

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN EFICIENTE EN ALUMBRADO  
PÚBLICO DEL MUNICIPIO DE GIRARDOTA**

**AUTORES:**

**CARLOS ALBERTO OSPINA HINCAPIE  
DIEGO ARMANDO QUICENO ATEHORTUA  
EDWIN ALONSO ROBAYO VILLAMIL**

**ASESOR Y/O DIRECTOR:**

**LILIANA PATRICIA RESTREPO MEDINA  
MARÍA ANGÉLICA BURITICÁ BARRAGÁN**

**TÍTULO PROFESIONAL QUE SE OTORGA:  
ESPECIALISTA EN GESTIÓN DE PROYECTOS**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO**

**FACULTAD DE DISEÑO**

**PROGRAMA  
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE PROYECTOS**

**MEDELLÍN**

**AÑO 2017**

## CONTENIDO

1.	Resumen Ejecutivo Del Proyecto:.....	6
2.	Marco Teórico:.....	8
2.1.	Marco de Referencia:.....	8
2.2.	Marco de Antecedentes: .....	10
2.3.	Marco Conceptual.....	20
3.	Justificación:.....	23
3.1.	Entorno del Proyecto. ....	23
3.2.	Análisis de La Situación Actual. ....	33
4.	Análisis de Problemas:.....	36
4.1.	Descripción de La Situación Existente con Relación al Problema.....	36
4.2.	Problema Central. ....	40
4.3.	Magnitud Actual del Problema Indicadores de Linea Base .....	40
4.4.	Causas Que Generan el Problema. ....	42
4.5.	Efectos Generados Por el Problema. ....	42
4.6.	Diagrama de Árbol de Problemas:.....	42
4.7.	Diagrama de Árbol de Objetivos:.....	43
5.	Análisis de Involucrados:.....	44
5.1.	Contextualización de Análisis a Realizar .....	44
5.2.	Matriz de Análisis de Involucrados. ....	45
5.3.	Población Afectada. ....	48
5.4.	Población Objetivo. ....	49
6.	Análisis de Soluciones .....	50
6.1.	Descripción de La Iniciativa:.....	50
6.2.	Localización: .....	52

6.3. Aporte a La Política Pública: .....	53
6.4. Análisis de Mercado: .....	54
6.5. Objetivo General: .....	58
6.6. Objetivos Específicos: .....	58
7. Matriz de Análisis de Riesgos:.....	59
8. Costos de La Alternativa: .....	60
8.1. Estructura de Desglose de Trabajo: .....	60
9. Valoración de Ingresos y Beneficios:.....	62
9.1. Identificación y Definición: .....	62
9.2. Cuantificación de Beneficios:.....	65
10. Matriz de Marco Lógico:.....	67
10.1 Análisis vertical. ....	71
10.2 Análisis Horizontal .....	71
11.1 Cronograma de Ejecución: .....	72
12.1 Referencias: .....	73

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Características lámparas led .....	13
Tabla 2: se demuestran el gran potencial de ahorros de energía y las reducciones de CO2 que resultarían si un país adopta el enfoque integrado y realiza la transición a la iluminación eficiente. ....	24
Tabla 3: Emisiones de CO2 y NO2 relacionadas a la operación de las lámparas. (En el cuadro se muestra las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la iluminación de diferente tipo de lámparas. ....	25
Tabla 4: Consumo de energía eléctrica en Girardota zona urbana año 2014 .....	36
Tabla 5: Consumo de energía eléctrica en Girardota zona rural año 2014 .....	37
Tabla 6: Déficit de luminarias eficientes.....	40
Tabla 7: Matriz de involucrados.....	47
Tabla 8: Población según grupo, edad y sexo .....	48
Tabla 9. Población certificada DNP – SISBEN .....	50
Tabla 10: consumo anual de energía eléctrica en la situación actual. ....	55
Tabla 11: Aportes de CO2 con el sistema de iluminación actual.....	56
Tabla 12: Resumen de la situación actual sin proyecto vs con proyecto .....	57
Tabla 13: Resumen final situación actual vs situación con proyecto.....	58
Tabla 14: Análisis de oferta y demanda en el alumbrado público. ....	58
Tabla 15: Matriz de Riesgos.....	59
Tabla 16: Estructura de desglose del trabajo.....	61
<i>Tabla 17: sustitución de lámparas en el alumbrado público del municipio. ....</i>	<i>62</i>
Tabla 18 Ahorro en \$/año por tipo de lámpara instalada. ....	63
Tabla 19 Ahorro en KWh/año por tipo de lámpara instalada.....	64
Tabla 20 Ahorro en aportes de CO2 (Kg) aportados al medio ambiente. ....	65
Tabla 21 ahorro en el consumo de energía situación con proyecto vs situación sin proyecto.....	66
Tabla 22 costo / beneficios de la situación con proyecto .....	66
Tabla 23 matriz de marco lógico .....	70
Tabla 24 cronograma de actividades .....	72

## LISTA DE GRÁFICOS

Grafico 1: Comparativo de eficiencia de las lámparas LED con las lámparas convencionales.....	14
Grafico 2: Funcionamiento iluminación led.....	15
Grafico 3: Se muestra el comparativo por vida útil de las diferentes tecnologías de la iluminación.....	16
Grafico 4: Ahorro de energía vs consumo eléctrico de las diferentes tecnologías de iluminación.....	17
Grafico 5: El Mapa Global de la Iluminación Eficiente.....	26
Grafico 6: proyección de ahorros de electricidad con el programa de uso racional de la energía implementado en Colombia. El grafico nos muestra que para el 2025 el ahorro en alumbrado público mediante la sustitución de lámparas de baja eficiencia seria de 315 GWH. ....	29
Grafico 7: ahorro de emisiones de gases de efecto invernadero con el programa URE. ....	29
Grafico 8: concentración de PM10 en el área metropolitana .....	31
Grafico 9: Concentracion promedia de PM 2.5.....	31
Grafico 10: comparación en porcentajes de las concentraciones máximas de material particulado y ozono registradas en el valle del aburra. ....	34
Grafico 11: Índice de calidad de aire en el municipio de Girardota enero – junio 2015 .....	35
Grafico 12: Concentración anual de PM10 en los diferentes municipios del área metropolitana.....	38
Grafico 13: Zonas críticas por contaminación en el valle de aburra. ....	38
Grafico 14: Comparativo de tasa de mortalidad 2010 -2012 municipio de Girardota .	39
Grafico 15: Árbol de Problemas.....	42
Grafico 16: Árbol de objetivos.....	43
Grafico 17 pirámide poblacional del municipio 2014.....	48
Grafico 18 nivel educativo población de Girardota .....	49
Grafico 19: Distribución de la población de Girardota por zona .....	50
Grafico 20: Ubicación geográfica de la zona de influencia .....	52

## **1. Resumen Ejecutivo Del Proyecto:**

El servicio de alumbrado público se ha catalogado como un servicio público no domiciliario. Se presta con el objeto de proporcionar exclusivamente, la iluminación de los bienes públicos y demás espacios de libre circulación, con tránsito vehicular o peatonal, dentro del perímetro urbano y rural del respectivo municipio, que es el responsable directo de velar y garantizar su prestación en condiciones óptimas, constituyendo así un indicador de bienestar, inclusión social, seguridad, crecimiento y desarrollo para la ciudad.

En el municipio de Girardota se viene presentando un escenario no muy alentador relacionado con la contaminación atmosférica, debido al desarrollo social y económico del municipio, al crecimiento poblacional y al aumento de la industria y comercio, generándose así unos niveles alarmantes de contaminación del aire, que están afectando la salud pública, la vegetación y el paisaje urbanístico del municipio, generando un deterioro en la calidad de vida de los habitantes; estos contaminantes se deben en gran medida a material particulado generado en el proceso de combustión del parque automotor del municipio y a gases de efecto invernadero, provocados en cierta medida por el consumo energético del municipio en temas de energía eléctrica asociadas a alumbrado público, industria y comercio.

Teniendo en cuenta lo anterior y tomando como referencia algunos estudios sectoriales donde el alumbrado público es la instalación que causa mayor incidencia en el consumo energético de un municipio, pudiendo representar el 54% sobre el total de los consumos energéticos de las instalaciones municipales y el 61% de electricidad, y considerando además estudios que demuestran que la iluminación es responsable del 19% del consumo de electricidad a nivel mundial, equivalente a la generación de 1889 MTCO<sub>2</sub> a la atmosfera; se evidencia la oportunidad de crear un proyecto encaminado a mejorar la eficiencia del alumbrado público del municipio enfocado en soluciones alternativas, eficientes y sustentables que ayuden a reducir o generar un impacto positivo en los problemas medio ambientales del municipio.

Ahora bien, teniendo en cuenta esta necesidad de disminuir los índices de contaminación del aire en el municipio, y revisando las líneas estratégicas del plan de desarrollo, observamos que Girardota no cuenta con un programa de eficiencia y sostenibilidad energética que permita reducir el consumo de energía eléctrica y atenuar los contaminantes que producen los gases de efecto invernadero, por el uso excesivo de fuentes convencionales de energía. Para ello y partiendo de un

programa nacional de uso racional de la energía (PROURE), se presenta la propuesta de una iniciativa de iluminación eficiente, encaminado mediante la sustitución de las luminarias convencionales del alumbrado público por un sistema de iluminación led, contribuir a la disminución de la contaminación del aire, mejorar la eficiencia del alumbrado público, permitir un ahorro energético en temas de consumo de energía eléctrica, incorporación de nuevas tecnologías en la infraestructura del municipio apoyando la sensibilización y la cultura ciudadana hacia el concepto de sostenibilidad, mejorar la imagen del municipio, mejorar la calidad de la iluminación y contribuir de igual manera al mejoramiento de la calidad de vida de la población.

Como resultado de esta problemática planteada, se formula el proyecto de iluminación eficiente para alumbrado público del municipio de Girardota, que consiste en el diseño de un sistema basado en tecnologías de iluminación led, para la sustitución de la iluminación convencional de baja eficiencia, el proyecto consta de dos etapas para lograr el objetivo del mismo y parte de realizar un censo georreferenciado de la cantidad, características y ubicación de las luminarias del alumbrado público del municipio, al igual que un diagnóstico del estado actual del sistema de iluminación; esta información permitirá detectar las medidas de ahorro de energía o las acciones que deberán ser adoptadas para lograr un servicio eficiente de alumbrado público; de igual manera se realizara después del diagnóstico un nuevo diseño del sistema de iluminación de alumbrado público para la sustitución de lámparas convencionales, por luminarias de alta eficiencia basados en tecnologías led, incluyendo además el diseño de un sistema de optimización y regulación de alumbrado público.

## 2. Marco Teórico:

### 2.1. Marco de Referencia:

En el servicio de alumbrado público en el municipio tiene como finalidad proporcionar las condiciones básicas de iluminación de vías, espacios de tránsito vehicular, peatonal y otros escenarios de libre circulación, para un adecuado desarrollo de las actividades nocturnas dentro del perímetro urbano y rural del municipio. Este alumbrado debe tener unas condiciones mínimas de operación y confort y el municipio debe asegurar el funcionamiento continuo, uniforme y eficiente del servicio para la satisfacción de las necesidades de la comunidad.

En nuestro municipio es innegable que se vive una problemática referente a los altos consumos energía eléctrica por el concepto de iluminación en alumbrado público, debido al uso de tecnologías convencionales de iluminación que son poco eficientes y que además liberan un alto contenido de CO2 incrementando la huella de carbono en nuestro municipio, con los consecuentes problemas medio ambientales y de salud pública asociados, los altos costos de operación y mantenimiento por tecnologías convencionales y obsoletas, 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 y físico del municipio debido al diseño ambiguo y de bajo confort de nuestro sistema de iluminación público.

Según las entidades de servicios públicos (EPM), en promedio los municipios del país destinan al pago de servicios de energía eléctrica alrededor del 30% de su presupuesto de gasto, esto, en virtud a que este servicio es utilizado principalmente en el alumbrado público. Estos altos gastos en servicio eléctrico asociados a la iluminación de los espacios públicos, crean la necesidad de la implementación de programas e iniciativas de eficiencia y ahorro energético, que contribuyan a disminuir los consumos energéticos y por tanto los gastos asociados, generando nuevos escenarios de inversión pública en la comunidad hacia el mejoramiento de las condiciones, calidad de vida y aportando al crecimiento y fortalecimiento del municipio.

Ahora bien, en la red actual de alumbrado público municipal se estiman que existen aproximadamente 3877 luminarias o puntos de luz, las cuales en su mayoría son de 100W (70% aproximadamente) y el resto son de 70W y 150W, estos datos son estimados ya que el municipio no cuenta con un inventario censo actualizado de dichas cargas. De manera genérica, mas no

limitativa, las luminarias que tienen lámparas de 150W se encuentran instaladas en avenidas, calzadas, vialidades rápidas y/o principales; así mismo las potencias de 70W se encuentran en calle secundarias, andenes, fraccionamientos, escenarios, entre otras. Todas estas luminarias son tecnologías convencionales de baja eficiencia.

Bajo este contexto se vuelve necesario la implementación de un proyecto enfocado al ahorro de energía eléctrica en los sistemas de alumbrado público y modernización de la infraestructura del servicio de alumbrado público, siguiendo estrategias y programas de eficiencia y sostenibilidad energética y ambiental, aplicando medidas de ahorro en energía eléctrica, disminución de los gases de efecto invernadero y optimización de los recursos económicos del municipio. El desarrollo de un proyecto de iluminación eficiente en el alumbrado público del municipio, proporciona a la sociedad y el entorno, beneficios por la disminución de los costos sociales, tales como el uso de recursos naturales y la contaminación del medio ambiente, los cuales se traducen, en términos de evaluación social de proyectos, en beneficios por la liberación de recursos de energía y que pueden ser dirigidos a satisfacer las necesidades de otras actividades productivas.

En este mismo contexto, se resalta que estos beneficios se traducen por la reducción de externalidades, ya que por cada KW ahorrado se evitan 2.17 KG de agentes contaminantes a la atmosfera, tales como Óxido de Nitrógeno (NOx), Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), ambos causantes de la llamada lluvia acida, y Bióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) que contribuyen al aumento del efecto invernadero en la atmosfera e influye en el incremento de la temperatura en la superficie terrestre y como consecuencia en el cambio climático.

Ahorrar y usar eficientemente la energía eléctrica, así como cuidar el ambiente no son sinónimos de sacrificar o reducir el nivel de bienestar o el grado de satisfacción de las necesidades cotidianas. Por el contrario, un cambio en sistemas y hábitos pueden favorecer una mayor eficiencia en el uso de la electricidad, el empleo racional de los recursos energéticos, la protección de la economía municipal y la preservación del entorno natural; y en el municipio se puede dar el primer paso hacia la sostenibilidad y eficiencia energética mediante la implementación de un proyecto de iluminación eficiente.

En este sentido, entonces es que esta iniciativa busca diseñar un programa que permita gestar procesos de iluminación eficiente para la sustitución del sistema de iluminación convencional por uno alternativo de manera estratégica, que se asocia con el reemplazo de este sistema por uno tipo Led posibilitando no solo una mayor articulación con el entorno y el medio ambiente, sino que

también permite repensar y minimizar algunos fenómenos sociales asociados con la preocupación global del calentamiento, el medio ambiente y las escasas estrategias de generar cultura en cuanto a entornos saludables.

## **2.2. Marco de Antecedentes:**

La eficiencia energética es considerada un instrumento altamente eficaz para hacer frente a la creciente demanda mundial de energía y a los efectos negativos generados sobre el medio ambiente por el mal uso de los recursos no renovables, la emisión de fluidos contaminantes en los procesos productivos, y demás acciones que han ido en detrimento de la sostenibilidad del planeta. Se ha demostrado que los avances en la materia contribuyen a mejorar la seguridad energética, a aumentar la competitividad, a generar empleo, a incrementar la fiabilidad de los sistemas energéticos y reducir la vulnerabilidad al alza e inestabilidad de los precios de la energía, además de disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero.

En este contexto, las naciones están buscando oportunidades para ahorrar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. De acuerdo al libro de la agencia internacional de energía, la iluminación en 2005 representó 2.650TWh, 19% de la electricidad global usada por año, equivalente a la energía generada por todas las centrales eléctricas a gas del mundo. Las emisiones resultantes de 1889 MTCO<sub>2</sub> por año con equivalentes al 70% de las emisiones mundiales de los vehículos de pasajeros. Sin intervención las emisiones aumentarían mientras aumenta la población mundial, por tal motivo se hace necesario implementar acciones hacia la sostenibilidad y la eficiencia energética, dando el primer paso con la eficiencia en los sistemas de iluminación.

En el documento *instrumental para la transición global hacia la iluminación eficiente, desarrollado por la iniciativa en. lighten del programa de las naciones unidas para el medio ambiente y el fondo para el medio ambiente mundial, 2012, página 16 expresa que:*

“Las lámparas más eficientes para iluminación general en el sector consumidor, utilizan la quinta a sexta parte de la electricidad utilizada por las lámparas menos eficientes, para producir la misma cantidad de luz. Las lámparas eficientes no sólo requieren menos energía, sino que también tienen una vida útil nominal más larga que las lámparas convencionales e ineficientes. Los avances tecnológicos hacen que las lámparas eficientes sean cada vez más competitivas respecto a las lámparas ineficientes. Por ejemplo, el precio de las lámparas fluorescentes compactas (CFLs) de

buena calidad se redujo un 90 % durante la última década. En muchos mercados alrededor del mundo, el precio de venta de una CFL está entre 1,50 y 2,50 USD”

Teniendo en cuenta lo anterior y la necesidad de reducir el impacto ambiental de la quema de combustibles fósiles hace que la transición hacia una iluminación eficiente sea imprescindible. Sin embargo, hay algunos países en el mundo que todavía no han tomado acciones hacia la transición a la iluminación eficiente. Esto puede deberse a muchos factores, incluyendo: incertidumbre por parte de los gobiernos acerca de cómo iniciar un programa de eliminación gradual; falta de información sobre productos alternativos; cuestiones de capacidad; escepticismo sobre los beneficios potenciales de la iluminación eficiente; y falta de los recursos necesarios para implementar la transición de manera efectiva

Bajo este contexto y los beneficios que trae la implementación de la iluminación eficiente como estrategia mundial hacia la sostenibilidad energética y ambiental, es importante considerar el uso de esta iniciativa en el sector de alumbrado público, motivando la implementación de programas de uso racional y eficiente de la energía e incorporando las nuevas tecnologías de la iluminación en los escenarios sociales, trayendo consigo beneficios de tipo económicos, políticos y ambientales.

El alumbrado público es un servicio público no domiciliario que se presta con el fin de iluminar lugares de libre circulación, que incluyen las vías públicas, los parques y demás espacios que se encuentren a cargo del municipio, con el fin de permitir el desarrollo de actividades nocturnas dentro del perímetro urbano y rural. Pero sin duda, el objetivo principal es proporcionar condiciones de iluminación que generen sensación de seguridad a los peatones y una adecuada visibilidad a los conductores de vehículos en zonas con alta circulación peatonal.

Tomando como referencia estudios sectoriales, el alumbrado público es la instalación que causa mayor incidencia en el consumo energético de un municipio, pudiendo representar el 54% sobre el total de los consumos energéticos de las instalaciones municipales y el 61% de electricidad. La importancia de las instalaciones de alumbrado público es tal que en algunos municipios supone hasta el 80% de la energía eléctrica consumida y hasta el 60% del presupuesto de los consumos energéticos.

Por tanto, que al implementar una estrategia de alumbrado público con iluminación led en las municipalidades, resulta un buen negocio tanto para el medio ambiente como para los países, ya que aunque la inversión inicial de implementar este nuevo sistema de iluminación es sumamente

alta, se puede demostrar que los beneficios económicos, sociales y ambientales son altos, en cuanto permite un ahorro en el consumo de energía, ahorro en los costos de operación y mantenimiento del sistema de iluminación y reducción de los gases de efecto invernadero, todo esto se traduce en mejoramiento de la calidad de vida a través estrategias de sostenibilidad ambiental y energética.

Ahora bien, bajo estos postulados es que las lámparas de estado sólido (LED) usan leds diodos emisores de luz como fuente lumínica. Debido a que la luz capaz de emitir un led no es muy intensa, para alcanzar la intensidad luminosa similar a las otras lámparas existentes como las incandescentes o las fluorescentes compactas las lámparas LED están compuestas por agrupaciones de ledes, en mayor o menor número, según la intensidad luminosa deseada. Actualmente las lámparas de led se pueden usar para cualquier aplicación comercial, desde el alumbrado decorativo hasta el de viales y jardines, presentado ciertas ventajas, entre las que destacan su considerable ahorro energético, arranque instantáneo, aguante a los encendidos y apagados continuos y su mayor vida útil, pero también con ciertos inconvenientes como su elevado costo inicial.

Según el documento instrumental para la transición global hacia la iluminación eficiente, desarrollado por la iniciativa en. lighten del programa de las naciones unidas para el medio ambiente y el fondo para el medio ambiente mundial, 2012, página 16 expresa que: *“Las lámparas LED tienen una eficiencia luminosa mayor que cualquiera de las lámparas fluorescentes e incandescentes. Tienen larga duración, no tienen filamentos metálicos y normalmente no tienen bombillos de vidrio. El uso de una lámpara LED para reemplazar una lámpara incandescente reduce el consumo de energía hasta en un 90%. A diferencia de las CFLs, las lámparas LED no contienen mercurio. Al igual que otros aparatos electrónicos y lámparas, las soldaduras pueden contener plomo u otros metales pesados. Sin embargo, algunos fabricantes ofrecen modelos que contienen soldadura libre de plomo. Actualmente, el costo inicial de las lámparas LED es muy alto comparado con las lámparas incandescentes y CFLs, pero se espera que los precios comiencen a bajar rápidamente a medida que aumente la demanda de lámparas LED”*.

Costo inicial (precio para el consumidor)	Medio a muy alto
Vida media, y depreciación de lúmenes durante su vida útil	Muy larga (>50,000 h)
Eficacia luminosa	Alta (>120 lm/W). Puede haber disminución notoria de los lúmenes durante su vida útil.
Costos operativos, incluyendo el reemplazo de lámparas agotadas	Bajos
Temperatura de color	Hay modelos disponibles en un amplio rango de temperaturas de color, desde e blanco muy cálido (2400 K) al blanco muy frío (6500 K)
Compatibilidad con luminarias existentes	La mayoría son compatibles, pero algunas lámparas LED pueden ser más pesadas debido al disipador de calor, que es de metal. Algunas pueden no caber en todas las luminarias.
Compatibilidad con controles de atenuación (atenuable)	Sólo si se especifica en la etiqueta o en el empaque.
Temperatura de operación (superficie de la lámpara)	Muy baja. El disipador de calor de algunas lámparas LED puede estar templado a caliente.
Gestión ambiental sostenible	Pueden contener plomo en las soldaduras. Riesgo de rotura de vidrio.

*Tabla 1: Características lámparas led*

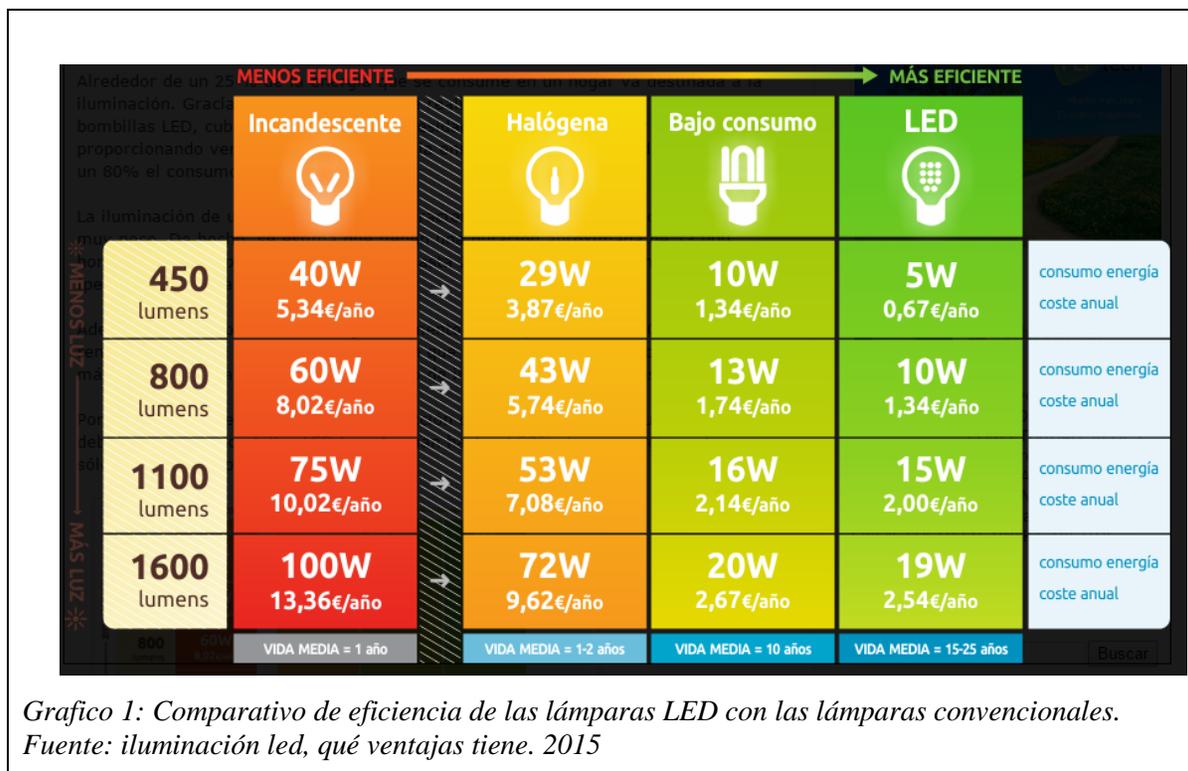
*Fuente: Organización de naciones Unidas. (2012). Instrumental para la transición global a la iluminación eficiente, programa de las naciones unidas para el medio ambiente.*

La iluminación de estado sólido o SSL, basada en semiconductores inorgánicos LED, tiene el potencial de cambiar fundamentalmente la naturaleza de la luz que las personas han experimentado en los últimos 100 años. Los LED representan una tecnología de iluminación fundamentalmente diferente al díselo de la bombilla incandescente o fluorescente; se componen de capas delgadas de materiales semiconductores que emiten luz cuando se aplica un voltaje a través de las capas, formando un chip productor de luz (Ecos consulting, 2003). El chip LED debe estar contenido en epoxy con un disipador de calor, conductores metálicos y, un reflector de luz para formar una fuente de luz funcional.

En este mismo contexto, se anota que, desde los planteamientos de Benjumea, M (2009) expresa que una propuesta para la implementación de un sistema led para la iluminación pública en Antioquia, debe tener las siguientes características asociadas a la iluminación led los diodos emisores de luz se caracterizan por su larga duración, bajo consumo energético y resistencia a los impactos.

El color de la luz se mantiene constante ya que son luces reguladas, permiten dirigir la luz con exactitud, ya que poseen una fuente de luz puntual. Su encendido es inmediato, por esta razón son usadas en escenas de luz dinámicas y no requiere enfriamiento para una posterior reencendido.

En este contexto las lámparas LED se presentan como una innovación tecnológica en el campo de la iluminación que presenta numerosos beneficios con respecto a la iluminación convencional.

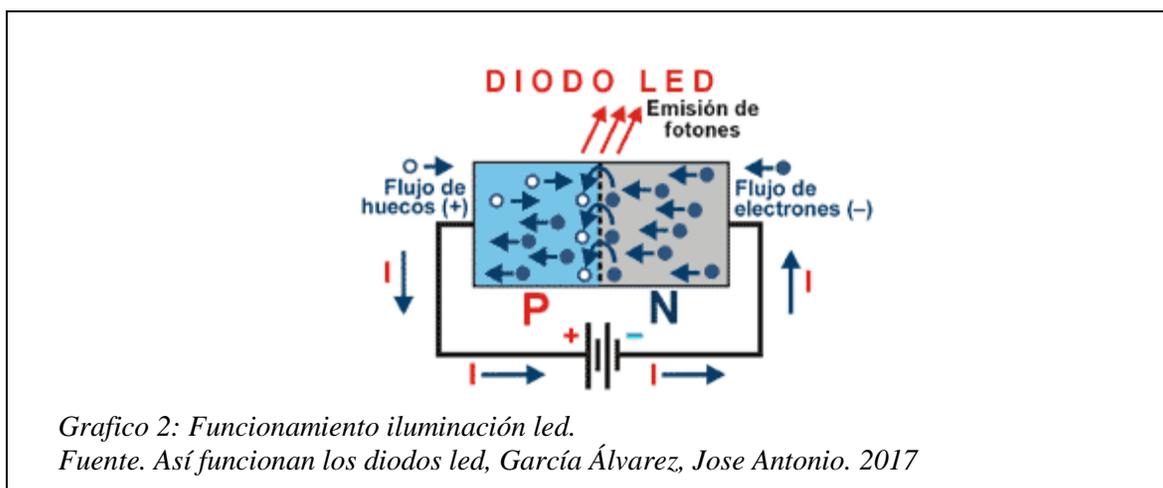


Un diodo LED está compuesto de los siguientes elementos:

- Extremo superior abovedado de la cápsula de resina epoxi, que hace también función de lente convexa. La existencia de esta lente permite concentrar el haz de luz que emite el chip y proyectarlo en una sola dirección.
- Cápsula de resina epoxi protectora del chip.
- Chip o diodo semiconductor emisor de luz.
- Copa reflectora. En el interior de esta copa se aloja el chip emisor de luz.
- Base redonda de la cápsula de resina epoxi. Esta base posee una marca plana situada junto a uno de los dos alambres de conexión del LED al circuito externo, que sirve para identificar el terminal negativo (-) correspondiente al cátodo del chip.
- Alambre terminal negativo (-) de conexión a un circuito eléctrico o electrónico externo. En un LED nuevo este terminal se identifica a simple vista, porque siempre es más corto que el terminal positivo.

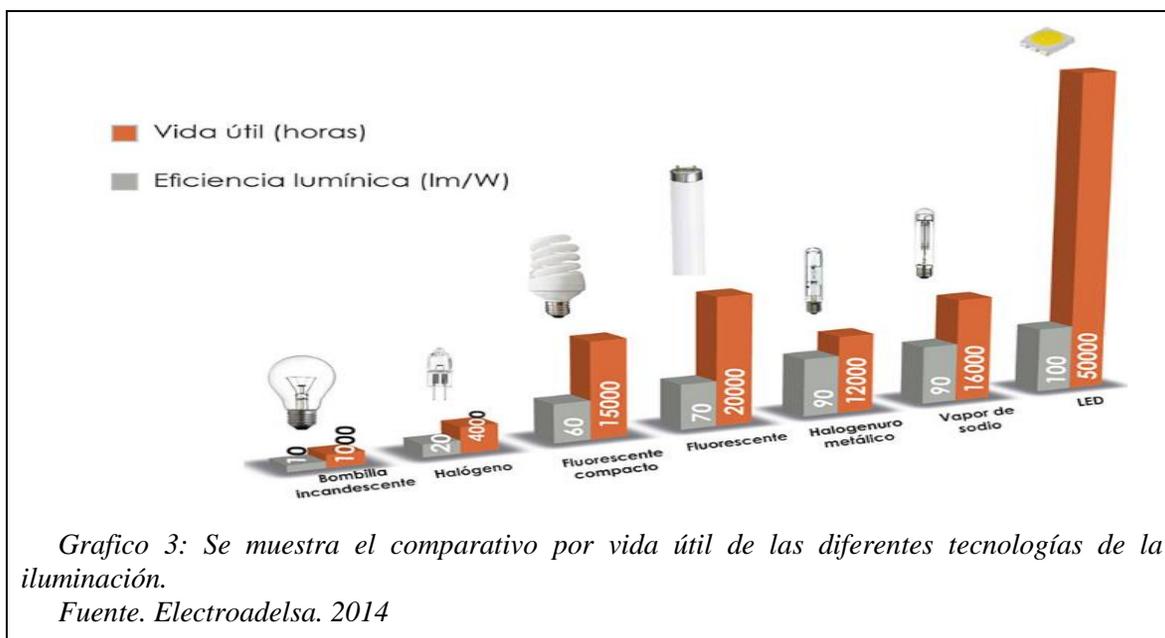
- Alambre terminal positivo (+) correspondiente al ánodo del chip del diodo, que se utiliza para conectarlo al circuito externo.
- Alambre muy delgado de oro, conectado internamente con el terminal positivo (+) y con el ánodo del chip.

El funcionamiento normal de los diodos emisores de luz LED consiste en que, en los materiales conductores, un electrón, al pasar de la banda de conducción a la de valencia, pierde energía; esta energía perdida se manifiesta en forma de un fotón desprendido, con una amplitud, una dirección y una fase aleatoria. El que esa energía perdida, cuando pasa un electrón de la banda de conducción a la de valencia, se manifieste como un fotón desprendido o como otra forma de energía, calor, por ejemplo: depende principalmente del tipo de material semiconductor. Cuando un diodo semiconductor se polariza directamente, los huecos de la zona positiva se mueven hacia la zona negativa y los electrones se mueven de la zona negativa hacia la zona positiva; ambos desplazamientos de cargas constituyen la corriente que circula por el diodo.



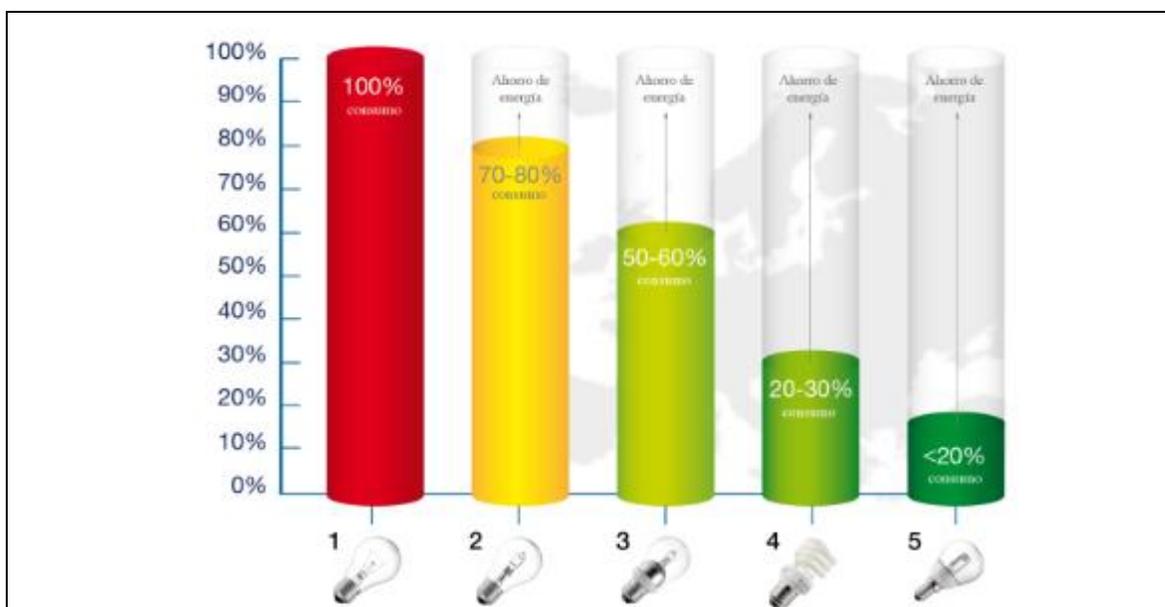
Dentro del *programa de conferencias y talleres de Expo Lighting America 2011*, Oriol Sala, *Brand manager de LEDS-C4*, impartió una interesante conferencia sobre la tecnología LED, su importancia y diversas aplicaciones. Sala explicó que los LEDs tienen nueve ventajas que le dan un valor agregado a esta tecnología: larga vida útil, menor mantenimiento comparado con las fuentes de luz convencionales, alta eficiencia energética, extensa gama de colores por naturaleza, encendido instantáneo, robustez extrema, luz directa, ecológicos y ausencia de infrarrojos y ultravioletas. A continuación, presentamos un resumen de las nueve ventajas mencionadas en la conferencia:

Larga vida útil: Los LEDs son diodos que emiten luz cuando la corriente pasa a través de los semiconductores. Se necesita un driver o fuente de alimentación para aportar con precisión la corriente que pasa a través del LED. Por otra parte, para asegurar su larga vida es muy importante el correcto estudio y diseño de la disipación del calor producido por el diodo dentro de la luminaria. Contar con un buen disipador garantiza 50 mil horas de vida. La clave está en que exista una mayor superficie en contacto directo con el aire. En Leds-C4, si no se consigue que una luminaria mantenga la temperatura idónea para que el LED trabaje a la temperatura correcta, no es lanzada al catálogo.



**Menor mantenimiento comparado con las fuentes de luz convencionales:** Otra de las ventajas de la tecnología LED es que no se funde, sino que sufre una degradación del flujo luminoso. Se considera que la vida útil del LED termina en el momento en que se reduce su luminosidad más de un 70% de su valor inicial. Las luminarias LED duran muchas veces más que las fuentes de luz convencionales por lo que no es necesario invertir en repuestos constantemente. Se eliminan costos de mantenimiento periódicos, lo que mejora la rentabilidad de la instalación.

**Alta eficiencia energética:** Debido a la extraordinaria y continuada evolución de los LEDs hacia la eficiencia energética, no se puede comparar el rendimiento lumínico del LED con su consumo. Por este motivo no se mide su eficiencia con watts, sino con los cálculos de lúmenes por watt o lúmenes por LED.



*Gráfico 4: Ahorro de energía vs consumo eléctrico de las diferentes tecnologías de iluminación.*

*Fuente: gobierno del principado de Asturias, ¿Qué bombilla me conviene?, 2012.*

**Extensa gama de colores por naturaleza:** la uniformidad del bin “tonalidades de color” blanco es uno de los retos más difíciles que tienen los fabricantes de LEDs, estos están disponibles en tonalidades de blanco con temperaturas de color que van desde 2,700K hasta 8,000K. LEDS- C4 ha centrado sus esfuerzos en asegurar que el bin de las diferentes luminarias sea el más próximo posible entre ellas.

Por tanto, el color de la luz del LED depende de los materiales internos de éste; los LEDs azules están compuestos por diferentes materiales en comparación a los LEDs verdes. Podemos obtener la luz blanca a partir de una mezcla equitativa de los tres colores primarios —azul, rojo y verde— o también utilizando un LED blanco. La mejor manera de obtener luz blanca es cubrir un LED de color azul con una capa de fósforo. Dependiendo de los controles de calidad que tiene cada marca en su proceso de fabricación se conseguirá mayor o menor igualdad en los diferentes grupos del bin blanco; por esto es muy importante utilizar LEDs de primeras marcas.

**Encendido instantáneo:** El LED tiene el encendido más rápido comparado con fuentes de luz convencionales. Siendo otra de las características de los LEDs que su vida no se reduce por las repetidas acciones de encendido y apagado.

**Robustez extrema:** Otro punto a favor es la robustez: no es que los LEDs sean robustos (presionado con un dedo obviamente la óptica se daña), sino que esta tecnología es resistente a las continuas vibraciones.

**Luz directa:** La luz del LED es totalmente direccional, por lo que no existen pérdidas lumínicas por reflexión. Esto contribuye notablemente a aumentar la eficiencia y rentabilidad de las luminarias.

**Ecológico:** Prácticamente la totalidad del LED es reciclable. Su diseño compacto reduce el volumen de la luminaria y del residuo. No contiene mercurio ni otros elementos perjudiciales para el medio ambiente.

**Ausencia de infrarrojos y ultravioletas:** Los LEDs utilizados para la iluminación solamente emiten flujo en el espectro visible de la luz que el ojo humano es capaz de percibir. Hay un elevado número de aplicaciones; por ejemplo, en los museos el LED será claramente una buena opción gracias a esta característica. Los LEDs no emiten luz ultravioleta, con lo que se evita el calor de los infrarrojos y el desgaste de los materiales en aparadores.

La tecnología de iluminación LED, es la tecnología emergente más innovadora en el mercado. Ofrece calidad de luz y rendimiento visual, a la vez que proporciona oportunidades para la reducción de costes, disminución de la contaminación lumínica en ciudades y liderazgo en innovación en los sectores de iluminación y eficiencia energética. Cuando se combinan con sistemas de gestión luz inteligente, la tecnología led puede ahorrar hasta un 70% de la electricidad utilizada para la iluminación y reducir considerablemente los costos de energía y mantenimiento en comparación con las tecnologías convencionales.

En la investigación realizada por Serrano, A (2015) en el análisis de ahorro energético en iluminación led industrial: estudio de un caso, considera que:

*la iluminación LED en aplicaciones industriales supondría un gran ahorro energético, por la potencia, superficie a iluminar y horas de uso. Por este motivo, el número de empresas que en la actualidad están sustituyendo los sistemas de iluminación tradicional por este tipo de tecnología es cada vez mayor. Hasta la aparición del LED la iluminación industrial había utilizado principalmente lámparas de halogenuros metálicos y fluorescencia. La importancia de introducir la iluminación LED en el sector industrial viene determinada por la necesidad de optimizar los costes de operación con el objeto de aumentar su competitividad. Según la Oficina de Eficiencia Energética y Energías Renovables de los Estados Unidos, el cambio a tecnología LED en iluminación podría suponer en las próximas dos décadas, un ahorro de \$250 billones en costes de energía y reduciría el consumo eléctrico en iluminación en torno al 50%, evitando la emisión de 1800 millones de toneladas métricas de emisiones de dióxido de carbono.*

El alumbrado de uso público puede representar hasta un 60% del coste de la energía eléctrica de un determinado municipio, siendo la iluminación de las calles la mayor fuente de coste. En el campo de la iluminación urbana, la solución basada en tecnologías led son capaces de proporcionar un ahorro energético de hasta un 60% sobre lámparas tradicionales de vapor de mercurio y en algunos casos, hasta un 20% sobre lámparas de sodio de alta presión.

En este contexto, se detalla que la mayor duración de los elementos basados en tecnologías led también reduce considerablemente los costes de mantenimiento. Combinado con ahorro energético, esta reducción de costes implica que en muchos casos los municipios pueden recuperar el coste de una instalación básica sin conexión a red con alumbrado led en un periodo entre seis y diez años. Además de la posibilidad del ahorro de energía y bajo coste de mantenimiento, la tecnología led también ofrece otras ventajas en términos de mejor servicio al cliente, como puede ser control de color, intensidad y direccionamiento. Por ejemplo, en la iluminación exterior la tecnología led ofrece mejor visibilidad y reduce la contaminación lumínica debido a una posibilidad de alta uniformidad, alta calidad de color y capacidad de afinar. Además del confort y el ahorro energético la iluminación led también ofrece un panorama de beneficios ambientales, debido a su alta eficiencia, el aporte de gases de efecto invernadero de estas lámparas es mucho menor que las lámparas convencionales, aportando de manera significativa a la disminución de la huella de carbono

### 2.3. Marco Conceptual.

**Alumbrado público:** es un servicio público no domiciliario que se presta con el fin de iluminar lugares de libre circulación, que incluyen las vías públicas, los parques y demás espacios que se encuentren a cargo del municipio, con el fin de permitir el desarrollo de actividades nocturnas dentro del perímetro urbano y rural. Pero sin duda el objetivo principal es proporcionar condiciones de iluminación que generen sensación de seguridad a los peatones y una adecuada visibilidad a los conductores de vehículos en zonas con alta circulación peatonal. (ministerio de minas y energía, 2017)

**Calidad del aire:** Se entiende por calidad del aire la adecuación a niveles de contaminación atmosférica, cualesquiera que sean las causas que la produzcan, que garanticen que las materias o formas de energía, incluidos los posibles ruidos y vibraciones, presentes en el aire no impliquen molestia grave, riesgo o daño inmediato o diferido, para las personas y para los bienes de cualquier naturaleza (Asociación española para la calidad, 2017)

**Cambio climático:** es definido como un cambio estable y durable en la distribución de los patrones de clima en periodos de tiempo que van desde décadas hasta millones de años. Pudiera ser un cambio en las condiciones climáticas promedio o la distribución de eventos en torno a ese promedio (por ejemplo, más o menos eventos climáticos extremos). El cambio climático puede estar limitado a una región específica, como puede abarcar toda la superficie terrestre.

El término, a veces se refiere específicamente al cambio climático causado por la actividad humana, a diferencia de aquellos causados por procesos naturales de la Tierra y el Sistema Solar. En este sentido, especialmente en el contexto de la política ambiental, el término “cambio climático” ha llegado a ser sinónimo de “*calentamiento global antropogénico*”, o sea un aumento de las temperaturas por acción de los humanos. (Asociación Latinoamericana de Alcaldes, 2017)

**Contaminación atmosférica:** cualquier condición atmosférica en la que las sustancias presentes producen un efecto adverso medible, en la salud del humano, los animales y vegetales, o bien un daño físico en los materiales (edificaciones y monumentos). Los contaminantes atmosféricos se clasifican en primarios y secundarios, siendo los primeros aquellos que permanecen en la atmósfera tal y como fueron emitidos (como las partículas de monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxido de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>) y los hidrocarburos). Los secundarios son los que han estado sujetos a cambios químicos o son el

producto de reacciones de dos o más contaminantes primarios en la atmosfera (como el ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), ácido nítrico ( $HNO_3$ ), el smog fotoquímico y los compuestos orgánicos volátiles). (Uniersidad de antioquia, 2007)

**Consumo de energía eléctrica:** la energía eléctrica es la fuerza vital de la sociedad porque gracias a ella se encienden electrodomésticos, se pueden enfriar alimentos, se obtiene calefacción y se puede iluminar tanto el hogar como las calles. La energía eléctrica consumida se mide en kilovatios – hora (KW/h) y el proveedor de energía cobra un a tarifa por cada KW/h consumido. (ministerio de minas y energia, 2017)

**Contaminación por material particulado:** son las partículas sólidas o liquidas del aire, se incluyen contaminantes primarios como el polvo y hollín y contaminantes secundarios como partículas liquidas producida por la condensación de vapores. (metropolitana, 2017)

**Diodos emisores de luz (Led):** dispositivo de estado sólido que contiene una unión P-N, que emite radiación visible cuando es excitado por una corriente eléctrica. (Unidas, 2012)

**Gases de efecto invernadero:** Son gases que se encuentran presentes en la atmósfera terrestre y que dan lugar al fenómeno denominado efecto invernadero. Su concentración atmosférica es baja, pero tienen una importancia fundamental en el aumento de la temperatura del aire próximo al suelo, haciéndola permanecer en un rango de valores aptos para la existencia de vida en el planeta. Los gases de invernadero más importantes son: vapor de agua, dióxido de carbono ( $CO_2$ ) metano ( $CH_4$ ), óxido nitroso ( $N_2O$ ) clorofluorocarbonos (CFC) y ozono ( $O_3$ ). (Unidas, 2012)

**Lámpara:** fuente fabricada para producir una radiación óptica, generalmente visible. (Unidas, 2012)

**Lámparas fluorescentes compactas:** lámpara de descarga del tipo de baja presión de mercurio, en el cual la mayoría de luz es emitida por una o varias capas de fosforo excitado por la radiación ultravioleta de la descarga. (Unidas, 2012)

**Lámparas incandescentes:** lámpara en la cual la luz es producida por medio de un elemento calentado hasta la incandescencia por el pasaje de una corriente eléctrica. (Unidas, 2012)

**Lámparas halógenas:** lámpara rellena de gas que contiene halógenos o compuestos halogenados, siendo el filamento de tungsteno. (Unidas, 2012)

**Material particulado PM 10:** pequeñas partículas sólidas o líquidas de polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento o polen, dispersas en la atmósfera, y cuyo diámetro es menor que 10  $\mu m$ . (metropolitana, 2017)

**Material particulado PM2.5:** pequeñas partículas sólidas menores de 2.5 micras de diámetro. Estas partículas son tan pequeñas que pueden ser detectados sólo con un microscopio electrónico. Las fuentes de las partículas finas incluyen todo tipo de combustiones, incluidos los vehículos automóviles, plantas de energía, la quema residencial de madera, incendios forestales, quemas agrícolas, y algunos procesos industriales. (metropolitana, 2017)

**RETILAP:** reglamento técnico de iluminación y alumbrado, tiene como objeto fundamental del reglamento es establecer los requisitos y medidas que deben cumplir los sistemas de iluminación y alumbrado público, tendientes a garantizar: Los niveles y calidades de la energía lumínica requerida en la actividad visual, la seguridad en el abastecimiento energético, la protección del consumidor y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos originados por la instalación y uso de sistemas de iluminación. (Ministerio de minas y energía , 2017)

**Salud pública:** es la responsabilidad estatal y ciudadana de protección de la salud como un derecho esencial, individual, colectivo y comunitario logrado en función de las condiciones de bienestar y calidad de vida. (Ministerio de salud y proteccion social, 2017)

**Uso eficiente y racional de la energía (PROURE):** estrategias, subprogramas y líneas de acción orientadas fundamentalmente a la disminución de la intensidad energética, al mejoramiento de la eficiencia energética de los sectores de consumo y la promoción de las fuentes no convencionales de energía, en función de la identificación de los potenciales y la definición de metas por ahorro energético y participación de las fuentes y tecnologías no convencionales en la canasta energética del país. (Ministerio de minas y energía, 2010)

### **3. Justificación:**

#### **3.1. Entorno del Proyecto.**

La preocupación global por un consumo eficiente de energía y su relación con el cambio climático fue revelada, por primera vez, durante la década de los años 70. Si bien los debates políticos sobre calentamiento global y su posible relación con emisiones de gases de efecto invernadero se generaron por primera vez en 1972, en la conferencia de las naciones unidas sobre el medio ambiente humano, existen precedentes en estudios científicos que datan del siglo XIX, donde se demuestra el rol que juega el CO<sub>2</sub> como gas de efecto invernadero, y así mismo sobre la relación entre los incrementos de temperatura del planeta con la concentración de dicho gas en la atmosfera.

En la mayoría de los países en desarrollo, la brecha existente entre la 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, así como los avances en eficiencia energética ayudan a reducir la demanda energética, el consumo y las emisiones de efecto invernadero asociadas y la transición a una iluminación eficiente es un enfoque directo y rentable para abordar el cambio climático.

Partiendo de lo anterior y con el objetivo de disminuir o por lo menos controlar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmosfera, se han adoptado diversas decisiones y puesto en marcha diversos mecanismos y programas a nivel mundial con el fin de avanzar en materia de cambio climático, y donde se realiza una invitación para que todos los países definan su contribución a la disminución de los gases de efecto invernadero. Las acciones para mejorar la eficiencia de la iluminación eléctrica tienen el potencial para ser una de las iniciativas más significativas a nivel mundial de corto plazo, para combatir el cambio climático. Por ejemplo, las lámparas fluorescentes compactas (CFL's) proporcionan una alternativa viable y rentable a las lámparas estándares e ineficientes incandescentes. Una CFL usa menos de un cuarto de la energía y tiene una vida útil mucho más larga que una lámpara incandescente. El potencial de ahorro de

los diodos emisores de luz (LEDs) también es significativo, aunque con un costo mucho mayor. Iniciativas como estas tienen el potencial no solo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera o un ahorro de energía; la transición hacia una iluminación eficiente ofrece beneficios adicionales para los gobiernos y consumidores tales como menores costos de energía para la iluminación, permitiendo así mayor disponibilidad de una valiosa capacidad de generación eléctrica disponible para apoyar el desarrollo económico y productivo de las naciones.

País	Ahorro Eléctrico (% del total)	País	Reducción de CO <sub>2</sub> (% del total)
Ucrania	12.0%	Botsuana	6.8%
Haití	8.5%	Israel	6.6%
Islas Mauricio	8.4%	Papúa Nueva Guinea	6.1%
Armenia	8.0%	Libano	4.3%
Azerbaiyán	7.9%	Eritrea	4.1%
Afganistán	7.6%	Islas Mauricio	3.4%
Sierra León	7.5%	Zimbabue	3.1%
Mali	7.3%	Suazilandia	3.0%
Libia	7.3%	Kuwait	2.9%
Nepal	7.2%	Libia	2.8%

*Tabla 2: se demuestran el gran potencial de ahorros de energía y las reducciones de CO<sub>2</sub> que resultarían si un país adopta el enfoque integrado y realiza la transición a la iluminación eficiente. Fuente: Organización de Naciones Unidas. (2012). Instrumental para la transición global a la iluminación eficiente, programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente.*

A través de la UNEP (programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente), se crea la iniciativa EN. LIGHT la cual constituye una de las colaboraciones más importantes que haya surgido entre el sector público y privado en el marco de los esfuerzos internacionales relativos al cambio climático. Al promover un esfuerzo coordinado a escala mundial, el objetivo del proyecto consiste en acelerar la transición a la iluminación eficiente con el fin de mitigar el cambio climático, al mismo tiempo que se garantiza un abastecimiento de electricidad más fiable y una mayor seguridad energética a los países en desarrollo y emergentes.

Esta iniciativa se ha propuesto como objetivo la eliminación mundial de la bombilla incandescente tradicional en el 2016. A pesar de que el objetivo es ambicioso, la iniciativa ya se está llevando a cabo en muchas partes del mundo. Con la creación de la Alianza Global para la

Iluminación Eficiente, la cual ayuda a los países a desarrollar un modelo político y medidas prácticas, no sólo es posible la eliminación mundial de la iluminación ineficiente en 2016, sino que dicha eliminación se puede lograr de manera ilimitada.

Bajo este panorama es que el consumo eléctrico para la iluminación representa casi el 20% del consumo eléctrico total y 6% de las emisiones de CO<sub>2</sub> a nivel mundial. Según la agencia internacional de la energía, cerca de 3% de la demanda global de petróleo es atribuida a la iluminación. Si no se toman acciones para mejorar la eficiencia energética en este sector, el consumo global de energía para la iluminación aumentara en 60% para el año 2030. La sustitución de lámparas ineficientes incandescentes por lámparas con mayor eficiencia energética, tales como diodos emisores de luz (LED's) o lámparas fluorescentes compactas (CFL's) representan uno de los métodos más directos y rentables de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> de manera significativa. (Programa de la alianza global para la iluminación eficiente de la iniciativa EN. LIGTHEN)

Impacto ambiental				Tipo de lámparas			
Emisión	Combustible fósil	Factor de emisión (g/kWh)	Fuente de información Factor de Emisión	Incan- descente	Tungsteno- halógeno	CFL	LED
CO <sub>2</sub>	Carbón	902.00	IEA 2011 <sup>4</sup>	902.00	649.40	180.40	126.30
	Petróleo	666.00		666.00	479.50	133.20	93.20
	Gas Natural	390.00		390.00	280.80	78.00	54.60
NO <sub>x</sub>	Carbón	1.08	IPCC 2006 <sup>5</sup>	1.08	0.78	0.22	0.15
	Petróleo	0.72		0.52	0.14	0.10	0.00
	Gas Natural	0.54		0.11	0.08	0.00	0.00

CO<sub>2</sub>

Lámpara (potencia)	kWh	Carbón	Gas	Petróleo(litros)
Incandescente 100 W	1000	500	189365	28
Halógena 72 W	720	360	136342	20
CFL 20 W	200	100	37873	6
LED 14 W	140	70	26511	4

NO<sub>x</sub>

Emisiones	kg/TJ	g/kWh
NO <sub>x</sub> (kg/TJ) (NO and NO <sub>2</sub> )	Carbón	300
	Gas	150
	Petróleo	200

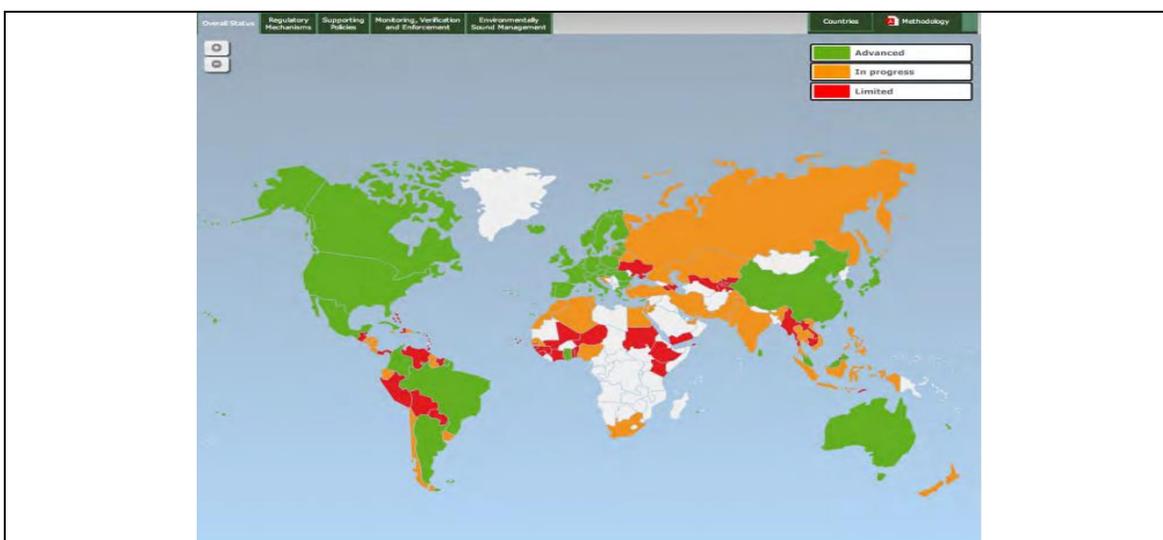
Tabla 3: Emisiones de CO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub> relacionadas a la operación de las lámparas. (En el cuadro se muestra las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la iluminación de diferente tipo de lámparas.

Fuente: Organización de naciones Unidas. (2012). Instrumental para la transición global a la iluminación eficiente, programa de las naciones unidas para el medio ambiente.

En todo el mundo ya existen iniciativas internacionales, regionales y nacionales que promueven la iluminación eficiente a través de programas de transición. La Unión Europea y la mayoría de los países OECD, incluyendo Australia, Canadá y los Estados Unidos de América, ya han

establecido un enfoque por etapas para eliminar gradualmente las lámparas ineficientes usando medidas voluntarias. En 2007, por ejemplo, las autoridades australianas introdujeron restricciones en las importaciones de lámparas incandescentes ineficientes usadas con propósitos generales de iluminación. En América Latina, Cuba fue el primer país en ejecutar medidas reguladoras, y así eliminar las lámparas incandescentes (en 2005). Otros países que se han unido a esta tendencia son: Argentina (2010), Brasil, China, Colombia (2012), Ecuador (2011), Honduras (2010), y México. Además, Uruguay eliminó las lámparas incandescentes del sector público.

Ahora bien, el Mapa Global de la Iluminación Eficiente (Efficient Lighting Policy Status map) desarrollado por la iniciativa en. lighten ofrece una visión general detallada en línea del estado de las políticas y éxitos en materia de iluminación eficiente en el sector residencial alrededor del mundo. La información que se presenta para cada país incluye los elementos del enfoque integrado: mecanismos regulatorios; políticas de apoyo; actividades de CVF; acciones para la gestión ambiental sostenible; y otra información relevante. Cada país presenta un color que refleja el estado de sus políticas según una serie de criterios determinados en base al desarrollo de sus políticas, además, las calificaciones resaltan las áreas que requieren atención.



*Grafico 5: El Mapa Global de la Iluminación Eficiente.*

*Fuente: Organización de Naciones Unidas. (2012). Instrumental para la transición global a la iluminación eficiente, programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente.*

En el caso de Centro América se ha creado una estrategia regional de iluminación eficiente donde el PNUMA, junto con sus socios regionales: el Proyecto Mesoamérica, el Sistema de Integración Centroamericana, la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo y el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica de México acordaron un plan de trabajo que

promociona las luminarias de tecnología eficiente y de alto rendimiento y la eliminación de fuentes de iluminación ineficientes.

Los indicadores reales de impacto que se obtendrían al implementar la Estrategia de Transición a la Iluminación Eficiente en la región

- Reducción de la generación de electricidad en 3,090 millones de Kwh/año y del consumo de combustible para dicha generación en 679,747 toneladas, con un valor de 530 millones de dólares a los precios actuales.
- Reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> de 1, 956,499 toneladas/año.
- Evitar inversiones en nuevas capacidades de generación de 660 millones de dólares.
- Eliminar el impacto ambiental actual de 1.38 toneladas de mercurio de las lámparas instaladas actualmente, y evitar el impacto de 0.14 toneladas de las lámparas nuevas por instalar.

En Latinoamérica varios países han adoptado a su política nacional, la inclusión de programas de uso racional y eficiente de la energética con el fin de contribuir de manera activa a la disminución de los gases de efecto invernadero, y han tomado medidas importantes en la integración de las nuevas tecnologías de iluminación en el alumbrado público, como pilar hacia un desarrollo sostenible en iluminación y consumo eléctrico. Algunos ejemplos claros de los países que han adoptado estas medidas es Chile, Uruguay, México y Brasil que han adoptado medidas mediante planes nacionales de iluminación sostenible y eficiente, integrar a mediano plazo el uso de sistemas de iluminación led, en todo el sistema de iluminación de alumbrado público, con el objetivo de sustituir las lámparas incandescentes de baja eficiencia.

Por otro lado, en Colombia uno de los antecedentes más importantes del en el tema de eficiencia energética es la promulgación de la ley 697 de octubre de 2001, mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones. La ley en su artículo 4° decreta que el ministerio de minas y energía será la entidad responsable de promover, organizar y asegurar el desarrollo y el seguimiento de los programas de uso racional y eficiente de la energía.

En su artículo 5°, se decretó la creación del programa de uso racional y eficiente de la energía y demás formas de energía no convencionales (PROURE) y en cual en el artículo 4° de este programa se encuentra contemplado el uso racional y eficiente de energía eléctrica en iluminación y alumbrado público. En el contexto nacional se estima que están instaladas 1.5 millones de

luminarias, de las cuales el 80% son de mercurio, el 5% incandescente y 15% de sodio, lo que representa una demanda de potencia de 205MW y un consumo anual de 898 GWh, equivalente al 2% de la demanda de total de energía del país.

Consecuente con este es que el potencial de ahorro máximo que se podría esperar con el reemplazo de 1.2 millones de luminarias de mercurio y 75 mil incandescentes, por equivalentes de alta eficiencia, sería de 280GWh en energía y 150 MW en potencia, lo que hace recomendable adelantar la sustitución de luminarias ineficientes para alumbrado público.

De igual manera con la promulgación del Decreto No 3450 de septiembre de 2008 del Ministerio de Minas y Energía, se dictan medidas tendientes al uso racional y eficiente de energía eléctrica, en el cual se definen requisitos mínimos de eficacia, vida útil y demás especificaciones técnicas de las fuentes de iluminación que se deben utilizar, de acuerdo con el desarrollo tecnológico y las condiciones de mercado de estos productos. Estas condiciones se definen posteriormente en el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público del año 2009. Sin embargo, estas especificaciones funcionan como un período de transición, ya que el mismo decreto señala que a partir del 1 de enero del año 2011 no se permitirá en el territorio de la República de Colombia la importación, distribución, comercialización y utilización de fuentes de iluminación de baja eficacia lumínica.

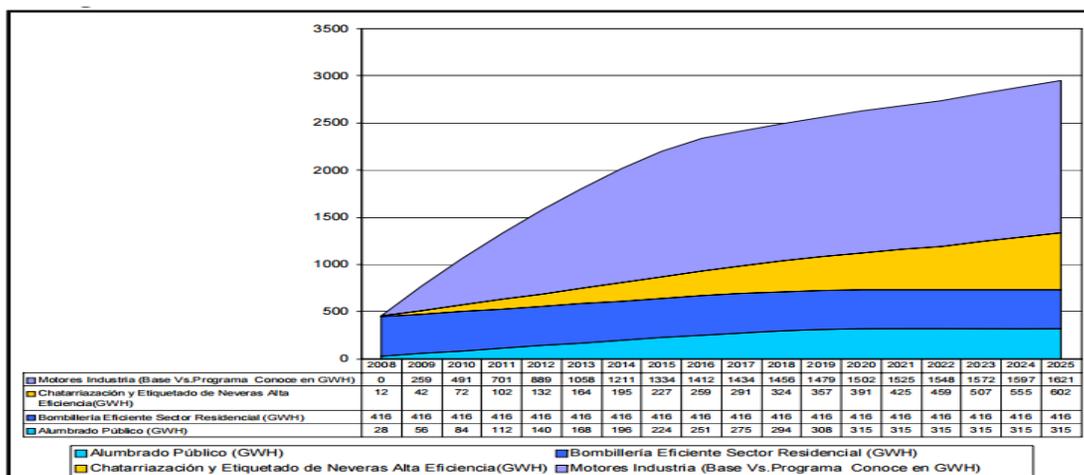


Grafico 6: proyección de ahorros de electricidad con el programa de uso racional de la energía implementado en Colombia. El grafico nos muestra que para el 2025 el ahorro en alumbrado público mediante la sustitución de lámparas de baja eficiencia seria de 315 GWH.

Fuente: PROURE, informe final plan de acción 210-2015, Programa de uso racional y eficiente de energía y fuentes no convencionales, Caicedo Prias, Omar Fredy, Bogotá 19 de abril de 2010.

De igual manera se presenta gráfica donde se plantea el ahorro de emisiones de gases de efecto invernadero en el tiempo logrados a través de la implementación del programa URE.

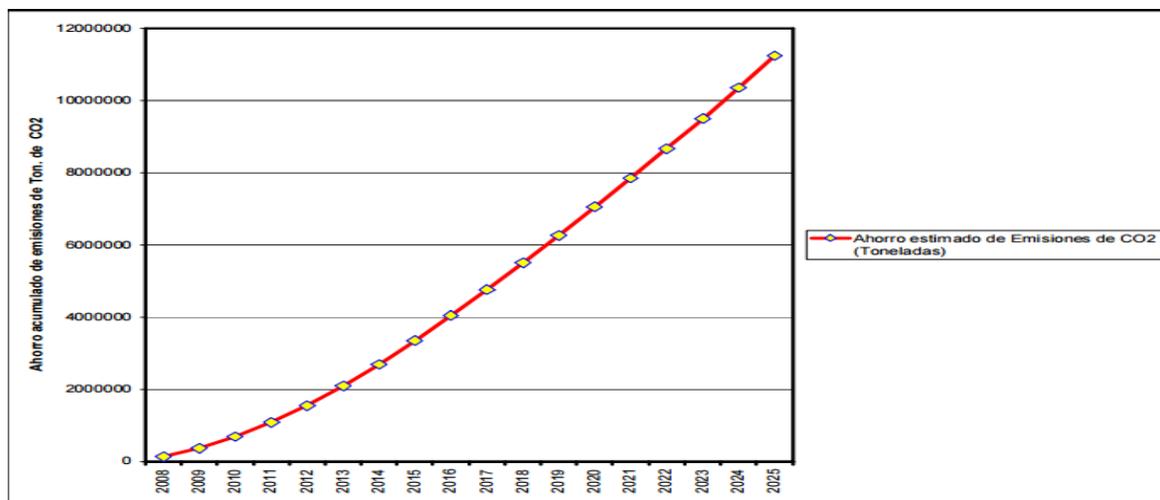


Grafico 7: ahorro de emisiones de gases de efecto invernadero con el programa URE.

Fuente: PROURE, informe final plan de acción 210-2015, Programa de uso racional y eficiente de energía y fuentes no convencionales, Caicedo Prias, Omar Fredy, Bogotá 19 de abril de 2010.

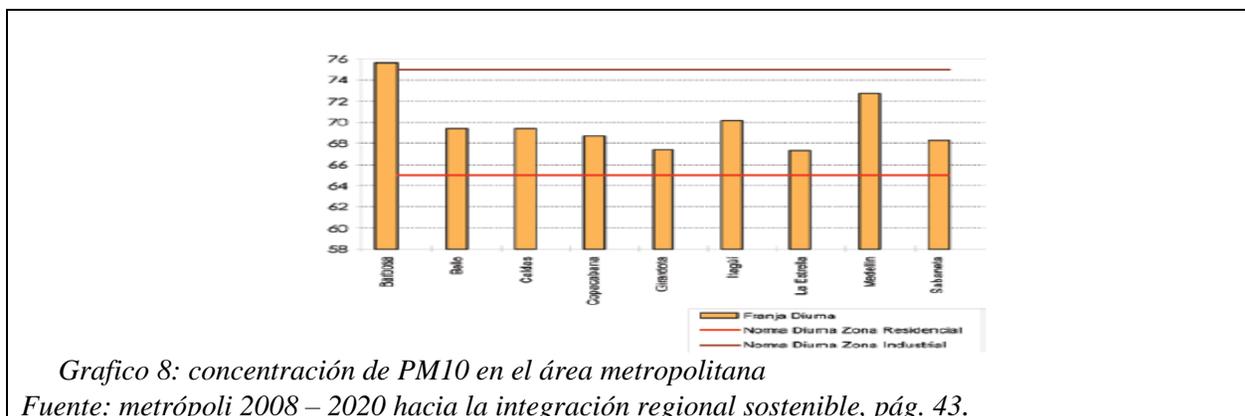
Partiendo de lo anterior y teniendo en cuenta el panorama internacional y nacional acerca de la implementación de programas de iluminación eficientes y sostenibles, la contribución de la sustitución de luminarias de baja eficiencia por nuevas tecnologías de iluminación eficiente, en temas de consumo eléctrico, disminución de gases de efecto invernadero y mejoramiento de la calidad de la iluminación, se crea una iniciativa que busca apoyado en planes nacionales diseñar un programa de iluminación eficiente y sostenible en el municipio de Girardota - Antioquia, que permita atender algunas problemáticas del orden municipal asociadas al medio ambiente.

Según el protocolo de plan de operación para enfrentar episodios críticos de contaminación atmosférica en el valle del aburra actualización 2015, plantea que:

los niveles de calidad del aire que a diario se presentan en el valle del aburra, resulta ser nocivos para la salud del habitante metropolitano. Los registros arrojados por la red de monitoreo de calidad del aire, presentan el material particulado inferior a 2.5 micrómetros (PM2.5) como el principal responsable de generar una calidad atmosférica “dañina para grupos sensibles” estas concentraciones exponen a la población tanto a efectos agudos (exposiciones cortas) como a efectos crónicos (exposiciones prolongadas), ya que presentan excedencias frecuentes a la norma diaria y se supera ampliamente la norma.

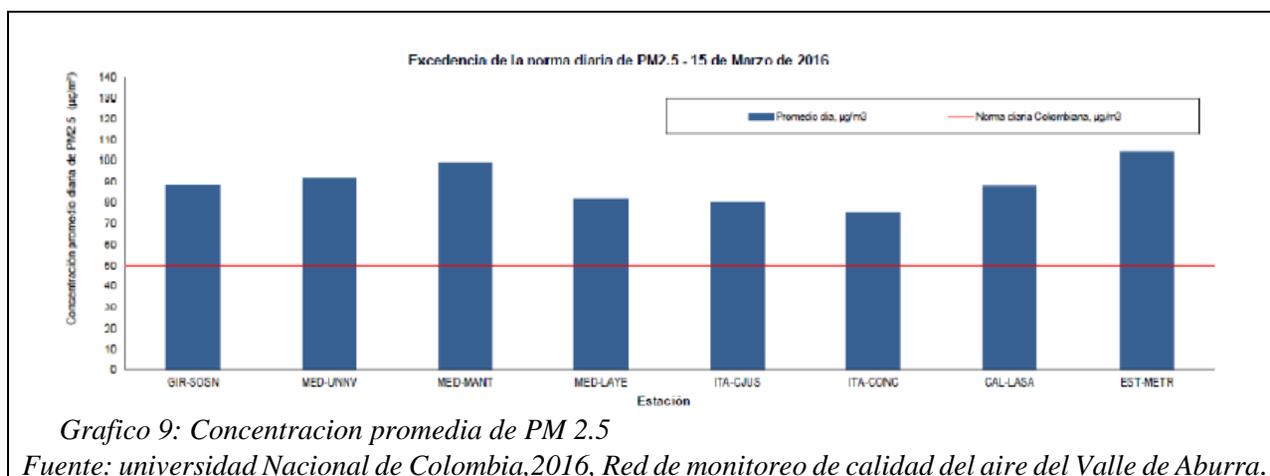
En el valle del aburra la contaminación del aire por material particulado es crítica, mientras que las concentraciones de dióxido de nitrógeno y azufre, monóxido de carbono, y material particulado menor de 10 micrómetros, entre otros contaminantes, pese a no superar las normas nacionales actuales, si supera la guía de calidad del aire establecida por la organización mundial de la salud (OMS) para periodos de exposición permanente o de largo plazo. En efecto, Medellín es la segunda ciudad más contaminada del país, y sus concentraciones de material particulado son superiores a las ciudades con mayor producción industrial y sector transporte, como los Ángeles, Tokio, o Roma

La configuración de la ciudad, el incremento del parque automotor, el uso del automóvil particular, la organización del transporte público y la composición y calidad de la canasta energética y tecnológica que utilizan los sectores industria y transporte para su operación conforman este escenario actual de contaminación atmosféricas.



En el Municipio de Girardota el escenario frente a la contaminación atmosférica no es muy alentador, debido al desarrollo de la región metropolitana, se presentan unos niveles importantes en la contaminación del aire, que están afectando la salud pública, la vegetación y el paisaje, generando un deterioro en la calidad de vida de los habitantes de la región. El municipio cuenta con una red de monitoreo de aire que deja en evidencia según los informes entregados por la universidad nacional de Colombia la problemática que enfrenta el municipio en relación a la contaminación atmosférica:

En este punto, se detalla que la estación de monitoreo de calidad del aire situada en Girardota, “GIR-SOSN”, adscrita a la red de monitoreo de la calidad del aire en el valle de aburra operada actualmente por la universidad nacional de colombia, ha venido reportando desde el 8 de marzo de 2016 excedencias en la norma diaria de partículas respirables, establecida en  $50\mu\text{g}/\text{m}^3$  con picos entre las 2:00 de la madrugada y 10:00 de la mañana.



Por tanto, y bajo este contexto, se anota que el municipio de Girardota perteneciente al área metropolitana, es uno de los municipios más afectados por la crisis ambiental, debido a los altos índices de contaminación del aire registrados en los últimos periodos y los cuales van en aumento. Según los datos del área metropolitana, tomados en las estaciones de medición de la calidad del aire que se encuentran ubicadas en Girardota y presentadas en los informes de calidad del aire, advierten incrementos en gases que son perjudiciales para la salud y que hacen parte de los gases de efecto invernadero, tales como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), Óxido de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y óxido de azufre (SO<sub>2</sub>).

Estos contaminantes evidenciados en la atmosfera generan además de deterioro del paisaje, efectos sobre la salud pública afectando los sistemas respiratorios y cardiovasculares, y en Girardota es evidente según los informes de salud pública y morbilidad; el 41% de las hospitalizaciones por enfermedades del municipio son asociadas a enfermedades respiratorias. (girardota, 2010-2012)

Analizando este escenario y los efectos que se evidencia en la salud pública de la población, el deterioro de la calidad de vida, del paisaje urbanístico y natural del municipio; por tanto, se anota que partiendo de una enmienda constitucional que es el derecho de todas las personas de gozar de un ambiente sano, se firma un acuerdo o pacto para el mejoramiento de la calidad del aire en el valle del aburra y en el cual el municipio de Girardota se compromete a desarrollar programas, proyectos e iniciativas para la reducción de los agentes contaminantes, además se crea un decreto municipal por medio del cual se adaptan medidas de contingencia para enfrentar episodios críticos de la calidad del aire; y por medio del plan de desarrollo municipal 2016-2019, se presenta un plan estratégico encaminado al mejoramiento de la calidad ambiental del municipio y el fortalecimiento de la cultura ambiental mediante planes de producción y consumo sostenible.

Ahora bien, teniendo en cuenta esta necesidad de disminuir los índices de contaminación del aire en el municipio, y revisando las líneas estratégicas del plan de desarrollo, observamos que Girardota no cuenta con un programa de eficiencia y sostenibilidad energética que permita reducir los consumos de energías eléctrica y atenuar los contaminantes que producen los gases de efecto invernadero, por el uso excesivo de fuentes convencionales de energía. Para ello y partiendo de un programa nacional de uso racional de la energía (PROURE), se presenta la propuesta de una iniciativa de iluminación eficiente, encaminado mediante la sustitución de las luminarias convencionales del alumbrado público por un sistema de iluminación led, contribuir a la

disminución de la contaminación del aire, mejorar la eficiencia del alumbrado público, permitir un ahorro energético en temas de consumo de energía eléctrica, incorporación de nuevas tecnologías en la infraestructura del municipio apoyando la sensibilización y la cultura ciudadana hacia el concepto de sostenibilidad, mejorar la imagen del municipio, mejorar la calidad de la iluminación y contribuir de igual manera al mejoramiento de la calidad de vida de la población.

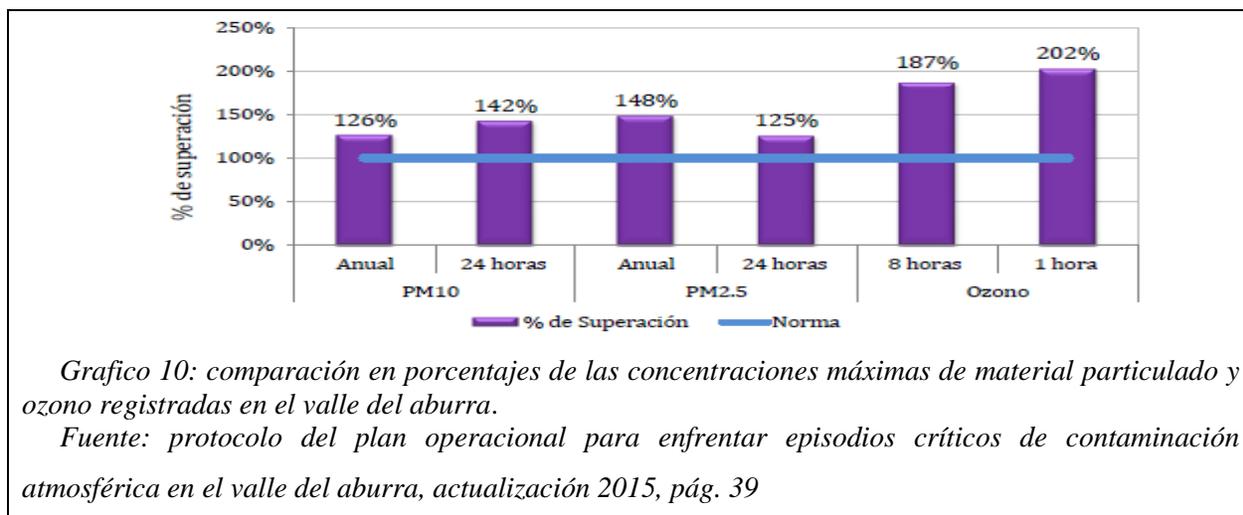
### **3.2. Análisis de La Situación Actual.**

Los niveles de calidad del aire que a diario se presentan en el Valle de Aburra, resultan ser nocivos para la salud de los habitantes del área metropolitana. Los registros arrojados por la red de monitoreo de calidad del aire, evidencian una problemática asociada al PM2.5 (material particulado inferior a 2.5 micrómetros o partículas finas), contaminante que está en el centro de la preocupación a nivel internacional por su impacto en la salud. El PM2.5 constituye la fracción fina del PM 10 (material particulado inferior a 10 micrómetros) y es emitido directamente en todos los procesos de combustión. También puede formarse en el aire a partir de la transformación química de gases de combustión como el óxido de nitrógeno (NOx), los óxidos de azufre (SOx) y los compuestos orgánicos volátiles. En todas las estaciones donde es monitoreado el PM2.5 se presentan superaciones frecuentes de la norma colombiana diaria de 50µg/m<sup>3</sup> durante el año; además estas concentraciones superan ampliamente las referencias de la organización mundial de la salud y exponen a la población tanto a efectos agudos como crónicos asociados a la contaminación del aire.

La problemática de calidad del aire del valle del aburra está asociada a las altas concentraciones de PM10 y PM2.5 y ozono que se vienen registrando históricamente y que son causantes de la mala calidad del aire que persiste durante el año. La superación de los estándares de calidad del aire podría implicar la ocurrencia de un episodio crítico de contaminación, es decir, la generación de niveles que representan una amenaza a la salud de la población y el ambiente mismo y que determina situaciones de contingencia atmosférica.

El área metropolitana en su proyecto protocolo del plan operacional para enfrentar episodios críticos de contaminación atmosférica en el valle del aburra, actualización 2015 advierte que en el 2014 se reportaron incumplimientos de los valores recomendados por la norma colombiana para los indicadores de exposición breve y/o prolongada, lo que representan un incremento en el riesgo de efectos en la salud de la población de tipo agudo y crónico respectivamente. La comparación

en porcentaje de las concentraciones máximas medidas por la red de monitoreo y los estándares de calidad del aire, se aprecian en la gráfica 10.

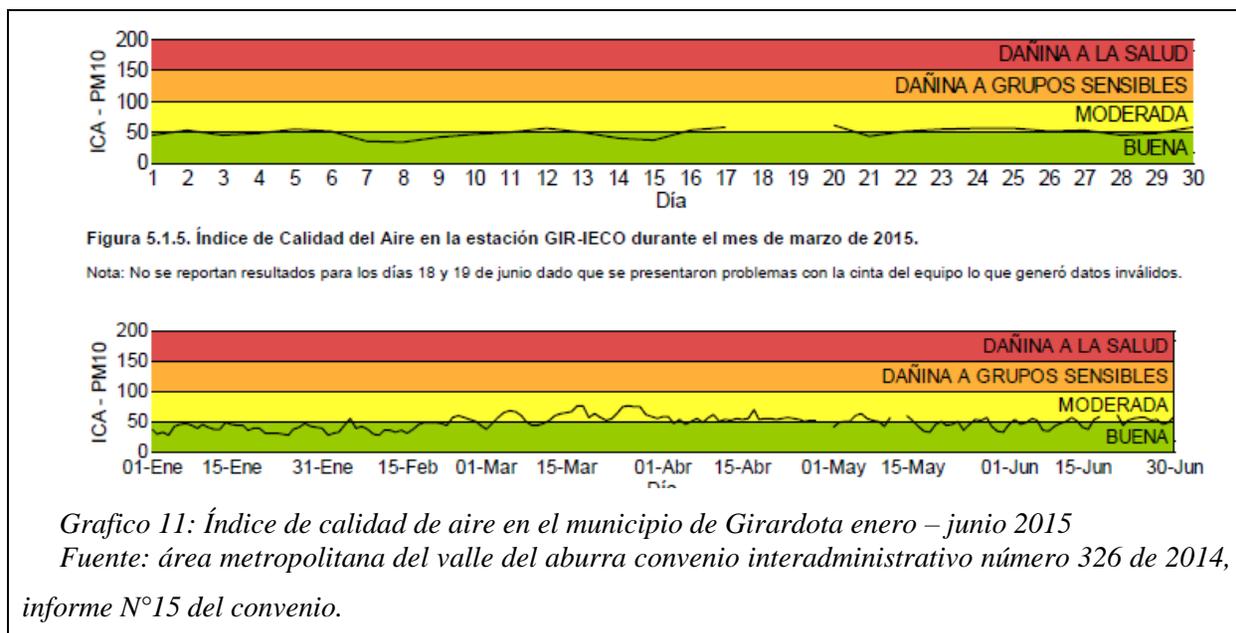


Según cifras del informe estrategia ambiental integrada para una movilidad sustentable en el área metropolitana en el valle del aburra, la carga de enfermedad atribuible a la contaminación por material particulado, representa cerca del 9.2% del total de muertes en el vale del aburra para el 2011. La información obtenida muestra que 30 casos de mortalidades en niños menores de 1 año pueden atribuirse a la contaminación atmosférica. En términos de admisiones hospitalarias, un total de 440 hospitalizaciones por causas respiratorias pueden ser atribuibles a la contaminación atmosférica, lo que representa alrededor del 5% de las hospitalizaciones por causas respiratorias en el área metropolitana del valle del aburra. Se presentan igualmente 270 visitas a salas de urgencias por causas respiratorias y 60 admisiones hospitalarias por causas cardiovasculares que pueden ser atribuibles a la contaminación atmosférica.

El municipio de Girardota no es ajeno a esta realidad y presenta niveles alarmantes en la calidad del aire, que influyen directamente en la salud pública de sus habitantes y en la calidad de vida de los mismos, esta alta concentración se debe al desarrollo industrial y comercial que ha tenido el municipio en los últimos años y que ha carecido de la integración de controles medio ambientales para mitigar los escenarios de contaminación, asociados al uso de tecnologías convencionales de transformación en las industrias y en el comercio, que elevan los niveles de consumo energético y aumentan las concentraciones de gases de efecto invernadero a la atmosfera.

El informe semestral de la red de monitoreo de aire presenta el comportamiento de la calidad del aire medido en el material particulado respirable PM10 obtenidas en el semestre enero-junio

de 2015, donde la concentración promedio de PM10 es de  $104.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  presentando excedencias de la norma diaria colombiana para material particulado:



Teniendo en cuenta lo anterior el municipio de Girardota carece de estrategias eficaces para la atención de los elevados índices de contaminación atmosférica y de una 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, por tal motivo se desarrolla un proyecto de diseño de un programa de iluminación eficiente que ayude a incorporar al municipio 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 y salud pública.

#### 4. Análisis de Problemas:

##### 4.1. Descripción de La Situación Existente con Relación al Problema.

En Antioquia, la energía hidroeléctrica utilizada en el área metropolitana del Valle de Aburrá genera no solo presión sobre el recurso agua sino sobre los ecosistemas y el paisaje por la construcción de hidroeléctricas, por el transporte y la distribución de la energía. Cada Kwh consumido equivale a emitir 0, 2717 kg de CO<sub>2</sub>. De acuerdo con datos reportados en el año 2013 por el Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios se evidencian que EPM y Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios consolidaron en el Valle de la Aburrá tienen 3. 685. 382 habitantes (cálculo extrapolado de población DANE), de los cuales consumieron 2. 014. 505. 947, 0 Kwh de energía, representado en el 38, 3% del total de la energía consumida en el Valle de Aburrá por los sectores residencial, industrial, comercial y oficial, y equivalente a un consumo anual promedio per cápita de 546, 6 Kwh.

En este sentido es que al realizar el cálculo de emisión se estima que en el año 2013 se generaron por concepto de uso de energía eléctrica a nivel residencial en la región 547. 341, 3 toneladas de CO<sub>2</sub>. Lo que lleva a diseñar un plan o programa que mejore estos niveles de contaminación en la región y que adopte otros medios de generación de energía, que sean limpias y auto sostenibles con el medio ambiente propiciando mejores índices de contaminación en el ambiente y a su vez en la vida de los habitantes.

Consumo de energía eléctrica en kilovatios/hora según tipo de servicio, en la zona urbana de los municipios de Girardota. Año 2014											
MUNICIPIO	RESIDENCIAL						SUBTOTAL	COMERCIAL	INDUSTRIAL	OTROS	TOTAL, URBANO
	ESTRATO										
	1	2	3	4	5	6					
GIRAR	60	10.7	2.22	51	5.	0	13.0	4.98	1.46	1.11	20.6
DOTA	.258	36.506	4.422	.693	159		78.038	3.637	5.487	8.685	45.847

*Tabla 4: Consumo de energía eléctrica en Girardota zona urbana año 2014*

*Fuente: anuario estadístico de Antioquia 2014.*

Consumo de energía eléctrica en kilovatios/hora según tipo de servicio, en la zona Rural de los municipios de Girardota. Año 2014											
MUNICIPIO	RESIDENCIAL							COMERCIAL	INDUSTRIAL	OTROS	TOTAL, URBANO
	ESTRATO						SUBTOTAL				
	1	2	3	4	5	6					
GIRARDOTA	1.026.123	8.051.930	1.396.374	959.103	552.082	695.581	12.681.193	1.816.105	129.803.796	2.643.825	146.944.919

*Tabla 5: Consumo de energía eléctrica en Girardota zona rural año 2014*  
*Fuente: Fuente: anuario estadístico de Antioquia 2014*

Se hace una breve exposición del consumo de alumbrado público y de lo que representa, 3% del consumo eléctrico del municipio equivalente a 5.027.722KWh/año, al realizar el cálculo por emisiones de CO2 correspondiente al alumbrado público tenemos que este genera 1366.03 Toneladas de CO2 en un año, aportando notablemente a la contaminación del aire del municipio.

Ahora bien, en el Valle de Aburrá la contaminación del aire por material particulado es crítica, mientras que las concentraciones de dióxido de nitrógeno y azufre, monóxido de carbono, y material particulado menor de 10 micrómetros, entre otros contaminantes, pese a no superar las normas nacionales actuales, si supera la guía de calidad del aire establecida por la organización mundial de la salud (OMS) para periodos de exposición permanente o de largo plazo. En efecto, Medellín es la segunda ciudad más contaminada del país, y sus concentraciones de material particulado son superiores a las ciudades con mayor producción industrial y sector transporte, como los Ángeles, Tokio, o Roma.

Por tanto, la configuración de la ciudad, el incremento del parque automotor, el uso del automóvil particular, la organización del transporte público y la composición y la calidad de la canasta energética y tecnológica que utilizan los sectores industrial y transporte para su operación, conforman este estado de la situación actual.

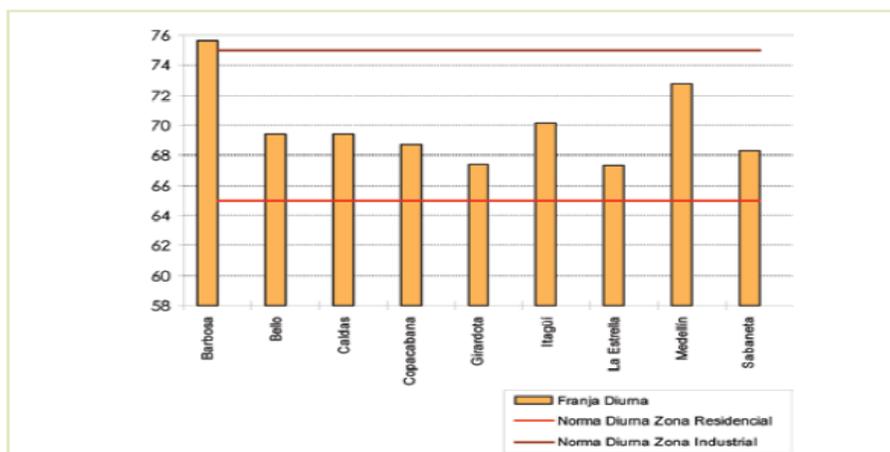


Grafico 12: Concentración anual de PM10 en los diferentes municipios del área metropolitana

Fuente: plan metrópoli 2008 – 2020 hacia la integración regional sostenible.

Se observa que la concentración de gases de efecto invernadero en el municipio de Girardota superan los niveles establecidos por la organización mundial de la salud (OMS) en la zona residencial, dando claridad y evidenciando los aspectos negativos de salud expuestos anteriormente.

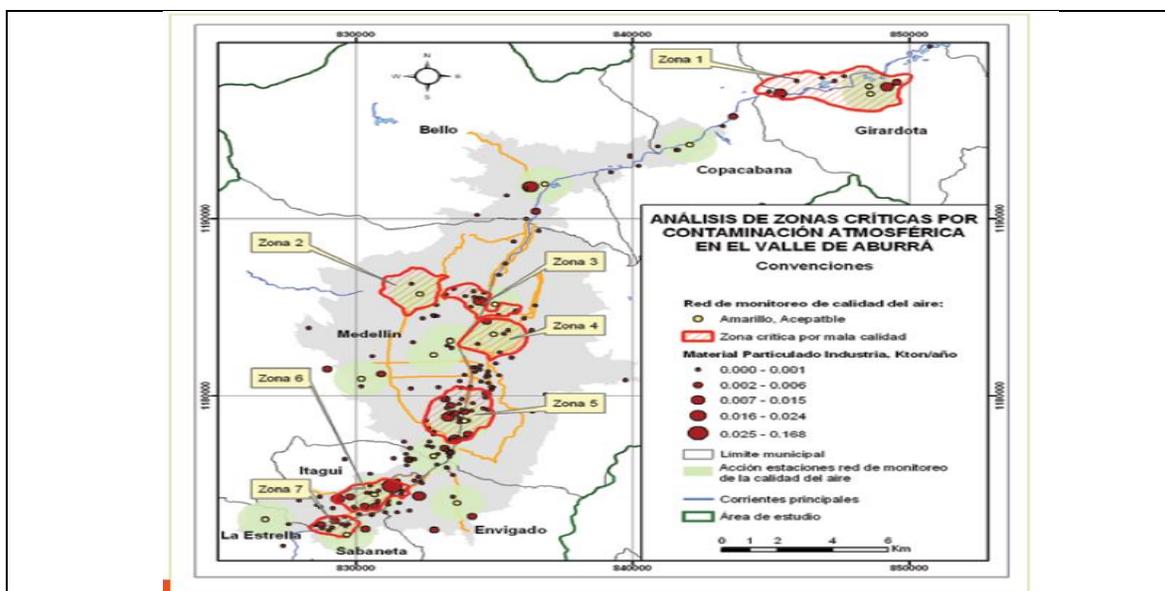
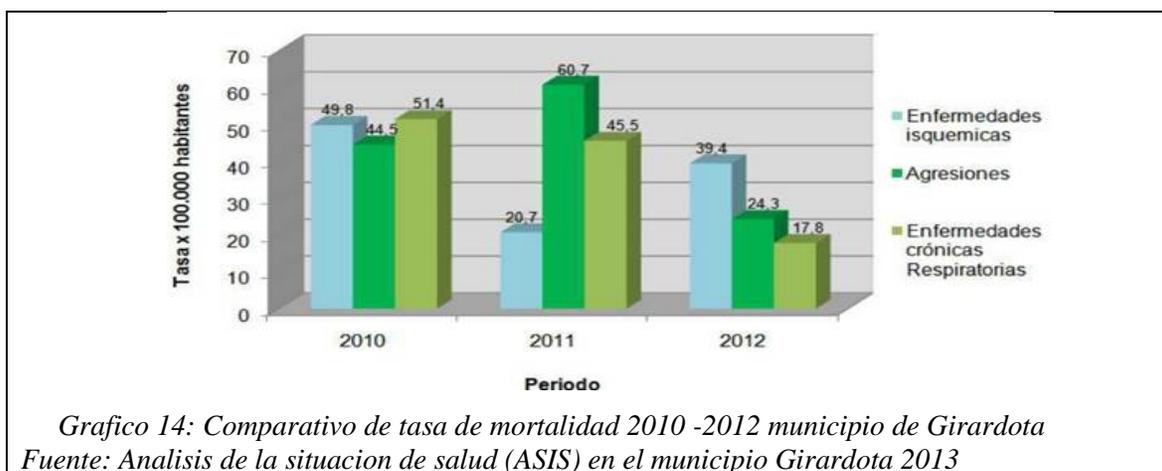


Grafico 13: Zonas críticas por contaminación en el valle de aburra.

Fuente: plan metrópoli 2008 – 2020 hacia la integración regional sostenible. Área metropolitana dl valle del aburra.

En el tema de salud pública derivado por los altos índices de contaminación atmosférica es una situación preocupante, en Medellín al año, más de mil personas fallecen por enfermedades respiratorias crónicas y más de 500 por cáncer de pulmón, en Girardota el escenario no deja de ser desalentador para los servicios de hospitalización en los años 2010 – 2012 se puede ver un total de 833 hospitalizaciones de los cuales los más demandados fueron las enfermedades respiratorias en general con 342 hospitalizaciones, representando el 41.1%.



En la gráfica 14 se muestra un cuadro comparativo con las principales causas de mortalidad en el municipio donde en el 2012 las enfermedades crónicas respiratorias representaron el 17.8% de la tasa de mortalidad. En este sentido, esta situación demuestra que la contaminación está afectando directamente la salud pública en la comunidad y es necesario tomar acciones que permitan reducir los contaminantes.

Con este proyecto de iluminación sostenible se busca contribuir a disminuir los gases de efecto invernadero por el alto consumo eléctrico y la utilización de fuentes de iluminación convencional en el alumbrado público de Girardota, que contribuya a su vez a reducir las enfermedades respiratorias de la comunidad y a mejorar la calidad de vida de la población.

De igual forma, se busca que el consumo de energía eléctrica en el alumbrado se reduzca en un 30%, al igual que la emisión de gases de efecto invernadero provenientes de la iluminación convencional, mejore la calidad de la iluminación de los espacios públicos y por ende la percepción de seguridad de la comunidad y se establezca un sistema de gestión de optimización y regulación del alumbrado que permita que esta iniciativa se sostenga en el tiempo, como un programa de sostenibilidad a largo plazo.

#### 4.2. Problema Central.

Después de analizada la situación actual del municipio en el tema de la contaminación atmosférica como problema de salud pública y enfocarlo en el tema de consumo eléctrico en alumbrado público como un importante potencializador en la contaminación del aire por gases de efecto invernadero, se define como problema central el alto uso de tecnologías de iluminación convencional e ineficientes, que se traducen en altos consumo de energía eléctrica, altos índices de generación de gases de efecto invernadero por sistemas de iluminación ineficiente y baja calidad en la iluminación del espacio público.

#### 4.3. Magnitud Actual del Problema Indicadores de Línea Base

Para determinar la línea base del sistema de gestión energética basado en un diseño de iluminación eficiente para el alumbrado público de la zona urbana del municipio, se toman los consumos de energía del sistema de alumbrado público vs el número de habitantes del municipio de la zona rural.

<b>ILUMINACION EN ALUMBRADO PUBLICO MUNICIPIO DE GIRARDOTA</b>			
	<b>SISTEMA CONVENCIONAL</b>	<b>TECNOLOGIA LED</b>	<b>DIFERENCIA</b>
Número de habitantes	30155		
Consumo <b>eléctrico</b> alumbrado público (KW/h)	1707893,4	676841,4	-1031052
Promedio consumo per cápita/KWh	56,64	22,45	-34,19

*Tabla 6: Déficit de luminarias eficientes*  
*Fuente: Elaboración propia*

**Desempeño energético:** este indicador permitirá medir los ahorros de energía en el sistema de alumbrado público, al utilizar las nuevas tecnologías de iluminación, la línea base será la del consumo anual de la vigencia 2016 con un horizonte al 2018 de reducirla un 60%, es decir disminuir el consumo de energía en 1.031.052 KW/H año.

$$DE (\%) = \frac{\text{ahorro de energía actual}}{\text{energía año anterior}} \times 100$$

**Reducción de gases de 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 efecto invernadero que anualmente se envían al medio ambiente por efecto de utilizar energía eléctrica en el sistema de alumbrado público, su horizonte será el año 2018 con un ahorro del 60% equivalente a 396 Ton CO2.

$$CO2 (ton) = \frac{(\text{ahorro de energía vigencia actual respecto año anterior}) \times 0.385 \text{ kg/kwh}}{1000}$$

**Eficiencia energética:** este indicador permitirá medir la cantidad de energía eléctrica del sistema de alumbrado público por habitante de la ciudad; la línea base es el promedio de consumo energía en KWh por habitante por concepto de alumbrado público en la zona urbana, que para el 2016 es de 56.54KWh, el horizonte será en el año 2018 un indicador de 22.45KWh per cápita zona urbana.

$$EF = \frac{\text{Kwh/año consumo por concepto de alumbrado publico}}{\text{Numero de habitantes}}$$

1 documento de diseño de iluminación eficiente en alumbrado público.

#### 4.4. Causas Que Generan el Problema.

##### Causas directas:

- Déficit en la implementación de programas de uso racional y eficiente de la energía,
- Desconocimientos de las nuevas tecnologías en iluminación

#### 4.5. Efectos Generados Por el Problema.

##### Efectos directos:

- Altos niveles de contaminación del aire por gases de efecto invernadero
- Altos índices de consumo eléctrico en el alumbrado público del municipio
- Altos costos en los servicios de alumbrado público (operación y mantenimiento).

##### Efectos indirectos:

- Altos índices de enfermedades respiratorias por contaminación atmosférica

#### 4.6. Diagrama de Árbol de Problemas:

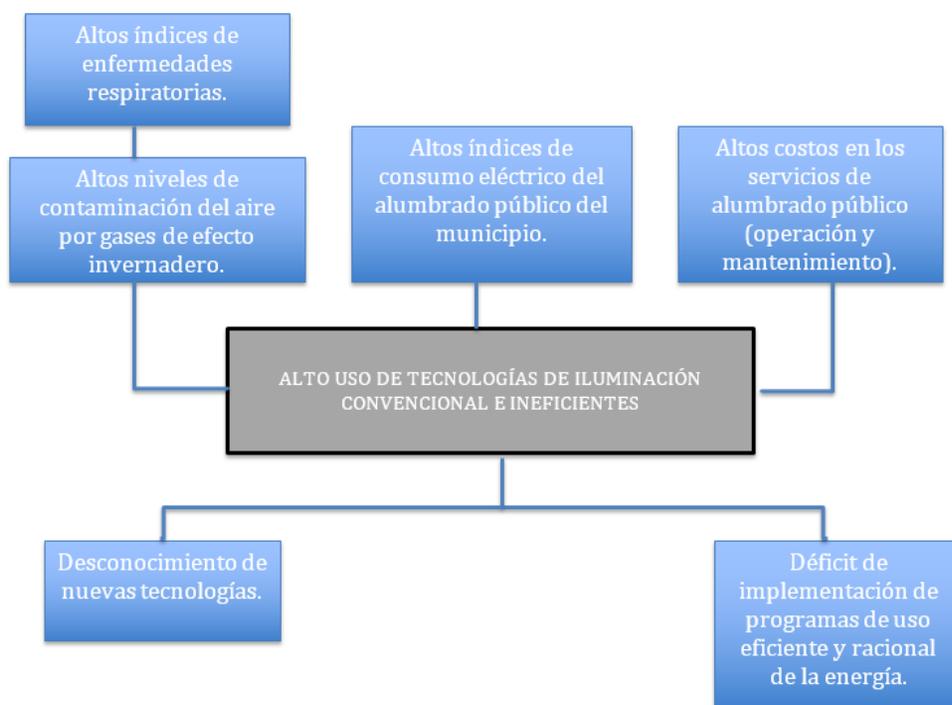


Grafico 15: Árbol de Problemas.  
Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.7. Diagrama de Árbol de Objetivos:



*Grafico 16: Árbol de objetivos.  
Fuente: Elaboración Propia.*

## **5. Análisis de Involucrados:**

### **5.1. Contextualización de Análisis a Realizar**

El proyecto de iluminación eficiente en el alumbrado público del municipio de Girardota, pretende atender una problemática de orden ambiental y de salud pública, generada por la utilización de tecnologías convencionales de iluminación de baja eficiencia, que han aumentado el consumo de energía eléctrica y altos niveles de contaminación atmosférica por gases de efecto invernadero y material particulado, que a su vez han aumentado la aparición de enfermedades respiratorias en la población del municipio; todos estos factores se convierten en elementos que deterioran la calidad de vida de la población y que además ponen en riesgo derechos fundamentales que el estado debe garantizar.

Teniendo en cuenta lo anterior se realiza un análisis detallado con el fin de identificar la población afectada y objetivo en el desarrollo de nuestro proyecto. El sistema de iluminación eficiente está enfocado en la repotencialización y sustitución de luminarias en la zona urbana del municipio, atendiendo vías principales, vías secundarias y escenarios deportivos, con este rediseño en el alumbrado público adoptando criterios de iluminación eficiente, se beneficia el total de la población del municipio tanto de la zona rural como de la zona urbana, siendo población objetivo la zona urbana que son los que están expuestos en mayor medida a los efectos generados por la contaminación y baja calidad de la iluminación, ya que son los centros poblados los que cuentan con mayor puntos de luz por metro cuadrado, siendo los más afectados por las consecuencias nombradas en el proyecto.

## 5.2. Matriz de Análisis de Involucrados.

INVOLUCRADOS	PROBLEMÁTICA	INTERESES	RECURSOS
Alcaldía municipal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Altos índices de contaminación atmosférica.</li> <li>- Deterioro de la infraestructura de alumbrado publico</li> <li>- Altos costos de mantenimiento y operación relacionado a alumbrado publico</li> <li>- Altos niveles de consumo eléctrico por concepto de alumbrado publico</li> <li>- Baja calidad de la iluminación de los espacios públicos.</li> <li>- Aumento en la percepción de inseguridad de la comunidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminuir los índices de contaminación atmosférica.</li> <li>- Disminuir los costos asociados a la operación y mantenimiento del alumbrado público mediante la implementación de un sistema eficiente y sostenible.</li> <li>- Aumentar la calidad de la iluminación de los espacios públicos.</li> <li>- Mejorar la percepción de seguridad de la comunidad.</li> <li>- Disminuir los consumos de energía eléctrica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recursos económicos para la financiación del proyecto.</li> <li>- Formulación de resoluciones y decretos para el uso racional y eficiente de la energía.</li> <li>- Incentivos a buenas prácticas de uso eficiente y racional de la energía.</li> <li>- Información estadísticas y censos del sistema de alumbrado público.</li> </ul>
Área metropolitana del Valle del Aburra	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Altos índices de contaminación atmosférica de los municipios pertenecientes al valle del aburra.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminuir los altos índices de contaminación atmosférica en los municipios pertenecientes al valle del aburra.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recursos económicos para financiación del proyecto.</li> <li>- Recurso técnico para la evaluación de la contaminación atmosférica de municipio.</li> <li>- Formulación de resoluciones y decretos para la implementación</li> </ul>

			de programas de reducción de agentes contaminantes.
Secretaría de infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deterioro de la infraestructura asociada al alumbrado público del municipio.</li> <li>- Instalaciones de lámparas convencionales de baja eficiencia en el alumbrado público.</li> <li>- Baja calidad de la iluminación en los espacios públicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejorar la infraestructura en alumbrado público del municipio.</li> <li>- Mejorar calidad de la iluminación del alumbrado público mediante la instalación de un sistema de iluminación eficiente y sostenible.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acompañamiento en el levantamiento de información y censos asociados a proyecto.</li> <li>- Recurso técnico</li> </ul>
Secretaría de medio ambiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Altos índices de contaminación atmosférica en el municipio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminuir los altos índices de contaminación por gases de efecto invernadero.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Personal técnico recolección y suministro de información.</li> <li>- Directrices para el uso de energías limpias, eficientes y sostenibles.</li> <li>- Acompañamiento en la estrategia de disposición de luminarias convencionales.</li> </ul>
Secretaría de salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Altos índices de enfermedades respiratorias en la comunidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminuir los altos índices de enfermedades respiratorias en el municipio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Censos e información.</li> <li>- Acompañamiento en la evaluación de los impactos del proyecto en la salud pública.</li> </ul>
Empresas públicas de Medellín	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminución de sus ingresos por la reducción en el consumo de energía eléctrica y mantenimiento del alumbrado público.</li> <li>- Promover el uso de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Obtener ingresos por el mantenimiento, operación y suministro de energía para el</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suministro de información y censos de la cantidad de luminarias del municipio.</li> </ul>

	energías alternativas eficientes y sostenible con el medio ambiente como labor social.	mantenimiento del alumbrado público del municipio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Personal técnico capacitado y certificado en iluminación.</li> <li>– Experiencia en el mantenimiento y operación de alumbrado público.</li> <li>– Apoyo financiero</li> <li>– acuerdos entre municipio y entidad prestadora de servicio en reducción de tarifas e impuestos por el uso de energías limpias y eficientes.</li> </ul>
Comunidad en general	<ul style="list-style-type: none"> <li>– altos índices de contaminación atmosférica por gases de efecto invernadero.</li> <li>– Aumento de enfermedades respiratorias</li> <li>– Deterioro de la calidad de la iluminación de los espacios públicos.</li> <li>– Aumento de la percepción de inseguridad.</li> <li>– Aumento de las tarifas por impuestos para el sostenimiento de alumbrado público.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Mejoramiento de las condiciones medio ambientales del municipio.</li> <li>– Mejoramiento del alumbrado público en temas de calidad de la iluminación.</li> <li>– Disminución en las tarifas de impuestos asociadas a alumbrado público.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Participación ciudadana en el diseño y apoyo a la creación de resoluciones asociadas a mejoramiento del alumbrado público, mediante sistemas eficientes y sostenibles.</li> <li>– Evaluación de las iniciativas presentadas para el mejoramiento del alumbrado público</li> </ul>

*Tabla 7: Matriz de involucrados.*

*Fuente: Elaboración propia*

### 5.3. Población Afectada.

La población afectada se encuentra en el municipio de Girardota, ubicado al occidente del departamento de Antioquia y al norte del área metropolitana del valle del aburra a una distancia de Medellín de 26 Km. la población total corresponde a 50.583 habitantes.

Población por grupos de edad según sexo comparativo DANE 2010-2012												
Grupos Edad	Población Año 2010				Población Año 2011				Población Año 2012			
	Sexo		Total	%	Sexo		Total	%	Sexo		Total	%
	Hombres	Mujeres			Hombres	Mujeres			Hombres	Mujeres		
0- 4	2233	2150	4383	9.1	2255	2170	4425	9.0	2281	2192	4473	8.8
5-9	2252	2195	4447	9.2	2276	2228	4504	9.1	2297	2258	4555	9.0
10-14	2302	2227	4529	9.4	2321	2244	4565	9.2	2344	2267	4611	9.1
15-19	2386	2363	4749	9.8	2432	2387	4819	9.8	2467	2403	4870	9.6
20-24	2264	2349	4613	9.6	2330	2391	4721	9.6	2402	2438	4840	9.6
25-29	2203	2294	4497	9.3	2240	2342	4582	9.3	2280	2383	4663	9.2
30-34	2037	1993	4030	8.4	2098	2058	4156	8.4	2146	2129	4275	8.5
35-39	1622	1744	3366	7.0	1680	1781	3461	7.0	1756	1823	3579	7.1
40-44	1486	1557	3043	6.3	1510	1592	3102	6.3	1525	1624	3149	6.2
45-49	1222	1325	2547	5.3	1277	1366	2643	5.4	1335	1408	2743	5.4
50-54	1006	1124	2130	4.4	1044	1172	2216	4.5	1083	1215	2298	4.5
55-59	845	883	1728	3.6	884	944	1828	3.7	919	1005	1924	3.8
60-64	613	650	1263	2.6	662	696	1358	2.7	712	748	1460	2.9
65-69	415	525	940	1.9	438	547	985	2.0	468	570	1038	2.1
70-74	355	428	783	1.6	358	444	802	1.6	358	459	817	1.6
75-79	248	322	570	1.2	261	341	602	1.2	272	358	630	1.2
>80	236	372	608	1.3	242	387	629	1.3	254	404	658	1.3
<b>Total</b>	<b>23725</b>	<b>24501</b>	<b>48226</b>	<b>100</b>	<b>24308</b>	<b>25090</b>	<b>49398</b>	<b>100</b>	<b>24899</b>	<b>25684</b>	<b>50583</b>	<b>100</b>

Tabla 8: Población según grupo, edad y sexo

Fuente: Analisis de la situacion de salud (ASIS) en el municipio Girardota 2013

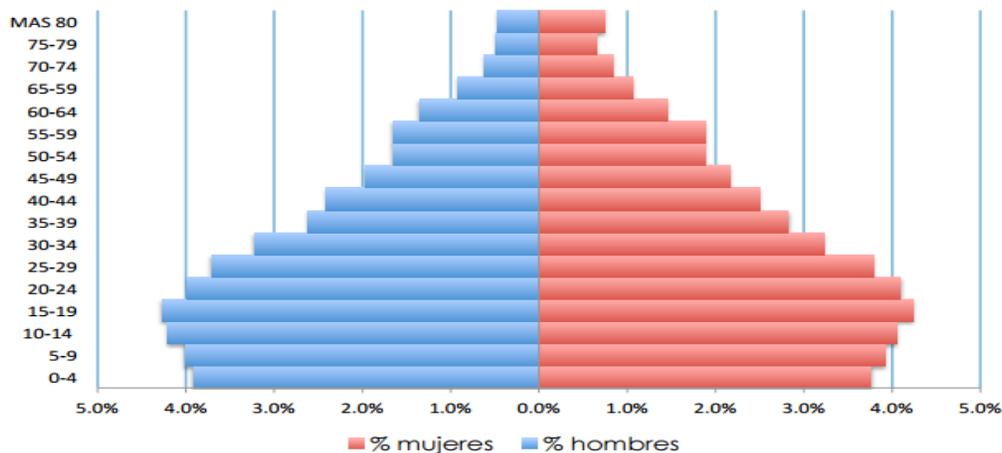
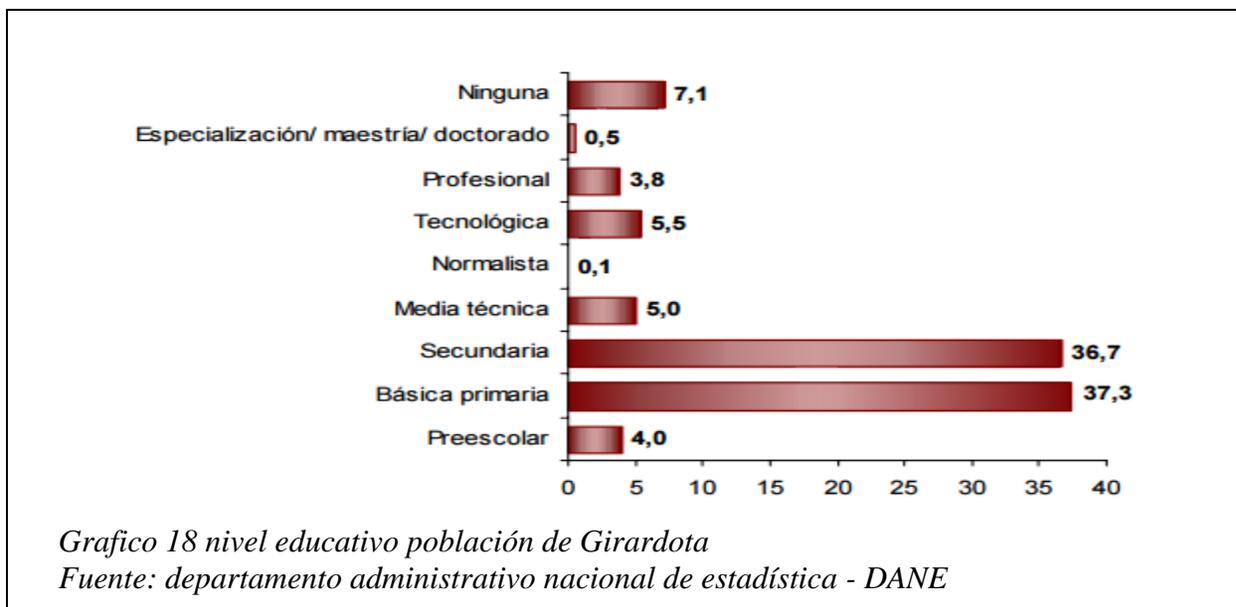


Gráfico 17 pirámide poblacional del municipio 2014

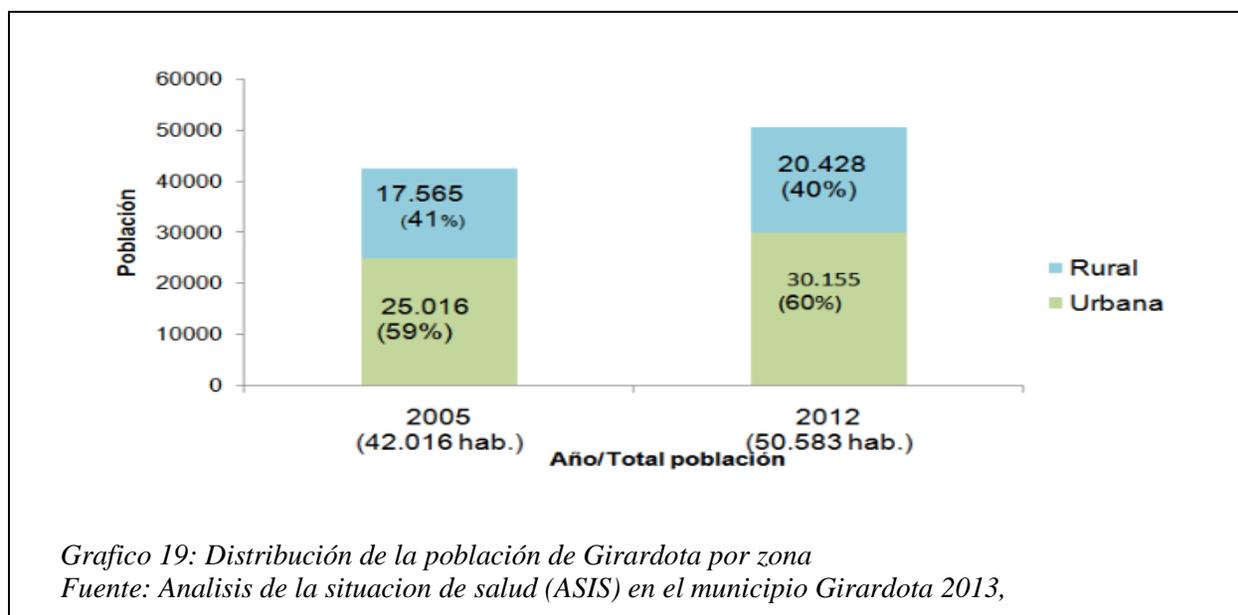
Fuente: series poblacionales – DANE, disponible en <https://colaboracion.dnp.gov.co>



En el gráfico 18 se muestra que el 37,3% de la población residente en Girardota, ha alcanzado el nivel básico primaria y el 36,7% secundaria; el 3,8% ha alcanzado el nivel profesional y el 0,5% ha realizado estudios de especialización, maestría o doctorado. La población residente sin ningún nivel educativo es el 7,1%.

#### **5.4. Población Objetivo.**

La población objetivo corresponde al 60% de la población afectada (correspondiente a 30.155 habitantes) que habitan la zona urbana del municipio donde se presentan los mayores escenarios de contaminación atmosférica, debido a la concentración de parque automotor, industria y comercio.



Zona	Sexo		Total	%
	Masculino	Femenino		
Urbana	9752	10824	20576	52.3%
Centro Poblado	3387	3554	6941	17.6%
Rural	5880	5940	11820	30.0%
Total	19019	20318	39337	100%

*Tabla 9. Población certificada DNP – SISBEN*

*Fuente: Analisis de la situación de salud (ASIS) en el municipio Girardota 2013*

## 6. Análisis de Soluciones

### 6.1. Descripción de La Iniciativa:

El proyecto iluminación eficiente para alumbrado público del municipio de Girardota, consiste en el diseño de un sistema de iluminación eficiente, basado en tecnologías de iluminación led, para la sustitución de la iluminación convencional de baja eficiencia, la metodología utilizada para el desarrollo del proyecto se compone de los siguientes pasos:

**Diagnóstico:** el alumbrado público utiliza gran cantidad de luminarias que es necesario mantener y operar. En muchos casos estas son inadecuadas, de baja eficiencia, baja calidad de iluminación, sobredimensionadas para el sitio a iluminar, o se encuentran instaladas en sitios que no se requieren, además de estar instaladas en alturas y distancias entre postes que no

corresponden. Ante esta situación, surge la necesidad de registrar las características de cada uno de los puntos de iluminación, mediante la realización de un censo, que nos permita tener una información básica y un dimensionamiento de los puntos de iluminación existentes en el alumbrado público del municipio. Para la elaboración del censo se realizará un contrato con una empresa consultora para realizar el levantamiento de la información y el diagnóstico del estado actual del sistema de iluminación de alumbrado público, levantamiento de planos e información de características técnicas de las luminarias, donde se determine tipo de lámpara y potencia.

Los datos emanados del censo permitirán la integración de una base de datos a disponibilidad del equipo del proyecto, con esta base de datos se debe realizar un software donde se almacenará la información obtenida, y que permita calcular los consumos de energía eléctrica de las luminarias, al igual que los valores de gases de efecto invernadero aportados a la atmosfera por cada punto de iluminación. Esta información permitirá detectar las medidas de ahorro de energía o las acciones que deberán ser adoptadas para lograr un servicio eficiente de alumbrado público.

**Diseño del sistema:** después de realizado el diagnostico, tener censos del sistema de iluminación de alumbrado público del municipio, con datos tales como tipo de lámparas, consumo eléctrico, precio por Kwh consumido, valores de aportes de gases de efecto invernadero, se realiza el rediseño del sistema de iluminación para el cambio de las luminarias convencionales por luminarias de alta eficiencia basados en tecnologías led. La propuesta del diseño del nuevo sistema de iluminación constituye en elaborar un documento donde se presente la estrategia de sustitución de luminarias convencionales por luminarias de alta eficiencia y equipos asociados, ajustes de los niveles de iluminación, establecer los parámetros fotométricos de diseño, levantamiento de planos, programa de mantenimiento y operación y evaluación de los costos de inversión, todo esto basado en el reglamento técnico de iluminación y alumbrado público RETILAP, el diseño incluye un sistema de optimización y regulación de alumbrado público, con el cual se pueden controlar desde un centro de control todos los puntos de iluminación, con el fin de realizar una gestión eficiente del alumbrado.

## 6.2. Localización:

El proyecto será desarrollado en la zona norte del Valle de Aburra, específicamente en el municipio de Girardota, en el cual su mayor fuente de ingresos se encuentra en los sectores agrícola, industrial, turismo recreativo y religioso. Limita por el norte con el Municipio de Barbosa; por el oriente con los Municipios de Guarne y San Vicente; por el occidente con los Municipios de San Pedro y Don Matías y por el sur con el Municipio de Copacabana y se encuentra a 26 Km de Medellín. El Municipio tiene una temperatura promedio de 22 °C, una altura de 1.425 m.s.n.m. y un área total de 82 kilómetros. Según el DANE, el Municipio de Girardota cuenta con una población de 54.219 habitantes, de donde el 47,4 % está ubicado en la zona rural y el 52,6 % en la zona urbana. El 33,16% es menor de edad, el 15,37% es joven, el 39,72 es población adulta y el 11,75% es población mayor de 55 años.



### **6.3. Aporte a La Política Pública:**

A continuación, se describe el aporte del proyecto iluminación eficiente en las políticas públicas:

Objetivos de desarrollo sostenible:

**Objetivo #7:** garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.

**Programa de alianza global para la iluminación eficiente:** Tiene como objetivo ayudar a los países en vía de desarrollo a la eliminación progresiva de productos de iluminación ineficientes, apoyando así los esfuerzos mundiales para combatir el cambio climático.

*Plan nacional de desarrollo 2014-2018 “todos por un nuevo país”:*

**Estrategia transversal crecimiento verde: objetivo 1:** avanzar hacia un crecimiento sostenible y bajo en carbono. la implementación de un enfoque de crecimiento verde busca priorizar opciones de desarrollo y crecimiento del país, basados en la innovación y aumento en la productividad de los recursos, la producción sostenible, la reducción de los costos de contaminación y la mitigación al cambio climático, con cambios hacia procesos más eficientes e incluyentes que maximicen los beneficios económicos, sociales y ambientales.

**Estrategia 1:** impulsar la transformación de sectores hacia sendas más eficientes y de bajo carbono: se avanzará en la reglamentación e implementación de la ley 1715 de 2014 sobre fuentes no convencionales y gestión eficiente de la energía; del fondo de energías no convencionales y gestión eficiente de la energía (FENOGE); y de un esquema de incentivos para fomentar la inversión en fuentes no convencionales de energía y eficiencia energética. adicionalmente, se realizará la creación de la agencia de eficiencia energética; el diseño e implementación de una política de eficiencia energética; la expedición de reglamentos técnicos que promuevan el uso más seguro, limpio y eficiente de la energía eléctrica; y la implementación del plan de acción sectorial de mitigación – energía eléctrica y del programa de uso racional y eficiente de energía (PROURE) y su respectivo plan indicativo. adicionalmente, se pretende lograr ahorros en los sectores industrial, residencial, comercial, público y de servicios, lo cual contará con el apoyo de una institucionalidad que diseñe, desarrolle, promueva e implemente proyectos con este alcance. igualmente, se promoverán planes de renovación tecnológica para productos de alto consumo, que

contemplarán - entre otros- la sustitución de refrigeradores, bombillas incandescentes y equipos de uso final.

***Programa gobierno departamental “Antioquia piensa en grande”:***

**Línea estratégica 4:** sostenibilidad ambiental,

**Objetivo:** asegurar la base del capital natural en cantidad y calidad. La sostenibilidad ambiental garantiza el bienestar general de la sociedad.

**Componente:** gestión integral del cambio climático; objetivo: contribuir a la gestión integral del cambio climático y reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

***Plan de desarrollo municipal de Girardota 2016-2019 “unidos hacemos más”:***

**Línea estratégica:** Girardota habitable

**Componente:** medio ambiente y recursos naturales

**Programa:** sostenibilidad, cultura y educación ambiental

#### **6.4. Análisis de Mercado:**

Los proyectos de eliminación eficiente en alumbrado público desempeñan un papel importante en el uso de los recursos para los municipios del país, ya que constituyen un área de oportunidad para disminuir los costos de operación de los gobiernos, haciendo que la sociedad reduzca la energía que se gasta por el uso de lámparas ineficientes comparadas con las que actualmente existen en el mercado.

Las acciones y programas en materia de ahorro energía tendientes a lograr una mayor eficiencia energética y contribuir al saneamiento financiero y la modernización administrativa de los municipios, en los cuales se han observado deficiencias operativa y administrativas, especialmente en los sistemas de alumbrado público, han incentivado a el gobierno nacional a implementar programas para el ahorro de energía (PROURE), que tiene como objetivo apoyar a los municipios a establecer políticas y acciones de ahorro energético.

El municipio de Girardota cuenta con una población aproximada de 54.219 habitantes, de donde el 47,4 % está ubicado en la zona rural y el 52,6 % en la zona urbana. El 33,16% es menor de edad, el 15,37% es joven, el 39,72 es población adulta y el 11,75% es población mayor de 55 años y tiene actualmente 1.5km<sup>2</sup> de andadores, calles, avenidas, bulevares y áreas de convivencia social en la zona urbana poblada del municipio con dificultades y necesidades de iluminación, que en su conjunto consumen mensualmente 2.5GWh en alumbrado público.

El sistema de alumbrado público del municipio de Girardota se encuentra integrado por una gran diversidad de tipos de lámparas de dificultad su operación y la ejecución de las tareas de mantenimiento, además, debido a la colocación y características de las luminarias instaladas, el 80% desperdician hasta un 60% de su potencia lumínica, por lo que incrementan su consumo de energía eléctrica.

En la siguiente tabla 10 se muestra el consumo anual de energía eléctrica en la situación actual con el sistema de iluminación convencional de alumbrado público, donde se describe el tipo de lámparas utilizadas en los puntos de luz del alumbrado del municipio, la cantidad instalada y la potencia nominal.

<b>TIPO DE LUMINARIA</b>	<b>POTENCIA NOMINAL (W)</b>	<b>NUMERO DE LUMINARIAS</b>	<b>OPERACIÓN (HRS/DIA)</b>	<b>CONSUMO (KWH/AÑO)</b>	<b>COSTO (\$/AÑO)</b>
Sodio de alta presión (NA)	70	3279	12	1005341,4	\$ 135.721.089
Sodio de alta presión (NA)	150	284	12	186588	\$ 25.189.380
Sodio de alta presión (NA)	250	198	12	216810	\$ 29.269.350
Sodio de alta presión (NA)	400	6	12	10512	\$ 1.419.120
Metal Halide (MH)	250	22	12	24090	\$ 3.252.150
Metal Halide (MH)	400	46	12	80592	\$ 10.879.920
Metal Halide (MH)	1000	42	12	183960	\$ 24.834.600
Total		3877		1707893,4	\$ 230.565.609
Nota 1: Referencia de Precio energía eléctrica 2015: 135 \$KW/h. fuente NEON - XM					
Nota 2: valores sin IVA					

*Tabla 10: consumo anual de energía eléctrica en la situación actual.  
Fuente: elaboración propia*

Según el cuadro se tiene que el consumo anual de energía eléctrica en el municipio es de 1.707.893,4KWh, que multiplicado por la tarifa vigente de 135 \$KWh da como resultado

\$274.373.075 incluyendo el IVA del 19%, que paga el municipio a las entidades prestadoras de servicio.

Para disminuir el consumo de energía eléctrica en el alumbrado público se pretende sustituir el 100% de las luminarias equivalentes a 3877 que se encuentran instaladas en la zona urbana poblada del municipio. Estas luminarias serán sustituidas por luminarias de alta eficiencia utilizando tecnologías led. En el siguiente cuadro se muestra la situación actual donde se relaciona el consumo eléctrico por luminarias de baja eficiencia instalas en el municipio y la generación de gases de efecto invernadero:

<b>TIPO DE LUMINARIA</b>	<b>POTENCIA NOMINAL (W)</b>	<b>NUMERO DE LUMINARIAS</b>	<b>OPERACION (HRS/DIA)</b>	<b>CONSUMO (KWH/AÑO)</b>	<b>APORTES DE CO2 (KG)</b>
Sodio de alta presión (NA)	70	3279	12	1005341,4	387056,439
Sodio de alta presión (NA)	150	284	12	186588	71836,38
Sodio de alta presión (NA)	250	198	12	216810	83471,85
Sodio de alta presión (NA)	400	6	12	10512	4047,12
Metal Halide (MH)	250	22	12	24090	9274,65
Metal Halide (MH)	400	46	12	80592	31027,92
Metal Halide (MH)	1000	42	12	183960	70824,6
Total		3877		1707893,4	657538,959
Factor de emisión por concepto de energía eléctrica consumida es de 0,385 KG de CO2 eq/KWH					

*Tabla 11: Aportes de CO2 con el sistema de iluminación actual.*

*Fuente: Elaboración propia.*

De la tabla 11 se tiene que el consumo anual de energía eléctrica por concepto de alumbrado público es de 1.707.893.4KWh, el cual con un factor de emisiones de CO2 de 0.385 produce al año 657.53TCO2/KWH al año.

Teniendo en cuenta lo anterior se realiza un balance comparativo de sustituir el 100% de las luminarias del municipio por tecnologías eficientes de iluminación led, realizando un comparativo en términos de la situación actual compara con la situación de sustitución de lámparas:

**SITUACION SIN PROYECTO**

<b>TIPO DE LUMINARIA</b>	<b>POTENCIA NOMINAL (W)</b>	<b>NUMERO DE LUMINARIAS</b>	<b>OPERACIÓN (HRS/DIA)</b>	<b>CONSUMO (KWH/AÑO)</b>	<b>COSTO (\$/AÑO)</b>	<b>APORTES DE CO2 (KG)</b>
Sodio de alta presión (NA)	70	3279	12	1005341,4	\$ 135.721.089	387056,439
Sodio de alta presión (NA)	150	284	12	186588	\$ 25.189.380	71836,38
Sodio de alta presión (NA)	250	198	12	216810	\$ 29.269.350	83471,85
Sodio de alta presión (NA)	400	6	12	10512	\$ 1.419.120	4047,12
Metal Halide (MH)	250	22	12	24090	\$ 3.252.150	9274,65
Metal Halide (MH)	400	46	12	80592	\$ 10.879.920	31027,92
Metal Halide (MH)	1000	42	12	183960	\$ 24.834.600	70824,6
<b>Total</b>		<b>3877</b>		<b>1707893,4</b>	<b>\$ 230.565.609</b>	<b>657538,959</b>

**SITUACION CON PROYECTO**

<b>TIPO DE LUMINARIA</b>	<b>POTENCIA NOMINAL (W)</b>	<b>NUMERO DE LUMINARIAS</b>	<b>OPERACIÓN (HRS/DIA)</b>	<b>CONSUMO (KWH/AÑO)</b>	<b>COSTO (\$/AÑO)</b>	<b>APORTES DE CO2 (KG)</b>
Led	30	3279	12	430860,6	\$ 58.166.181	165881,331
Led	80	284	12	99513,6	\$ 13.434.336	38312,736
Led	100	198	12	86724	\$ 11.707.740	33388,74
Led	150	6	12	3942	\$ 532.170	1517,67
Led	30	22	12	2890,8	\$ 390.258	1112,958
Led	80	46	12	16118,4	\$ 2.175.984	6205,584
Led	200	42	12	36792	\$ 4.966.920	14164,92
<b>Total</b>		<b>3877</b>		<b>676841,4</b>	<b>\$ 91.373.589</b>	<b>260583,939</b>

*Tabla 12: Resumen de la situación actual sin proyecto vs con proyecto*

*Fuente: Elaboración Propia.*

<b>CONSUMO ANUAL</b>	<b>TECNOLOGIA LED</b>	<b>TECNOLOGIA CONVENCIONAL</b>	<b>RESUMEN DE AHORROS/ANUAL</b>	<b>% DE AHORRO</b>
CONSUMO TOTAL (KWH/AÑO)	676841,4	1707893,4	1031052	60%
COSTO TOTAL (\$/AÑO)	\$ 91.373.598	\$ 230.565.609	\$ 139.192.011	60%
APORTES TOTAL DE CO2 (KG)	260583,93	657538,95	396955,02	60%

*Tabla 13: Resumen final situación actual vs situación con proyecto.*

*Fuente: Elaboración Propia.*

Analizando la tabla 13 podemos evidenciar que el hecho de sustituir el 100% de las luminarias actuales del sistema de alumbrado público del municipio, por un sistema de iluminación led, podría suponer un ahorro tanto en el consumo de energía, costos asociados al pago de alumbrado público a las entidades prestadoras de servicio y emisiones de CO2 al año del 60%, con respecto a al sistema de iluminación convencional que se tiene instalado actualmente.

<b>CONCEPTO</b>	<b>DEMANDA</b>	<b>OFERTA</b>	<b>DEFICIT</b>
Sistema de iluminación eficiente en el alumbrado público zona urbana del municipio (medido en número de lámparas eficientes instaladas)	3877	0	3877

*Tabla 14: Análisis de oferta y demanda en el alumbrado público.*

*Fuente: elaboración propia.*

### **6.5. Objetivo General:**

Diseñar un programa de iluminación eficiente basado en la sustitución de luminarias de baja eficiencia por tecnologías de iluminación led, para el alumbrado público del municipio de Girardota.

### **6.6. Objetivos Específicos:**

- Implementar un programa de gestión, optimización y regulación de alumbrado público enfocado en el uso racional y eficiente de la energía.
- Investigar nuevas tecnologías eficientes y alternativas en sistemas de iluminación publica

### 7. Matriz de Análisis de Riesgos:

Descripción del Riesgo	Probabilidad	Impacto	Efecto	Medias de mitigación
<b>Modificación inesperada en el diseño del sistema de iluminación por factores externos</b>	Bajo	Severo	Realización de rediseños que afectarían el cronograma del proyecto	Investigación en futuros proyectos de infraestructura que puedan afectar el proyecto
<b>Modificaciones y/o cambios en la normatividad vigente que obligue a reestructurar el diseño</b>	Bajo	Moderado	Modificación en los diseños iniciales del sistema de iluminación que afectaría costos y cronograma del proyecto	Aplicar la normatividad vigente del reglamento técnico colombiano de iluminación RETILAP.
<b>Deficiente acompañamiento de las entidades involucradas en el proyecto</b>	Bajo	Moderado	Retrasos en el cumplimiento de las actividades del proyecto	Realizar acuerdos interinstitucionales donde quede plasmado las responsabilidades de las diferentes entidades involucradas en el proyecto, con tiempo de ejecución y actividades.
<b>Baja aceptación de la comunidad en el rediseño del sistema de alumbrado publico</b>	Moderado	Critico	Impedimento en la ejecución de las actividades del proyecto	Realizar campañas de sensibilización donde se explique los beneficios del nuevo rediseño con la utilización de sistemas de iluminación led.
<b>Aumento de los precios del sistema de iluminación led a lo largo del proyecto</b>	Moderado	Moderado	Cambios en el presupuesto del proyecto y en la evaluación de costos/beneficios	Realizar investigación de precios históricos y realizar promedios para evaluar los costos de inversión.

*Tabla 15: Matriz de Riesgos.  
Fuente: Elaboración propia*

## 8. Costos de La Alternativa:

### 8.1. Estructura de Desglose de Trabajo:

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO ESPECÍFICO	PRODUCTO	ACTIVIDADES	INSUMO	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNIDAD	VALOR TOTAL
Diseñar un programa de iluminación eficiente basado en la sustitución de luminarias de baja eficiencia por tecnologías de iluminación led, para el alumbrado público del municipio de Girardota.	Investigar nuevas Tecnologías eficientes y alternativas en sistemas de Iluminación Pública.	Levantamiento de información a través de censos del sistema de iluminación de alumbrado público de la zona urbana del municipio	Recopilación de la Información Existente	Coordinadora	6	Mes	\$ 6.800.000	\$ 40.800.000
				Auxiliar	12	Mes	\$ 1.100.000	\$ 13.200.000
				Profesional eléctrico	4	Mes	\$ 2.899.000	\$ 11.596.000
				Tecnólogo eléctrico	4	Mes	\$ 1.475.434	\$ 5.901.736
				Equipo analizador de redes	8	Mes	\$ 800.000	\$ 6.400.000
				Oficina	12	Mes	\$ 1.800.000	\$ 21.600.000
				Empleada limpieza	156	Días	\$ 25.000	\$ 3.900.000
				Arriendo computadores	12	Mes	\$ 1.500.000	\$ 18.000.000
				Arriendo impresora	12	Mes	\$ 84.000	\$ 1.008.000
				Servicios públicos	12	Mes	\$ 500.000	\$ 6.000.000
		Papelería	1	Global	\$ 8.000.000	\$ 8.000.000		
		Realizar Visitas a la Infraestructura Instalada.	Especialista gestión energética	4	Mes	\$ 9.800.000	\$ 39.200.000	
			Tecnólogo eléctrico	4	Mes	\$ 1.475.434	\$ 5.901.736	
			Cámara Fotográfica	1	Unidad	\$ 500.000	\$ 500.000	
			Carro Canasta	200	Día	\$ 300.000	\$ 60.000.000	
			Camioneta doble cabina	4	meses	\$ 4.800.000	\$ 19.200.000	
			Equipos de Protección Personal	1	Global	\$ 10.000.000	\$ 10.000.000	
			luxómetro medidor de luz	1	Unidad	\$ 590.000	\$ 590.000	
		Elaboración de diagnósticos del estado actual del sistema de iluminación del alumbrado	Análisis de mercado	Profesional eléctrico	4	Mes	\$ 2.899.000	\$ 11.596.000
			Evaluación de la alternativa de solución	Profesional eléctrico	4	Mes	\$ 2.899.000	\$ 11.596.000
Especialista gestión energética	4			Mes	\$ 9.800.000	\$ 39.200.000		

	público del municipio.							
Formular un programa de gestión, optimización y regulación de alumbrado público enfocado en el uso racional y eficiente de la energía.	Realizar el rediseño del sistema de alumbrado público del municipio, integrando tecnologías eficientes de iluminación (led)	Contratación de consultores expertos en temas de alumbrado público para realizar el rediseño del nuevo sistema de iluminación basado en tecnologías led y aplicando la normatividad del RETILAP	Profesional eléctrico	4	Mes	\$ 3.800.000	\$ 15.200.000	
			Profesional eléctrico	4	Mes	\$ 2.899.000	\$ 11.596.000	
		Elaboración final de documentos con el nuevo diseño del sistema de iluminación de alumbrado público del municipio	Especialista gestión energética	4	Mes	\$ 2.899.000	\$ 11.596.000	
	Socialización del nuevo sistema de iluminación en alumbrado público del municipio a las entidades involucradas en el proyecto y líderes de la comunidad en general. .	Reunión de socialización del nuevo diseño de iluminación en el alumbrado publico	Coordinador del proyecto	1	día	\$ 340.000	\$ 340.000	
			Salón Reuniones	1	Unidad	\$ 800.000	\$ 800.000	
		Plan de jornadas de sensibilización en el uso racional y eficiente de la energía	Coordinador de la iniciativa	3	Mes	\$ 4.250.000	\$ 12.750.000	
				<b>SUBTOTAL</b>			\$ 386.471.472	
			<b>INTERVENCIÓN 5%</b>			\$ 19.323.574		
			<b>ADMINISTRACIÓN 10%</b>			\$ 38.647.147		
			<b>TOTAL</b>			\$ 444.442.193		

*Tabla 16: Estructura de desglose del trabajo.  
Fuente: Elaboración propia.*

## 9. Valoración de Ingresos y Beneficios:

### 9.1. Identificación y Definición:

Los costos y beneficios se identifican, cuantifican y valoran comparando la situación con proyecto, con la situación sin proyecto en un horizonte de 10 años de evaluación. Esto determina el momento de inversión.

Para disminuir el consumo de energía eléctrica en el alumbrado público, se pretende en el municipio cambiar el 100% de las lámparas del alumbrado público en la zona urbana equivalente a sustituir 3877 luminarias, por sistemas de iluminación eficiente basado en tecnologías led.

NUMERO DE LAMPARAS A SUSTITUIR	SITUACION SIN PROYECTO	SITUACION CON PROYECTO
3279	Sodio de alta presión (NA) de 70W	LED de 30W
284	Sodio de alta presión (NA) de 150W	LED de 80W
198	Sodio de alta presión (NA) de 250W	LED de 100W
6	Sodio de alta presión (NA) de 400W	LED de 150W
22	Metal Halide (MH) de 250W	LED 30W
46	Metal Halide (MH) de 400W	LED 80W
42	Metal Halide (MH) de 100W	LED 200W

*Tabla 17: sustitución de lámparas en el alumbrado público del municipio.*

*Fuente: elaboración propia*

En la tabla 17 se desglosan las 3877 luminarias que se sustituyen en el alumbrado público de la zona urbana del municipio, especificando tipo y potencia de luminaria, tanto en la situación sin proyecto como en la situación con proyecto.

<b>SITUACION SIN PROYECTO</b>	<b>COSTO (\$/AÑO)</b>	<b>SITUACION CON PROYECTO</b>	<b>COSTO (\$/AÑO)</b>	<b>AHORRO (\$/AÑO)</b>
Sodio de alta presión (NA) de 70W	\$135.721.089	LED de 30W	\$58.166.181	\$ 77.554.908
Sodio de alta presión (NA) de 150W	\$25.189.380	LED de 80W	\$13.434.336	\$ 11.755.044
Sodio de alta presión (NA) de 250W	\$29.269.350	LED de 100W	\$11.707.740	\$ 17.561.610
Sodio de alta presión (NA) de 400W	\$1.419.120	LED de 150W	\$532.170	\$ 886.950
Metal Halide (MH) de 250W	\$3.252.150	LED 30W	\$390.258	\$ 2.861.892
Metal Halide (MH) de 400W	\$10.879.920	LED 80W	\$2.175.984	\$ 8.703.936
Metal Halide (MH) de 100W	\$24.834.600	LED 200W	\$4.966.920	\$ 19.867.680
Total	\$230.565.609		\$91.373.589	\$ 139.192.020

*Tabla 18 Ahorro en \$/año por tipo de lámpara instalada.*

*Fuente: elaboración propia*

En la tabla 18 se presenta el cálculo del costo anual equivalente de sustituir las lámparas convencionales de baja eficiencia tipo Metal Halide (MH) y sodio de alta presión (NA), por lámparas eficientes con tecnología led. El ahorro en costo por tipo de lámpara varía entre un 57% y un 80% de ahorro en costos de operación. Haciendo el comparativo de costos totales de sustituir el 100% de las luminarias se tiene que el ahorro sería del 60%, equivalente a \$139.192.011/año.

<b>SITUACION SIN PROYECTO</b>	<b>CONSUMO (KWH/AÑO)</b>	<b>SITUACION CON PROYECTO</b>	<b>CONSUMO (KWH/AÑO)</b>	<b>AHORRO (KWH/AÑO)</b>
Sodio de alta presión (NA) de 70W	1005341,4	LED de 30W	430860,6	574480,8
Sodio de alta presión (NA) de 150W	186588	LED de 80W	99513,6	87074,4
Sodio de alta presión (NA) de 250W	216810	LED de 100W	86724	130086
Sodio de alta presión (NA) de 400W	10512	LED de 150W	3942	6570
Metal Halide (MH) de 250W	24090	LED 30W	2890,8	21199,2
Metal Halide (MH) de 400W	80592	LED 80W	16118,4	64473,6
Metal Halide (MH) de 100W	183960	LED 200W	36792	147168
<b>Total</b>	<b>1707893,4</b>		<b>676841,4</b>	<b>1031052</b>

*Tabla 19 Ahorro en KWh/año por tipo de lámpara instalada.*

*Fuente: elaboración propia*

En la tabla 19 se presenta el cálculo del ahorro en KWh/año de sustituir lámparas de baja eficiencia tipo Metal Halide (MH) y sodio de alta presión (NA), por lámparas eficientes con tecnología led. El ahorro total es de 1.031.052KWh/año que equivale a un 60% de ahorro en consumo de energía eléctrica, por concepto de alumbrado público.

SITUACION SIN PROYECTO	APORTES DE CO2 (KG)	SITUACION CON PROYECTO	APORTES DE CO2 (KG)	APORTES DE CO2 (KG)
Sodio de alta presión (NA) de 70W	387056,439	LED de 30W	165881,331	221175,108
Sodio de alta presión (NA) de 150W	71836,38	LED de 80W	38312,736	33523,644
Sodio de alta presión (NA) de 250W	83471,85	LED de 100W	33388,74	50083,11
Sodio de alta presión (NA) de 400W	4047,12	LED de 150W	1517,67	2529,45
Metal Halide (MH) de 250W	9274,65	LED 30W	1112,958	8161,692
Metal Halide (MH) de 400W	31027,92	LED 80W	6205,584	24822,336
Metal Halide (MH) de 100W	70824,6	LED 200W	14164,92	56659,68
Total	657538,959		260583,939	396955,02

*Tabla 20 Ahorro en aportes de CO2 (Kg) aportados al medio ambiente.  
Fuente: elaboración propia*

En la tabla 20 se desglosa el ahorro en KG de Co2 aportados en el ambiente por el uso de lámparas ineficientes del tipo Metal Halide (MH) y sodio de alta presión (NA), comparadas con lámparas eficientes con tecnología led. El ahorro total de aportes de CO2 en KG al medio ambiente por el uso de iluminación eficiente en el alumbrado público es de 396.955 KG de CO2.

## **9.2. Cuantificación de Beneficios:**

Los beneficios que aporta el proyecto son los siguientes:

- Ahorro en el consumo de energía eléctrica.

El proyecto permitirá tener una reducción en el consumo de energía eléctrica de 1.031.052KWh/año lo que representa un ahorro de \$139.192.011/año.

SITUACION	CONSUMO (KWH/AÑO)	AHORRO (KWH/AÑO)	AHORRO (\$/AÑO)	% DE AHORRO
SIN PROYECTO	1707893,4	1031052	\$ 139.192.011	60
CON PROYECTO	676841,4			
Nota 1: Referencia de Precio energía eléctrica 2015: 135 \$KW/h. fuente NEON - XM				

Tabla 21 ahorro en el consumo de energía situación con proyecto vs situación sin proyecto

Fuente: elaboración propia

AÑO	Beneficio (s/p - c/p)
0	-\$ 444.442.193
1	\$ 139.192.011
2	\$ 139.192.011
3	\$ 139.192.011
4	\$ 139.192.011
5	\$ 139.192.011
6	\$ 139.192.011
7	\$ 139.192.011
8	\$ 139.192.011
9	\$ 139.192.011
10	\$ 139.192.011
11	\$ 139.192.011
12	\$ 139.192.011
<b>Total</b>	<b>\$ 1.225.861.939</b>

Tabla 22 costo / beneficios de la situación con proyecto

Fuente: elaboración propia

Los resultados obtenidos de la evaluación costo/beneficio muestran la rentabilidad del proyecto, en un horizonte de 12 años en \$ 1.225.861.939

El desarrollo de este proyecto proporciona a la sociedad y a su entorno, beneficios intangibles por la disminución de los costos sociales, tales como el uso de recursos naturales y la contaminación del medio ambiente, los cuales se traducen, en términos de evaluación social de proyectos, en beneficios por la liberación de recursos de energía, y que puede ser dirigido a satisfacer las necesidades de otras actividades productivas. También se traduce en beneficios por la reducción de externalidades, ya que por cada KWh ahorrado se evitan 0.385Kg de agentes contaminantes de la atmosfera, tales como los gases de efecto invernadero. Así mismo, el proyecto

tiene a su favor como beneficio social el incremento de la satisfacción de la comunidad con la infraestructura del municipio, mejoramiento de la percepción de seguridad, mejoramiento de la calidad de la iluminación de los espacios públicos y ahorro en los costos de mantenimiento y operación de los equipos.

### 10. Matriz de Marco Lógico:

	DESCRIPCION	INDICADOR	MEDIOS DE VERIFICACION	SUPUESTOS
FIN	<p><b><u>OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE:</u></b></p> <p>- <b>Objetivo #7:</b> garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.</p> <p>- <b>Programa de alianza global para la iluminación eficiente:</b> Tiene como objetivo ayudar a los países en vía de desarrollo a la eliminación progresiva de productos de iluminación ineficientes, apoyando así los esfuerzos mundiales para combatir el cambio climático</p> <p><b><u>PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2014-2018 “TODOS POR UN NUEVO PAÍS”:</u></b></p> <p>- <b>Estrategia transversal crecimiento verde: objetivo 1:</b> avanzar hacia un crecimiento sostenible y bajo en carbono. la implementación de un enfoque de crecimiento verde busca priorizar opciones de desarrollo y crecimiento del país, basados en la innovación y aumento en la productividad de los recursos, la producción sostenible, la reducción de los costos de contaminación y la mitigación al cambio climático, con cambios hacia procesos más eficientes e incluyentes que maximicen los beneficios económicos, sociales y ambientales.</p> <p>- <b>Estrategia 1: impulsar la transformación de sectores hacia sendas más eficientes y de bajo carbono:</b> se avanzará en la reglamentación e implementación de la ley 1715 de 2014 sobre fuentes no convencionales y gestión eficiente de la energía; del fondo de energías no convencionales y gestión eficiente de la energía (FENOGE); y de un esquema de incentivos para fomentar la inversión en fuentes no convencionales de energía y eficiencia energética. adicionalmente, se realizará la creación de la agencia de eficiencia energética; el diseño e implementación de una política de eficiencia energética; la expedición de reglamentos técnicos que promuevan el uso más seguro, limpio y eficiente de la energía eléctrica; y la implementación del plan de acción sectorial de mitigación – energía eléctrica y del programa de uso racional y eficiente de energía (PROURE) y su respectivo plan indicativo. Adicionalmente, se pretende lograr ahorros en los sectores industrial, residencial, comercial, público y de servicios, lo cual contará con el apoyo de una institucionalidad que diseñe, desarrolle, promueva e implemente proyectos con este alcance. igualmente, se promoverán planes de renovación tecnológica para productos de alto consumo, que contemplarán - entre otros- la sustitución de refrigeradores, bombillas incandescentes y equipos de uso final</p> <p><b><u>PROGRAMA GOBIERNO DEPARTAMENTAL “ANTIOQUIA PIENSA EN GRANDE”:</u></b></p>			

		<p>- <b>Línea estratégica 4:</b> sostenibilidad ambiental,</p> <p>- <b>Objetivo:</b> asegurar la base del capital natural en cantidad y calidad. la sostenibilidad ambiental garantiza el bienestar general de la sociedad.</p> <p>- <b>Componente:</b> gestión integral del cambio climático; objetivo: contribuir a la gestión integral del cambio climático y reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.</p> <p><b><u>PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE GIRARDOTA 2016-2019</u></b>  <b><u>“UNIDOS HACEMOS MÁS”:</u></b></p> <p>- <b>Línea estratégica:</b> Girardota habitable</p> <p>- <b>Componente:</b> medio ambiente y recursos naturales</p> <p>- <b>Programa:</b> sostenibilidad, cultura y educación ambiental</p>				
<b>PROPOSITO</b>		Diseñar un programa de iluminación eficiente basado en la sustitución de luminarias de baja eficiencia por tecnologías de iluminación led, para el alumbrado público del municipio de Girardota.	1 documento de diseño de iluminación eficiente en alumbrado publico	Informe final del proyecto	Se cuenta con la participación activa de la administración municipal y demás entidades involucradas en el proyecto para llevar a cabo el diseño del nuevo sistema de iluminación	
<b>COMPONENTES</b>		1	Investigación de nuevas tecnologías eficiente y alternativas en iluminación de alumbrado publico	1 documento de resultado de investigaciones en nuevas alternativas de iluminación en alumbrado público.	Base de datos y fuentes secundarias de información encontradas, artículos de investigación.	Se cuenta con el apoyo de la administración municipal para el levantamiento de la información  Se cuenta con información actualizada del sistema de alumbrado público existente
		2	Formular un programa de gestión, optimización y regulación de alumbrado público enfocado en el uso racional y eficiente de la energía.	1 documento metodológico para la sustitución de luminarias  1 documento de optimización y regulación del alumbrado publico	Instructivos diligenciados para la sustitución de luminarias	Se cuenta en el medio con el personal especializado en iluminación de alumbrado publico  La normatividad RETILAP se mantiene vigente durante la ejecución del proyecto

					Se cuenta con información actualizada del sistema de alumbrado público existente
<b>ACTIVIDADES</b>	<b>1.1</b>	Levantamiento de información a través de censos del sistema de iluminación de alumbrado público de la zona urbana del municipio	1 contrato con consultora para realizar censo 1 documento de censo e inventario	Pliego de condiciones del contrato Acta final de ejecución del contrato Planillas diligenciadas de características técnicas de las luminarias Formatos de inventarios georreferenciado de luminarias	Se cuenta en el medio con el personal especializado en iluminación de alumbrado publico La normatividad RETILAP se mantiene vigente durante la ejecución del proyecto Se cuenta con información actualizada del sistema de alumbrado público existente
	<b>1.2</b>	Elaboración de diagnósticos del estado actual del sistema de iluminación del alumbrado público del municipio.	1 contrato para la elaboración del diagnóstico del estado final del sistema de iluminación del alumbrado público 1 documento de diagnostico	Pliego de condiciones del contrato Acta final de ejecución del contrato Memorias de cálculos realizadas	Se cuenta en el medio con el personal especializado en iluminación de alumbrado publico La normatividad RETILAP se mantiene vigente durante la ejecución del proyecto Se cuenta con información actualizada del sistema de alumbrado público existente

	<b>2.1</b>	Realizar el rediseño del sistema de alumbrado público del municipio, integrando tecnologías eficientes de iluminación (led)	1 contrato de diseño de iluminación en alumbrado público 1 documento del rediseño de iluminación	Pliego de condiciones del contrato  Acta final de ejecución del contrato  Memorias de cálculos planos y dibujos	Se cuenta en el medio con el personal especializado en iluminación de alumbrado publico  La normatividad RETILAP se mantiene vigente durante la ejecución del proyecto  Se cuenta con información actualizada del sistema de alumbrado público existente
	<b>2.2</b>	Socialización del nuevo sistema de iluminación en alumbrado público del municipio a las entidades involucradas en el proyecto y líderes de la comunidad en general.	1 presentación del nuevo diseño del sistema de iluminación de alumbrado publico	1 acta de asistencia	La administración municipal participa activamente en la realización del programa de sustitución de luminarias  la comunidad acepta el proyecto y apoya la iniciativa

*Tabla 23 matriz de marco lógico*  
*Fuente: elaboración propia*

### **10.1 Análisis vertical.**

Analizando de forma vertical la matriz anterior, se observa que, con actividades como el levantamiento de información, diagnóstico del estado actual, diseños de nuevos sistemas de iluminación y la socialización del sistema de alumbrado público, se lograra formular un programa de gestión, optimización y regulación de alumbrado público enfocado en el uso racional y eficiente de la energía. De igual manera mediante la investigación de nuevas tecnologías eficientes y alternativas en iluminación de alumbrado público se puede contribuir con la finalidad de diseñar un programa de iluminación eficiente basado en la sustitución de luminarias de baja eficiencia por tecnologías de iluminación led, para el alumbrado público del municipio de Girardota.

### **10.2 Análisis Horizontal**

Partiendo de la matriz de marco lógico, se interpreta que, con el apoyo de todos los involucrados en el proyecto, tanto entidades administrativas, como la comunidad y el personal especializado; contando con la información actualizada respecto a la situación del sistema de alumbrado público del municipio, y haciendo una buena implementación de la normativa vigente, se contribuirá a la consolidación de planillas, bases de datos, actas e informes finales que a su vez permitirán asegurar la entrega final de documentos verídicos y eficientes que aporten al Diseño de un programa de iluminación eficiente basado en la sustitución de luminarias de baja eficiencia por tecnologías de iluminación led, para el alumbrado público del municipio de Girardota.

### 11.1 Cronograma de Ejecución:

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO ESPECÍFICO	PRODUCTO	ACTIVIDADES	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12		
Diseñar un programa de iluminación eficiente basado en la sustitución de luminarias de baja eficiencia por tecnologías de iluminación led, para el alumbrado público del municipio de Girardota.	Investigar nuevas Tecnologías eficientes y alternativas en sistemas de Iluminación Pública.	Levantamiento de información a través de censos del sistema de iluminación de alumbrado público de la zona urbana del municipio	Recopilación de la Información Existente	■	■	■	■										
			Realizar Visitas a la Infraestructura Instalada.		■	■											
		Elaboración de diagnósticos del estado actual del sistema de iluminación del alumbrado público del municipio.	Análisis de mercado					■									
			Evaluación de la alternativa de solución					■	■								
	Formular un programa de gestión, optimización y regulación de alumbrado público enfocado en el uso racional y eficiente de la energía.	Realizar el rediseño del sistema de alumbrado público del municipio, integrando tecnologías eficientes de iluminación (led)	Contratación de consultores expertos en temas de alumbrado público para realizar el rediseño del nuevo sistema de iluminación basado en tecnologías led y aplicando la normatividad del RETILAP								■	■	■				
			Elaboración final de documentos con el nuevo diseño del sistema de iluminación de alumbrado público del municipio											■			
		Socialización del nuevo sistema de iluminación en alumbrado público del municipio a las entidades involucradas en el proyecto y líderes de la comunidad en general.	Reunión de socialización del nuevo diseño de iluminación en el alumbrado público													■	■
			Plan de jornadas de sensibilización en el uso racional y eficiente de la energía														■

Tabla 24 cronograma de actividades

Fuente: elaboración propia

## 12.1 Referencias:

- Aburrá, A. m. (2008). *Plan integral de desarrollo metropolitano*. Obtenido de [http://www.metropol.gov.co/Planeacion/DocumentosAreaPlanificada/Plan\\_Metropoli\\_2008\\_2020.pdf](http://www.metropol.gov.co/Planeacion/DocumentosAreaPlanificada/Plan_Metropoli_2008_2020.pdf)
- Asociacion española para la calidad. (2017). *AEC*. Obtenido de AEC web side: <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/gestion-de-la-calidad-del-aire>
- Asociacion Latinoamericana de Alcaldes. (2017). *OLA*. Obtenido de Oladsc web: <http://www.oladsc.org/index.php/2015/10/05/que-es-el-cambio-climatico/>
- EPM. (2014). *Anuario estadístico*. Obtenido de Gobernacion de Antioquia: [www.gov.co/images/pdf/anuario2014/es-CO/capitulos/servicios/energia/cp-13-3-3.html](http://www.gov.co/images/pdf/anuario2014/es-CO/capitulos/servicios/energia/cp-13-3-3.html)
- girardota, A. d. (2010-2012). *Analisis de la situacion de salud "ASSIS" municipio de Girardota*. Obtenido de <http://es.calameo.com/books/0025721482821f68e57c9>
- Girardota, A. d. (s.f.). *girardota.gov.co*.
- metropolitana, A. (2017). *Calidad del aire*. Obtenido de Metropol web side: <http://www.metropol.gov.co/CalidadAire/Paginas/inicio.aspx>
- Ministerio de minas y energia . (2017). *Minminas*. Obtenido de MINminas web side: <https://www.minminas.gov.co/retilap>
- Ministerio de minas y energia. (2010). *minminas*. Obtenido de minminas web side.
- ministerio de minas y energia. (2017). *upme*. Obtenido de upme wed site: [http://www.upme.gov.co/Docs/Alumbrado\\_Publico.pdf](http://www.upme.gov.co/Docs/Alumbrado_Publico.pdf)
- Ministerio de salud y proteccion social. (2017). *minsalud*. Obtenido de min salud web side: <https://www.minsalud.gov.co/salud/Paginas/SaludPublica.aspx>
- plan de desarrollo 2012-2015*. (s.f.). Obtenido de <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/girardotaantioquiapd2012-2015.pdf>
- Rave, C. (2008). *www.revistas.unal.edu.co*. Obtenido de <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/viewFile/9214/9855>
- salud, s. d. (2013). *Analisis de la situacion de salud*. Obtenido de <http://es.calameo.com/read/0025721482821f68e57c9>

Unidas, N. (2012). *en.lighten*. Obtenido de en.lighten Web side:  
[https://www.thegef.org/sites/default/files/publications/en\\_lighten\\_spanish\\_complete\\_1.pdf](https://www.thegef.org/sites/default/files/publications/en_lighten_spanish_complete_1.pdf)

Uniersidad de antioquia. (2007). *Metropol*. Obtenido de metropol web side:  
[http://www.metropol.gov.co/CalidadAire/lldocSaludPublica/diagnostico\\_ambiental.pdf](http://www.metropol.gov.co/CalidadAire/lldocSaludPublica/diagnostico_ambiental.pdf)