	Componente	Proyecto
LÍNEA ESTRATÉGICA 4: SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL	Adaptación y mitigación al cambio climático	Adaptación y mitigación al cambio climático	LÍNEA ESTRATÉGICA 1. COMPETITIVIDAD E INFRAESTRUCTURA	PROGRAMA ESTRATÉGICO 1.6.2. SERVICIOS PÚBLICOS	<p>Proyecto 1: Mantenimiento permanente del alumbrado Público</p> <p>Proyecto 2: Reposición Alumbrado Público</p>

Fuente: Construcción propia

6.4 Análisis del Mercado

El propósito del proyecto es el de incrementar la eficiencia en el sistema de iluminación de alumbrado público del municipio de Gómez Plata, para cubrir las necesidades de ahorro energético, disminución de altos índices de consumos de energía, daños constantes en iluminación, mantenimientos excesivos y grandes cantidades de desechos generados, por tal motivo se hace necesario la realización de un análisis de mercado con el fin de conocer las características de oferta - demanda y de qué forma se presentará el servicio al cliente para que sea atractivo.

El sistema de alumbrado público del municipio de Gómez Plata cuenta con nueve (9) tipos de luminarias, dificultando las labores de mantenimiento, generando altos costos en repuestos y materiales, además de presentar una baja eficiencia las cuales se estiman en un 35%.

Tabla 7: Tipo de Luminarias

Tipo de Luminaria	Cantidad Luminaria	Potencia Bombilla (W)	Total Potencia (W)	Consumo kWh/año
Fluorescente	1	150	171	748.98
Incandescente	3	150	450	1971.00
Mercurio (Hg)	7	125	983.5	4307.73
	3	250	820.2	3592.48
Metal Halide	10	250	2725	11935.50
	2	400	860.6	3769.43
Sodio (Na) Balasto Reactor	565	70	45765	200450.70
	24	150	4056	17765.28
	14	250	3906	17108.28
Totales	629			261649.37

Fuente: Construcción propia

De acuerdo a la relación de los tipos de luminarias instaladas para el uso de su sistema de alumbrado público, se concluye que no existen luminarias de tecnologías de mayor eficiencia. En la **Tabla 8** se realiza el cálculo del déficit que presenta el municipio de Gómez Plata.

Tabla 8: Calculo Déficit por Luminaria

Año	Oferta	Demanda	Déficit
2019	477	629	-152

Fuente: Construcción propia

Tabla 9: Calculo Déficit por Kilovatio

Año	Oferta	Demanda	Déficit
2018	127267	297870	-170602
2019	139994	327656	-187663
2020	153993	360422	-206429
2021	169393	396464	-227072
2022	186332	436111	-249779
2023	204965	479722	-274757
2024	225462	527694	-302232

Fuente: Construcción propia

En la **Tabla 9** se realiza el cálculo del déficit con base al consumo de energía en kilovatios, teniendo como referencia los consumos del año 2018 y con un horizonte de tiempo estimado de 5 años.

6.5 Objetivo General

Diseñar un programa de actualización del alumbrado público convencional por alumbrado público fundamentado en tecnología de mayor eficiencia en la zona urbana del Municipio de Gómez Plata (Ant.)

6.6 Objetivos Específicos

1. Identificar la tecnología de alumbrado público que brinde las mejores características de eficiencia desempeño, para ser usadas en reemplazo de la tecnología convencional instalada en el municipio de Gómez Plata.
2. Modernizar 477 luminarias del alumbrado público convencional por uno fundamentado en tecnología de mayor eficiencia en la zona urbana del Municipio de Gómez Plata, en un periodo de cuatro años.

6.7 Diagrama del Árbol de Soluciones

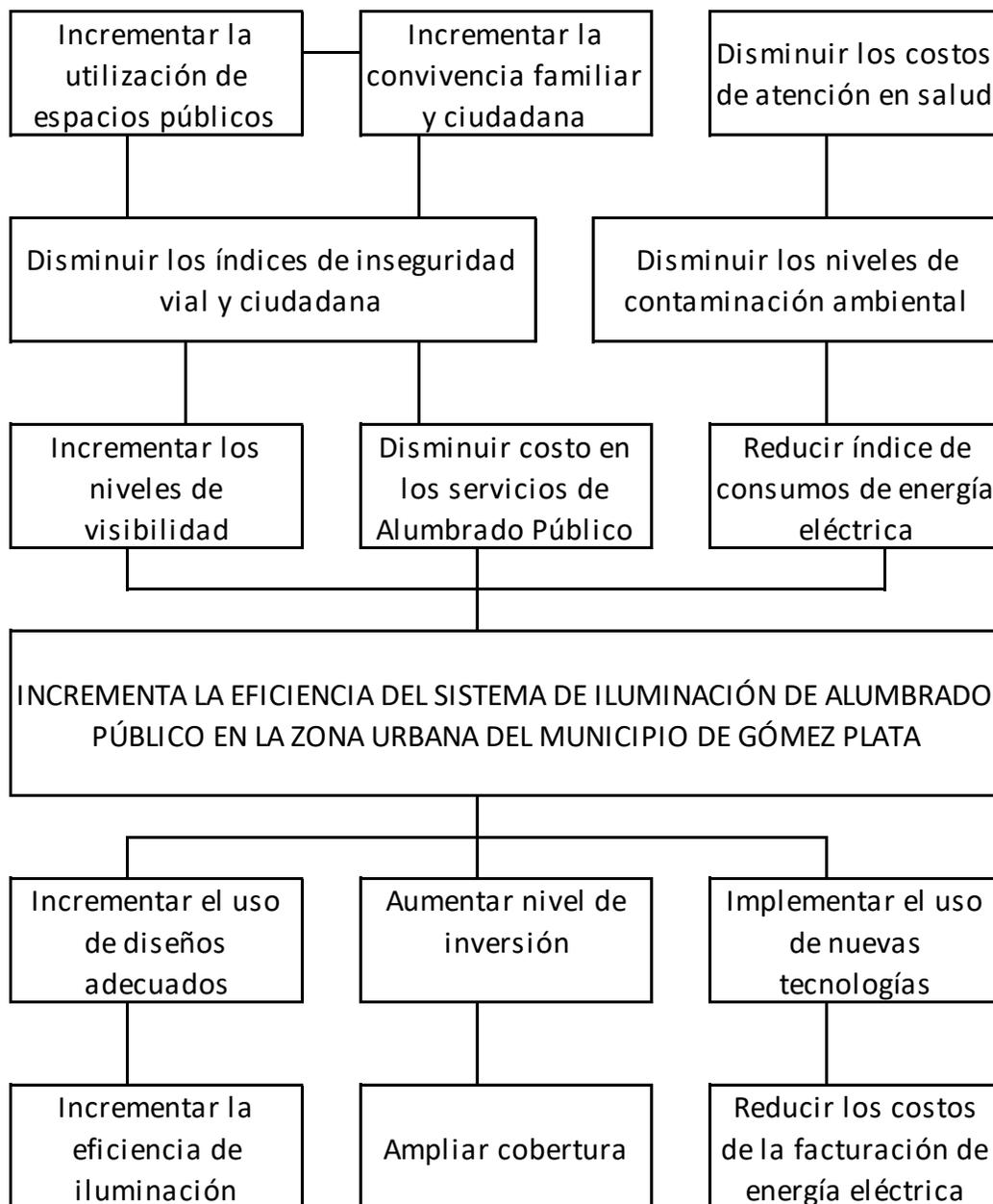


Figura 13: Diagrama de Árbol de Soluciones

Fuente: Construcción propia

7 MATRIZ DE ANÁLISIS DE RIESGOS

Tabla 10: Matriz de Riesgo del Proyecto

Descripción del Riesgo	Probabilidad	Impacto	Efecto	Medias de mitigación
Presupuesto insuficiente	Posible	Alto	La falta de recursos limita el logro de resultados del proyecto	Realizar el estudio de mercado teniendo en cuenta todas las posibles variables que influirán en el precio del contrato
Incorrecta inversión del anticipo o pago anticipado	Posible	Alto	Retrasos en el cronograma por falta de recursos	Solicitar al contratista un plan de inversiones del anticipo Definir claramente las responsabilidades del contratista: sobre el suministro de bienes, responsabilidad sobre el personal, transporte, entre otros
Incumplimiento del contratista	Probable	Alto	Posibles retrasos del proyecto y sobre costos	Estipulación medidas de apremio Planear actividades de ejecución en temporada de verano y suministrar equipo de lluvia al personal de la obra
Condiciones climáticas adversas para la construcción, el montaje o el transporte de los bienes.	Probable	Alto	Retraso en la ejecución de las obras y sobre costos	Planear actividades de ejecución en temporada de verano y suministrar equipo de lluvia al personal de la obra
Muerte o lesiones de empleados del contratista que ejecuten el contrato	Posible	Alto	Sobre costos del proyecto	Exigencias de pólizas contra riesgos y daños
Imprecisiones o deficiencias en la definición del alcance del contrato o sus especificaciones técnicas	Posible	Medio	Genera riesgo de asegurar la calidad y especificaciones de los materiales a usar.	Especificaciones claras en los pliegos, que den cuenta de la real necesidad que se requiere satisfacer con la ejecución del contrato. Gestión con las áreas involucradas
No cumplir con los cronogramas propuestos para la contratación	Probable	Medio	Retrasos en la terminación y entrega del proyecto	Reuniones periódicas de planeación con el contratista. Reuniones de aclaración y visitas en sitio.
Daños a los bienes o equipos durante el transporte, cargue o descargue	Posible	Medio	Retrasos en la terminación y entrega del proyecto	Especificar claramente las responsabilidades del contratista en el cargue y descargue de los bienes. Solicitar póliza de transporte de bienes
Accidentes en el manejo de maquinaria y equipos de construcción o durante la construcción que pueden generar daños.	Posible	Medio	Demandas y pleitos por afectaciones causadas a terceros	Solicitar pólizas contra daños a terceros

Daños o pérdida de activos de la empresa entregados al contratista para la ejecución del contrato.	Posible	Medio	Retraso en la ejecución de las obras y sobre costos	Póliza de daños que debe suscribir el contratista para proteger los activos entregados.
Incremento en las cantidades de obra	Probable	Medio	Sobre costos del proyecto	Realizar control periódico al contratista y mantener listado actualizado de cantidades de obra
Declarar desierto el proceso	Posible	Bajo	Probabilidad de inviabilidad del proyecto por cumplimiento de términos	Definir requisitos de participación que se haya verificado que los oferentes pueden cumplir
Adjudicar a contratistas sin capacidad real para cumplir con los compromisos contractuales	Posible	Bajo	Impacto negativo en los avances de los hitos del proyecto.	Analizar la capacidad financiera del contratista de acuerdo con los estados financieros.
Falta de recursos internos para el seguimiento al contrato	Posible	Bajo	Dificultades para el cumplimiento de hitos del proyecto	Realizar reuniones de evaluación de capacidad operativa y técnica del contratista.
Pocos proveedores o proveedor único	Posible	Bajo	Aumento de costos por falta de competidores en el mercado	Tener en cuenta esta variable en el estudio de mercados. Tener listado de proveedores alternativos.
Hurto o apropiación por parte de empleados del contratista de bienes o dinero entregado para custodia, control y cuidado del mismo.	Posible	Bajo	Retraso en la ejecución de las obras y sobre costos	Solicitar seguro de manejo. Realizar arqueos e inventarios con frecuencia en la obra
Retrasos en el proyecto o afectación a la operación	Posible	Bajo	Sobre costos del proyecto	Solicitar póliza de todo riesgo de construcción y montaje

Fuente: Elaboración propia

8 COSTOS DE LA ALTERNATIVA

8.1 Estructura de Desglose de Trabajo

A continuación, se describen los costos, los cuales corresponden a la serie de actividades que se deberán realizar para el debido cumplimiento en la ejecución del proyecto.

Tabla 11: Estructura Desglose de Trabajo

Objetivo General	Diseñar un programa de actualización del alumbrado público convencional por alumbrado público fundamentado en tecnología de mayor eficiencia en la zona urbana del Municipio de Gómez Plata (Ant.)						
Objetivo Específicos	Producto	Actividades	Insumo	Cantidad	Unidad	Valor Unidad	Valor Total
1) Identificar la tecnología de alumbrado público que brinde las mejores características de eficiencia de desempeño, para ser usadas en reemplazo de la tecnología convencional instalada en el municipio de Gómez Plata.	Un documento aprobado	Diagnostico	Estudios	1	Un	\$32,323,017	\$32,323,017
	Un documento	Diseño	Realizar diseños	1	Un	\$35,355,029	\$35,355,029
	Ejecutar seis talleres	Socialización	Realizar talleres	1	Un	\$8,340,467	\$8,340,467
	Un taller	Capacitación	Capacitación realizada	1	Un	\$4,798.696	\$4.798.696
2) Implementar un programa de modernización del	Modernización de 477 luminarias	Implementación	Un contrato	1	Un	\$687,255,425	\$687,255,425

alumbrado público fundamentado en tecnología de mayor eficiencia en la zona urbana del Municipio de Gómez Plata (Ant.)	Ejecutar tres mantenimientos por años	Mantenimiento	Un contrato	1	Un	\$96,081,850	\$96,081,850
	Dos informes	Control plan	Informes aprobados	1	Un	\$32,296,600	\$32,296,600
Costo Total de la Alternativa						\$ 896,491,084	

Fuente: Elaboración propia

Se adjunta, en el **Anexo 1** archivo en formato Excel llamado “Presupuesto AP_v2”, el cual contiene un lista más detallada y discriminada del costo de la alternativa.

9 VALORACIÓN DE INGRESOS Y BENEFICIOS

9.1 Identificación y Definición

Los ingresos y beneficios se identifican, cuantifican y valoran comparando la situación con proyecto y sin proyecto en un horizonte de evaluación de 20 años de acuerdo a lo que determina el anexo 7 del RETILAP y se asume para efectos de los cálculos económicos una tasa social de descuento de 9% (Planeación, <https://colaboracion.dnp.gov.co>, 2019). Esto determina el costo inicial de la inversión.

Los beneficios

El Municipio de Gómez Plata, modernizara 477 luminarias convencionales de sodio instaladas en la zona urbana, por luminarias de tecnologías de alta eficiencia tipo LED, con el propósito de disminuir los índices de consumo de energía eléctrica. El cambio de tecnología de iluminación convencional por iluminación de mayor eficiencia tipo LED, predice un ahorro del 47.93% de energía eléctrica para el año 2021, así como retirar 6.8gramos de mercurio del medio ambiente y evitar que se generen 15 Toneladas de CO₂ a la atmosfera.

Tabla 12: Identificación Beneficios

Efecto	Tipo	Nombre	Unidad Medida
	Disminución de Consumo	Disminución de consumo de energía eléctrica	Menos kWh/año
		Disminución de la demanda energética del país.	MW/año dejado de consumir
Directo	Liberación de recursos	Incrementar el flujo de caja en el Municipio	Mayor ingreso de dinero por recaudo
		Mayor diferencia de recaudo vs pagos por facturación	Mayor ingreso por recaudo
	Incremento de producción e ingresos netos	Incrementar la eficiencia del servicio de alumbrado publico	Mayor utilidad para el Municipio.

		Incremento de ingresos netos	Ahorros en menor pago de energía eléctrica
		Incremento en la disponibilidad y calidad del servicio dentro de la población	Mayor tiempo del servicio de iluminación
		Reducción en costos de mantenimiento	Ahorros en los costos de reparación por luminaria
		Reducción de riesgos	Menor tasa de accidentalidad vial en horas de la noche
Indirecto	Otros	Aumento de la seguridad ciudadana	Mejora en la percepción de seguridad ciudadana
		Incremento en el uso de los espacios públicos en las horas nocturnas	Mayor número de personas haciendo uso de espacios públicos
		Disminución en gases de efecto invernadero	Huella de carbono
Externalidades	Otros	Disminución en la contaminación de mercurio	Mercurio total sobre número de luminarias instaladas
		Incremento del comercio en horas nocturnas	Mayores ventas del comercio formal e informal
		Aumento de conciencia ambiental	Personas con mayor conciencia ambiental
		Belleza escénica	Mejor reproducción de los colores
Intangibles	Otros	Mejor imagen	Imagen positiva del municipio
		Reputación	Mejor reputación del municipio
		Baja contaminación de iluminación a la bóveda celeste	Menor iluminación emitida al cielo

Fuente: Elaboración propia

9.2 Cuantificación de Beneficios

La cuantificación de los beneficios se realiza con base a los ahorros de energía generados con la nueva tecnología de iluminación de mayor eficiencia tipo LED. La referencia del precio de energía corresponde al costo unitario del kWh facturado al Municipio de Gómez Plata, en el mes de mayo de 2019 (\$429.944) ver Anexo2_Factura _Energía_mayo_2019. El cálculo del ahorro de consumo de energía al año estimado es de \$ 73,347,070.58, por disminución de la demanda energética del país, lo que evitara la construcción de más centrales de generación se estiman que los ahorros al año para la población serian de \$ 55,228,152 y por ahorros en mantenimiento del nuevo sistema de iluminación se estiman obtener unos ahorros al año de \$ 36,000.000 representados en menos mantenimientos al año, mayor vida útil de la luminaria y mayor eficiencia de la lámpara.

Teniendo en cuenta que el proyecto tiene una vida útil de 10 años, se cuantifican estos beneficios obteniendo un ahorro estimado de \$ 1,645,752,220.

Al simular en el módulo financiero de la MGAWeb el resultado del análisis de la comparación multicriterio de la alternativa el resultado es una clasificación de “Muy Atractivo” 8.55 % como se puede apreciar en la **Figura 14**.

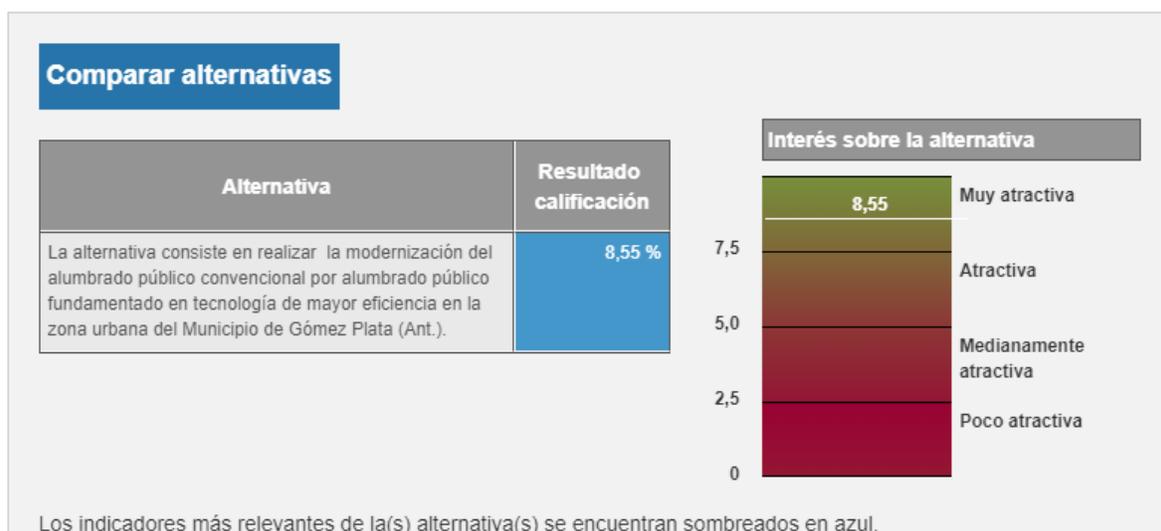


Figura 14: Interés sobre la Alternativa

Fuente: <https://mgaweb.dnp.gov.co/Evaluation/EV02?ProjectId=203547>

Tabla 13: Valoración de Beneficios

Valoración de Beneficios		Escenario sin proyecto				Escenario con proyecto		
Tipo	Nombre	Consumo (kWh/mes)	Ahorro (kWh/Año)	Ahorro (\$/Año)	% Ahorro	Consumo (kWh/mes)	Ahorro (kWh/Año)	Ahorro (\$/Año)
Disminución de Consumo	Disminución de consumo de energía eléctrica	297,864	0	0	0	127,267.20	170,596.80	68,273,521.70
	Disminución de la demanda energética del país.	298	0	0	0	127	138	55,228,152
	Mayor diferencia de recaudo vs pagos por facturación	0	0	0	0			36,000,000
Incremento de producción e ingresos netos	Incrementar la eficiencia del servicio de alumbrado publico	80lumenes/vatio				100lumenes/vatio		
	Incremento de ingresos netos	0				\$ 36,000,000		
	Incremento en la disponibilidad y calidad del servicio dentro de la población	87.80%				98.50%		
Liberación de recursos	Reducción en costos de mantenimiento	\$35,000luminaria				\$12,800luminaria		
Otros	Disminución en gases de efecto invernadero	Cantidad de CO2 emitido a la atmosfera: 59276.02Kg de CO2 eq				Cantidad de CO2 dejado de emitir a la atmosfera: 27508.367Kg de CO2 eq		
	Disminución en la contaminación de mercurio	Cantidad de mercurio 6.8gHg				Cantidad de mercurio nuevo sistema= 0		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14: Evaluación Económica de la Alternativa

Alternativa de Solución	Indicadores de Rentabilidad			Indicadores de Costo Eficiencia	Indicadores de Costo Mínimo	
	Valor Presente Neto (VPN)	Tasa Interna de Retorno (TIR)	Relación Beneficio Costo (BC)	Costo por Beneficiario	Valor Presente de Los Costos	Costo Anual Equivalente (CAE)
Modernizar 477 luminarias del alumbrado público convencional por uno fundamentado en tecnología de mayor eficiencia en la zona urbana del Municipio de Gómez Plata, en un periodo de cuatro años.	\$ 17,506,028.7	13.47%	1.01	\$ 93,133.90	\$ 1,249,577,553.6	\$ 2,948,284.9

Fuente: <https://mgaweb.dnp.gov.co/Evaluation/EV02?ProjectId=203547#>

Los indicadores más relevantes de la alternativa se encuentran relacionados en el resumen **Tabla 14.**

La alternativa consiste en realizar la modernización del alumbrado público convencional por alumbrado público fundamentado en tecnología de mayor eficiencia en la zona urbana del Municipio de Gómez Plata (Ant.)

El Proyecto: Modernización de 477 luminarias del alumbrado público convencional por uno fundamentado en tecnología de mayor eficiencia en la zona urbana del Municipio de Gómez Plata, en un periodo de cuatro años.

El producto Servicio de articulación para la gestión del cambio climático en la toma de decisiones sectoriales y territoriales.

10 MATRIZ DE MARCO LÓGICO

Tabla 15: Matriz de Marco Lógico

MML	Descripción	Indicador	Medios de Verificación	Supuestos
FIN	<p align="center">Contribuir a mejorar la calidad de vida de los habitantes del Municipio de Gómez Plata (Ant)</p> <p align="center">Objetivos de desarrollo sostenible</p> <p align="center">ODS 7: energía asequible y no contaminante, ODS 11: ciudades y comunidades sostenibles ODS 12: Producción y consumo responsable, ODS 17: Alianza para lograr los objetivos.</p> <p align="center">Programa:</p> <p align="center">VIII. Pacto por la calidad y eficiencia de servicios públicos: agua y energía para promover la competitividad y el bienestar de todos.</p> <p align="center">A. Energía que transforma: hacia un sector energético más innovador, competitivo, limpio y equitativo.</p> <p align="center">Plan de desarrollo nacional 2018 – 2022 “Pacto por Colombia Pacto por la Equidad”</p> <p align="center">Línea estratégica: Pactos transversales y “Programa de eficiencia energética Caribe Energía Sostenible”</p> <p align="center">Componente: 4) Gestión eficiente de recursos energéticos</p> <p>Proyecto: Actualizarán la normativa y regulación pertinente para impulsar la migración tecnológica, mediante la incorporación de proyectos de iluminación con FNCER, uso de equipos eficientes y la exigencia de interventorías a la prestación del servicio de alumbrado público.</p> <p align="center">Plan de desarrollo departamental 2016 – 2019 “Pensando en Grande”</p> <p align="center">LÍNEA ESTRATÉGICA 4: SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL</p> <p align="center">Componente: Adaptación y mitigación al cambio climático</p> <p align="center">Programa: Adaptación y mitigación al cambio climático.</p> <p align="center">Plan de desarrollo municipal 2016 – 2019 “GÓMEZ PLATA tiene FUTURO y JUNTOS lo construimos”</p> <p align="center">LÍNEA ESTRATÉGICA 1. COMPETITIVIDAD E INFRAESTRUCTURA</p> <p align="center">PROGRAMA ESTRATÉGICO 1.6.2. SERVICIOS PÚBLICOS</p> <p align="center">Proyecto 1: Mantenimiento permanente del alumbrado Público</p> <p align="center">Proyecto 2: Reposición Alumbrado Público</p>			

PROPOSITO	Diseñar un programa de actualización del alumbrado público convencional por alumbrado público fundamentado en tecnología de mayor eficiencia en la zona urbana del Municipio de Gómez Plata (Ant.)	# de luminarias nuevas instaladas / # total del programa	Informe de avances. Seguimiento al cronograma de reposición e instalación de luminarias.	Buenas condiciones climáticas. La normatividad RETIE y RETILAP, se mantienen sin cambios.	
COMPONENTES	1	Identificar la tecnología de alumbrado público que brinde las mejores características de eficiencia desempeño, para ser usadas en reemplazo de la tecnología convencional instalada en el municipio de Gómez Plata.	Implementar un sistema de alumbrado público en el cuatrenio	Informe mensual de avances.	Se cuenta con la información completa. Catálogos actualizados con información de proveedores.
	2	Implementar un programa de modernización del alumbrado público fundamentado en tecnología de mayor eficiencia en la zona urbana del Municipio de Gómez Plata (Ant.)	# luminarias nuevas instaladas/#total del programa # luminarias reemplazadas/#total de luminarias a reemplazar	Informes trimestrales	Se cuenta con Personal capacitado y entrenado
ACTIVIDADES	1.1	Diagnóstico inicial (Crear línea base)	Cronograma de ejecución y control de presupuesto de cada programa	Registro del seguimiento del cronograma y del control presupuestal de cada programa.	Buenas condiciones climáticas
	1.2	Diseño del sistema			Se cuenta con las
	1.3	Socialización			partidas
	1.4	Capacitación			presupuestales para
	1.5	Implementación			la ejecución de las
	1.6	Mantenimiento			actividades.
	1.7	Control del plan	La comunidad apoya el proyecto y participa activamente.		

Fuente: Elaboración propia

11 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

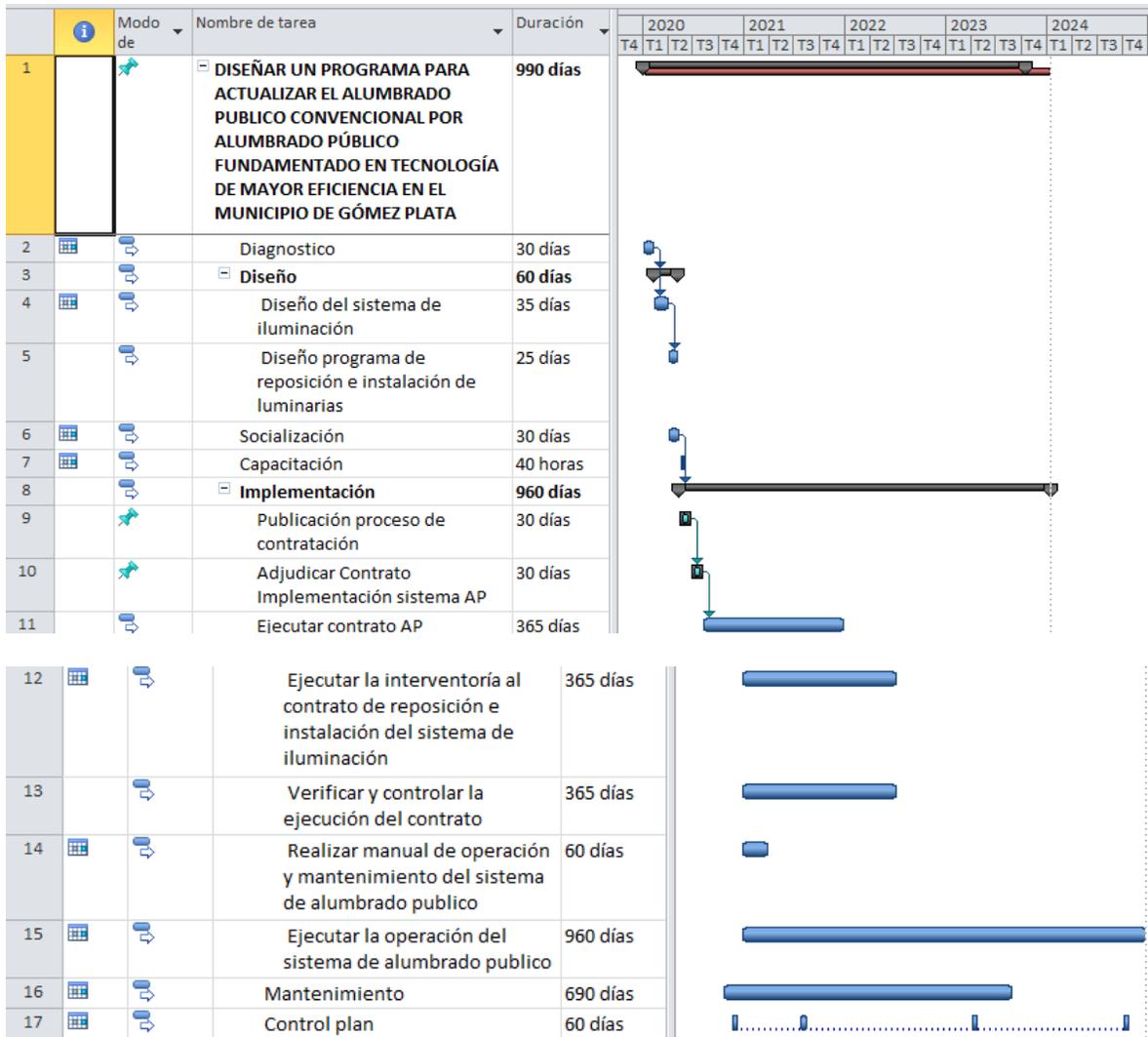


Figura 15: Cronograma
Fuente: Elaboración propia

12 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcaldía del Municipio de Neiva. (2017). PLAN ANUAL DE SERVICIO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO. *PLAN ANUAL DE SERVICIO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO*. NEIVA.

Ambiente, P. d. (2012). *Instrumental para la Transición Global a la Iluminación Eficiente*.
Obtenido de

https://www.google.com/search?rlz=1C1GCEB_enCO827CO827&ei=dUv1XMvaHI7r5gKRgqeoDQ&q=Instrumental+para+la+Transici%C3%B3n+Global+a+la+Iluminaci%C3%B3n+Eficiente&oq=Instrumental+para+la+Transici%C3%B3n+Global+a+la+Iluminaci%C3%B3n+Eficiente&gs_l=psy-ab.3...1

Conceptodefinicion.de. (26 de 10 de 2018). *Conceptodefinicion.de*. Obtenido de [://conceptodefinicion.de: https://conceptodefinicion.de/luz/](https://conceptodefinicion.de/luz/)

construmatica. (s.f.). *www.construmatica.com*. Obtenido de [www.construmatica.com: https://www.construmatica.com/construpedia/L%C3%A1mpara_Incandescente](https://www.construmatica.com/construpedia/L%C3%A1mpara_Incandescente)

CREG. (21 de Marzo de 2011). Resolución 043/95. *Resolución 043/95*. Bogotá, Colombia.

Departamento Nacional de Planeación. (2017).

Producto4_Informe_de_resultados_de_la_evaluacion_Alumbrado_Publico. Bogota.

earangos.wordpress.com. (s.f.). <https://earangos.wordpress.com>. Obtenido de [https://earangos.wordpress.com: https://earangos.wordpress.com/2015/02/18/1912-lampara-de-vapor-de-mercurio/](https://earangos.wordpress.com/2015/02/18/1912-lampara-de-vapor-de-mercurio/)

ecured.cu. (s.f.). *www.ecured.cu*. Obtenido de [www.ecured.cu: https://www.ecured.cu/L%C3%A1mparas_de_vapor_de_mercurio](https://www.ecured.cu/L%C3%A1mparas_de_vapor_de_mercurio)

es.weforum.org. (s.f.). <https://es.weforum.org>. Obtenido de [https://es.weforum.org/system-initiatives/shaping-the-future-of-energy: https://es.weforum.org/system-initiatives/shaping-the-future-of-energy](https://es.weforum.org/system-initiatives/shaping-the-future-of-energy)

es.weforum.org. (s.f.). <https://es.weforum.org>. Obtenido de [https://es.weforum.org: https://es.weforum.org/projects/fostering-effective-energy-transition](https://es.weforum.org/projects/fostering-effective-energy-transition)

iadb.org. (s.f.). <https://www.iadb.org/>. Obtenido de [https://www.iadb.org: https://www.iadb.org/es/sectores/financiamiento/financiamiento-innovacion-lab/promoviendo-la-inversion-privada-en-el-alumbrado-publico%2C19729.html](https://www.iadb.org/es/sectores/financiamiento/financiamiento-innovacion-lab/promoviendo-la-inversion-privada-en-el-alumbrado-publico%2C19729.html)

IEC. (1987). <http://www.electropedia.org>. Obtenido de [http://www.electropedia.org: http://www.electropedia.org/iev/iev.nsf/display?openform&ievref=845-07-17](http://www.electropedia.org/iev/iev.nsf/display?openform&ievref=845-07-17)

- IEC. (1987). <http://www.electropedia.org>. Obtenido de <http://www.electropedia.org>:
<http://www.electropedia.org/iev/iev.nsf/display?openform&ievref=845-07-25>
- IEC. (1987). <http://www.electropedia.org>. Obtenido de <http://www.electropedia.org>:
<http://www.electropedia.org/iev/iev.nsf/display?openform&ievref=845-07-20>
- IEC. (1987). <http://www.electropedia.org>. Obtenido de <http://www.electropedia.org>:
<http://www.electropedia.org/iev/iev.nsf/display?openform&ievref=845-07-20>
- IEC. (1987). <http://www.electropedia.org>. Obtenido de <http://www.electropedia.org>:
<http://www.electropedia.org/iev/iev.nsf/display?openform&ievref=845-07-22>
- IEC. (1987). <http://www.electropedia.org>. Obtenido de <http://www.electropedia.org>:
<http://www.electropedia.org/iev/iev.nsf/display?openform&ievref=845-07-23>
- IEC. (1987). <http://www.electropedia.org/>. Obtenido de <http://www.electropedia.org/>:
<http://www.electropedia.org/iev/iev.nsf/display?openform&ievref=845-07-04>
- International, M. (2018). *Manual para la evaluación de proyectos de Eficiencia Energética para el Sector de Alumbrado Público*. Lima - Perú: CAF. Obtenido de
<http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1323>
- Lluly Natalia Caleño Ortiz, J. D. (2017). ESTIMACIÓN DE LA REDUCCIÓN EN LA GENERACIÓN DE EMISIONES DE GEI ASOCIADO AL CAMBIO DE TECNOLOGÍAS LED EN LOS SEMÁFOROS DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C. - COLOMBIA. *Boletín Semillas Ambientales*, 111 – 118.
- Ministerio de Minas y Energía. (24 de Julio de 2006). Decreto 2424 de 2006. *Decreto 2424 de 2006*. Bogota, Colombia.
- Ministerio de Minas y Energía. (6 de Agosto de 2009). RESOLUCIÓN NÚMERO No 181331 de Agosto 6 de 2009. *Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público –RETILAP*. Bogotá, Colombia.
- Ministerio de Minas y Energía. (30 de marzo de 2010). RESOLUCIÓN No. 180540 DE Marzo 30 de 2010. *RESOLUCIÓN No. 180540 DE Marzo 30 de 2010*. Bogota, Colombia. Obtenido de
https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/23931303/RES180540_2010.pdf/a8e7e904-dc75-41a3-be82-9b990dd6ddb6
- Ministerio de Minas y Energía. (30 de Agosto de 2013). REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS (RETIE). *ANEXO GENERAL DEL RETIE RESOLUCIÓN 9 0708 DE AGOSTO 30 DE 2013 CON SUS AJUSTES*. Bogota, Colombia. Obtenido de
<https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/1179442/Anexo+General+del+RETIE+vigente+actualizado+a+2015-1.pdf/57874c58-e61e-4104-8b8c-b64dbabedb13>

Ministerio de Minas y Energía. (08 de febrero de 2016). RESOLUCIÓN 40122 DE 2016. *RESOLUCIÓN 40122 DE 2016*. Bogota, Colombia.

Ministerio de Minas y Energía. (30 de Mayo de 2018). Decreto 943 . *Decreto 943 de 30 de mayo 2018*. Bogota, Colombia.

monografias.com. (06 de 02 de 2019). *www.monografias.com*. Obtenido de *www.monografias.com*:
<https://www.monografias.com/trabajos93/analisis-comparativo-lamparas/analisis-comparativo-lamparas2.shtml>

Municipio de Gómez Plata. (6 de marzo de 2016). Plan de Desarro del Municipio de Gómez Plata. *Plan de Desarro del Municipio de Gómez Plata*. Gómez Plata, Colombia.

Planeación, D. N. (30 de mayo de 2019). <https://colaboracion.dnp.gov.co>. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co>:
<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Estudios%20Econmicos/487.pdf>

Planeación, D. N. (30 de mayo de 2019). terradata.dnp.gov.co/#/perfiles/05310. Obtenido de <https://terradata.dnp.gov.co/>: <https://terradata.dnp.gov.co/#/perfiles/05310>

Plata, M. d. (2019). *Luminarias_mun_Gomez_Plata*.

population.city. (04 de junio de 2019). <http://poblacion.population.city>. Obtenido de <http://poblacion.population.city>: <http://poblacion.population.city/colombia/gomez-plata/#1>

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2012). <https://www.thegef.org/>. Obtenido de <https://www.thegef.org/>:
https://www.thegef.org/sites/default/files/publications/en_lighten_spanish_complete_1.pdf

UPME. (2016). <http://www.upme.gov.co/>. Obtenido de http://www.upme.gov.co/calculadora_emisiones/:
http://www.upme.gov.co/calculadora_emisiones/aplicacion/calculadora.html

UPME, U. D. (28 de 12 de 2018). RESOLUCION No. 000774 de 2018. *RESOLUCION No. 000774 de 2018*. Bogota.

wikilengua.org. (s.f.). *www.wikilengua.org*. Obtenido de *www.wikilengua.org*:
http://www.wikilengua.org/index.php/Terminesp:1%C3%A1mpara_de_vapor_de_mercurio_a_baja_presi%C3%B3n

13 ANEXOS

Anexo1_Presupuesto AP_v2

Anexo2_Factura _Energía_mayo_2019

Anexo3_Luminarias_mun_Gomez_Plata

Anexo4_MML_AP_GOMEZ PLATA

Anexo5_TOTAL LUMINARIAS

Anexo6_Cotización ECOLUMEN

Anexo7_SUSCRIPTORES ENERGIA AÑO 2018

Anexo8_Actualización Cotización ECOLUMEN

Anexo9_COSTOS MGA

Anexo10_Cronograma AP_GP