

**CONTROL DE ILUMINACIÓN PARA LOS SALONES DE COMISIONES DE  
PLAZA MAYOR MEDELLÍN POR MEDIO DE UN CONTROL DE ACCESO  
EXISTENTE**

**AUTOR  
ALEXANDER PADIERNA ALCARAZ  
JULIO CESAR ZAPATA ÁLZATE**

**ASESOR Y/O DIRECTOR  
LILIANA PATRICIA RESTREPO MEDINA  
MARÍA ANGÉLICA BURITICÁ BARRAGÁN**

**ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE PROYECTOS PÚBLICOS**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO**

**FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO**

**ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE PROYECTOS PÚBLICOS**

**MEDELLÍN**

**2017**

## CONTENIDO

|   |    |
|---|----|
| 1. RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO .....                                 | 6  |
| 2. MARCO TEÓRICO .....  | 8  |
| 2.1 Marco de Referencia .....   | 8  |
| 2.2 Marco de antecedentes .....   | 16 |
| 2.3 Marco conceptual .....  | 19 |
| 3. JUSTIFICACIÓN.....   | 22 |
| 3.1 Entorno del proyecto .....  | 22 |
| 3.2 Análisis de la Situación actual. ....                               | 24 |
| 4.1 Descripción de la situación existente con relación al problema..... | 27 |
| 4.2 Problema central.....   | 28 |
| 4.3 Magnitud actual del problema – Indicadores de línea base.....       | 28 |
| 4.4 Causas que generan el problema .....                                | 30 |
| 4.4.1 Directas .....  | 30 |
| 4.4.2 Indirectas .....  | 31 |
| 4.5 Efectos generados por el problema. ....                             | 31 |
| 4.5.1 Directos .....  | 31 |
| 4.5.2 Indirectos.....   | 31 |
| 4.6 Diagrama de Árbol de Problemas. ....                                | 32 |
| 5. ANÁLISIS DE INVOLUCRADOS .....                                       | 33 |
| 5.1. Contextualización del análisis a realizar .....                    | 33 |
| 5.2. Matriz de análisis de involucrados .....                           | 34 |
| 5.3. Población afectada. ....   | 35 |
| 5.4. Población objetivo.....  | 42 |
| 6. ANÁLISIS DE SOLUCIONES .....   | 43 |
| 6.1. Descripción de la iniciativa .....                                 | 43 |
| 6.2 Localización .....  | 47 |
| 6.3. Aporte a la política pública .....                                 | 47 |
| 6.4. Análisis de mercado .....  | 49 |
| 6.5 Objetivo General .....  | 51 |

|   |    |
|---|----|
| 6.6. Objetivos Específicos.....             | 51 |
| 6.7. Diagrama del árbol de Soluciones.....  | 52 |
| 7. MATRIZ DE ANÁLISIS DE RIESGOS.....       | 53 |
| 8. COSTOS DE LA ALTERNATIVA.....            | 54 |
| 9. VALORACIÓN DE INGRESOS Y BENEFICIOS..... | 55 |
| 9.1. Identificación y definición.....       | 55 |
| 9.2. Cuantificación de beneficios.....      | 56 |
| 10. MATRIZ DE MARCO LÓGICO.....             | 58 |
| 11. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN.....            | 63 |
| 12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....         | 64 |

## TABLA DE ILUSTRACIONES.

|  |    |
|--|----|
| Ilustración 1. Consumos energéticos a nivel mundial por fuente de generación. ....                             | 9  |
| Ilustración 2. Consumo de Energía en américa latina. ....  | 10 |
| Ilustración 3. Demanda Energética en Colombia. ....  | 11 |
| Ilustración 4. Demanda energética en Colombia. ....  | 13 |
| Ilustración 5. Demanda energética por extracto en la ciudad de Medellín. ....                                  | 14 |
| Ilustración 6. Arduino. ....   | 19 |
| Ilustración 7. Localización Plaza Mayor Medellín. ....   | 23 |
| Ilustración 8. Recinto de convenciones Plaza Mayor Medellín. ....  | 24 |
| Ilustración 9. Consumos 2016 vs 2017. ....   | 36 |
| Ilustración 10. Porcentaje de ocupación salones de comisiones durante lo corrido del 2017. ....                | 42 |
| Ilustración 11. Simulación de la etapa de control del sistema acoplado al control de acceso<br>existente. .... | 43 |
| Ilustración 12. Ubicación lámparas solones. ....   | 44 |
| Ilustración 13. Ubicación teclado control de acceso. ....  | 44 |
| Ilustración 14. Ubicación lámparas salón. ....   | 45 |
| Ilustración 15. Vista ubicación teclado control de acceso salones. ....  | 45 |
| Ilustración 16. Vista frontal teclado control de acceso. ....  | 46 |

## LISTA DE TABLAS.

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Potencia lámparas comisiones.....   | 25 |
| Tabla 2. Información básica del sistema salones de comisiones.....                       | 26 |
| Tabla 3. Tiempo muerto lámparas.....   | 26 |
| Tabla 4. Consumo actual.....   | 26 |
| Tabla 5. Costo actual consumo salones de comisiones. ....                                | 29 |
| Tabla 6. Ahorro con la implementación.....   | 29 |
| Tabla 7. Ahorro con la implementación.....   | 34 |
| Tabla 8. Matriz de involucrados del proyecto de intervención. ....                       | 35 |
| Tabla 9. Visitantes 2016 vs visitantes 2017. ....  | 35 |
| Tabla 10. Porcentaje de ocupación salones de comisiones durante lo corrido del 2017..... | 36 |
| Tabla 11. Lugar de ejecución del proyecto. ....  | 47 |
| Tabla 12. Aporte política pública. ....  | 48 |
| Tabla 13. Cantidad de luminarias por salón. ....   | 49 |
| Tabla 14. Costos de facturación energía salones de comisiones.....                       | 50 |
| Tabla 15. Consumos de energía salones de comisiones. ....                                | 50 |
| Tabla 16. Aporte de Co2 al medio ambiente.....   | 51 |
| Tabla 17. Matriz de Riesgos.....   | 53 |
| Tabla 18. Estructura desglose de trabajo.....  | 54 |
| Tabla 19. Consumo y costo anual del sistema de iluminación salones de comisiones. ....   | 55 |
| Tabla 20. Emisión de Co2.....  | 56 |
| Tabla 21. Cuantificación de beneficios. ....   | 57 |
| Tabla 22. Matriz de marco lógico. ....   | 58 |
| Tabla 23. Cronograma de actividades. ....  | 63 |

## 1. RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO

Plaza Mayor Medellín a través del área de infraestructura adscrita a la gerencia de servicios y operaciones son los encargados de suministrar el apoyo técnico para cada uno de los eventos de nivel local, regional, nacional e internacional que se desarrollan en el recinto de convenciones y exposiciones, sin embargo, por el desarrollo de cada uno de estos eventos se ha visto comprometido el recurso económico de la entidad por los altos consumos de energía, esto se debe a su alta ocupación.

Según las estadísticas uno de los mayores consumos de energía en los recintos de eventos son largos periodos de tiempo que permanecen encendidas las luminarias, esto obedece a una deficiencia tecnológica y a un uso inadecuado del sistema eléctrico y por ende generando una afectación a los recursos naturales.

Es por eso que el área de infraestructura de la entidad viene adelantando un proyecto tecnológico el cual va a permitir controlar el sistema de iluminación de los salones de comisiones por medio del sistema de control de acceso existente. En este punto entonces, es donde radica una de las necesidades apremiante de la entidad.

Como este problema impacta de manera ambiental y económica a la empresa se hace necesario la búsqueda de alternativas que plantean una solución desde el aspecto técnico, que logre el objetivo del uso racional de la energía, para esto se propone el diseño de un control electrónico, que en conjunto con el control de acceso existente permita el encendido o apagado del sistema de iluminación, cuando este sea o no necesario, en la mayoría de los salones se tiene encendido este sistema aproximadamente doce (12) horas al día, lo cual lleva a un alto consumo de energía eléctrica; adicional a esto en la organización no se toman estrategias adecuadas para concientizar a los colaboradores y visitantes acerca del uso correcto del recurso.

El proyecto establece los siguientes objetivos:

- Implementar un protocolo de supervisión, el cual nos permitirá tener estadísticas operación del sistema.

- Conformer un grupo de investigación y desarrollo que permitan investigar sobre nuevas tecnologías de iluminación.
- Construir un adecuado diseño eléctrico del sistema de iluminación

Los beneficios asociados al proyecto son:

- Aumento de la vida útil del sistema de iluminación del recinto.
- Disminución mensual de la factura de servicios públicos de energía.
- Disminución de la emisión de gases nocivos al medio ambiente
- Optimización y aprovechamiento de los recursos de la entidad

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Marco de Referencia

Actualmente el uso de la electricidad es fundamental para realizar gran parte de las actividades diarias, en este punto se anota que se deben buscar acciones eficientes y eficaces frente al manejo de esta en cuanto a la calidad de la misma. Ahora bien, se anota que la energía que se tiene en el país es de buena calidad, y que desde la dinámica actual se considera que esta se puede darle un uso más eficientemente.

Consecuente con lo anterior, se anota que el alto consumo de energía en las grandes ciudades se ha convertido en un problema para el medio ambiente, debido al crecimiento desbordado de la población a nivel mundial, toda vez que contribuye a que la ciudades sean más desarrolladas e incrementen el consumo de energía; de igual forma, se identifica que estos avances generan un gran impacto al medio ambiente, toda vez que generan el desplazamiento de los animales y cambio en los ciclos naturales, ocasionando impactos en las rutas migratorias de las aves, así como una alta contaminación lumínica en estos territorios, los daños que también genera la creación de centrales hidroeléctricas donde es necesario realizar la desviación del curso de los ríos y todo su ecosistema que se desarrolla en ellos. Todos estos son simplemente algunos de los problemas que se pueden evidenciar en estos tiempos actuales, sin embargo, no son los únicos.

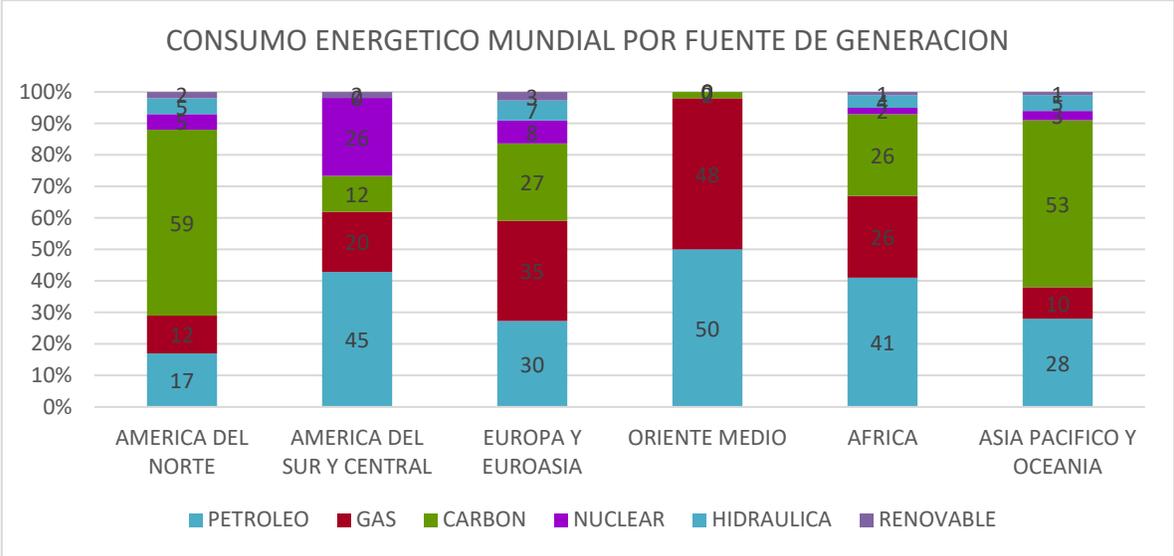
En este mismo contexto, se anota que existen diversas causas que gestan un impacto ambiental de orden negativo, los cuales se enmarcan en: plantas termoeléctricas, dada su proceso de generación de energía, los gases de efecto invernadero, entre otros; son fenómenos relevantes que asocian con la contaminación del medio ambiente. Ahora bien, se detalla que actualmente los fenómenos asociados con el clima, el aire y el entorno hacen pensarse nuevas formas y alternativas que posibiliten ser más estratégicos y sostenibles con los recursos.

Conociendo claramente la problemática que hoy se vive no solo es de responsabilidad de los ciudadanos, sino que debe existir un proceso de corresponsabilidad; es decir, que es un proceso de construcción colectiva, es decir, en dos vías Estado – Ciudadanía; pues esta es

una forma estratégica que se pueden generar acciones conjuntas en cuanto a un mejor manejo de los recursos y por ende a una regulación de la industrialización.

Con base en todo lo expresado, se observa que hoy en día se deben diseñar alternativas de soluciones por medio de sistemas de energía renovable, las cuales permitan la disminución de los altos consumos de energía que se genera en las grandes ciudades para que desde estas acciones se pueda contribuir al cuidado del medio ambiente.

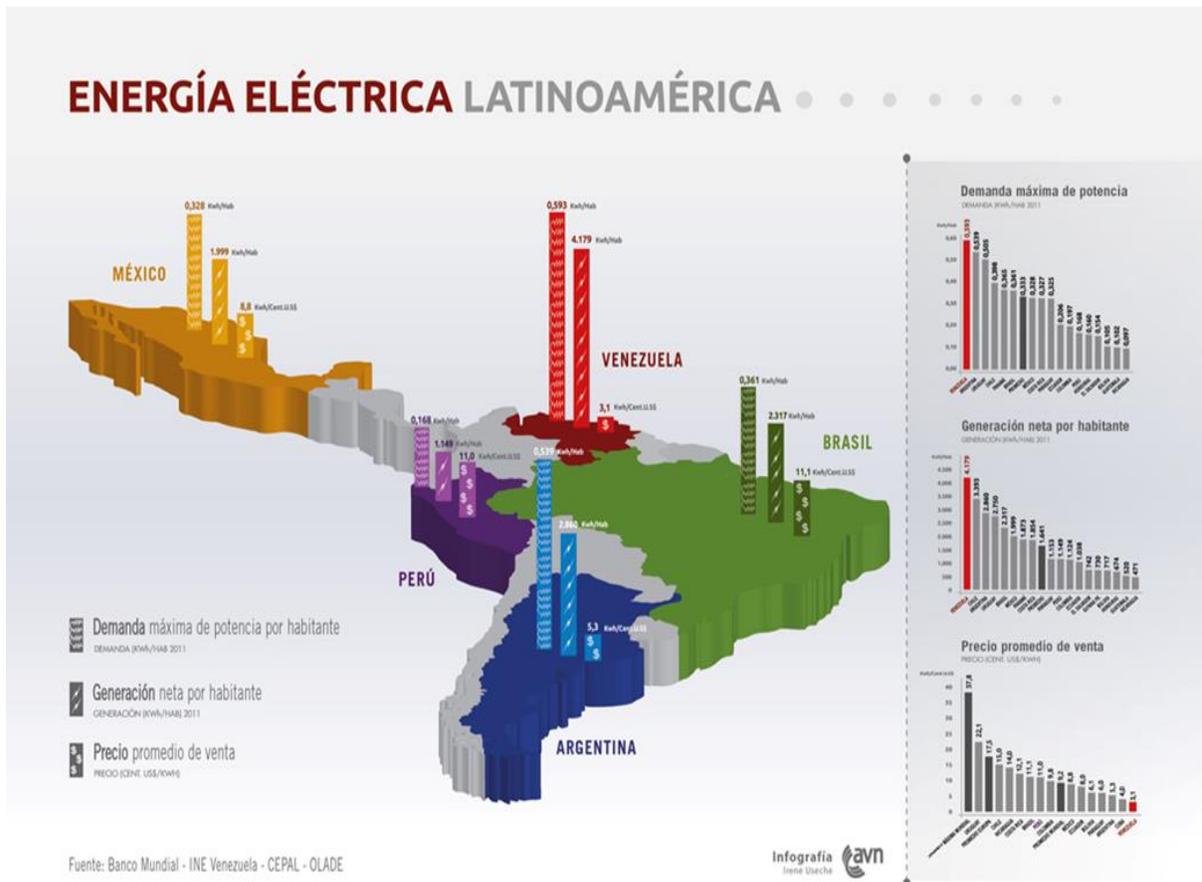
Ilustración 1. Consumos energéticos a nivel mundial por fuente de generación.



Fuente: [http://www.endesaeduca.com/Endesa\\_educa/recursos-interactivos/el-sector-electrico/consumo-energia-mundo](http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/el-sector-electrico/consumo-energia-mundo)

Cómo se evidencia en la ilustración 1, son pocos los continentes donde se evidencia la utilización de fuentes renovables, predominando la utilización de fuentes como el carbón, petróleo, gas natural e hidroeléctrico las cuales impactan notablemente al medio ambiente.

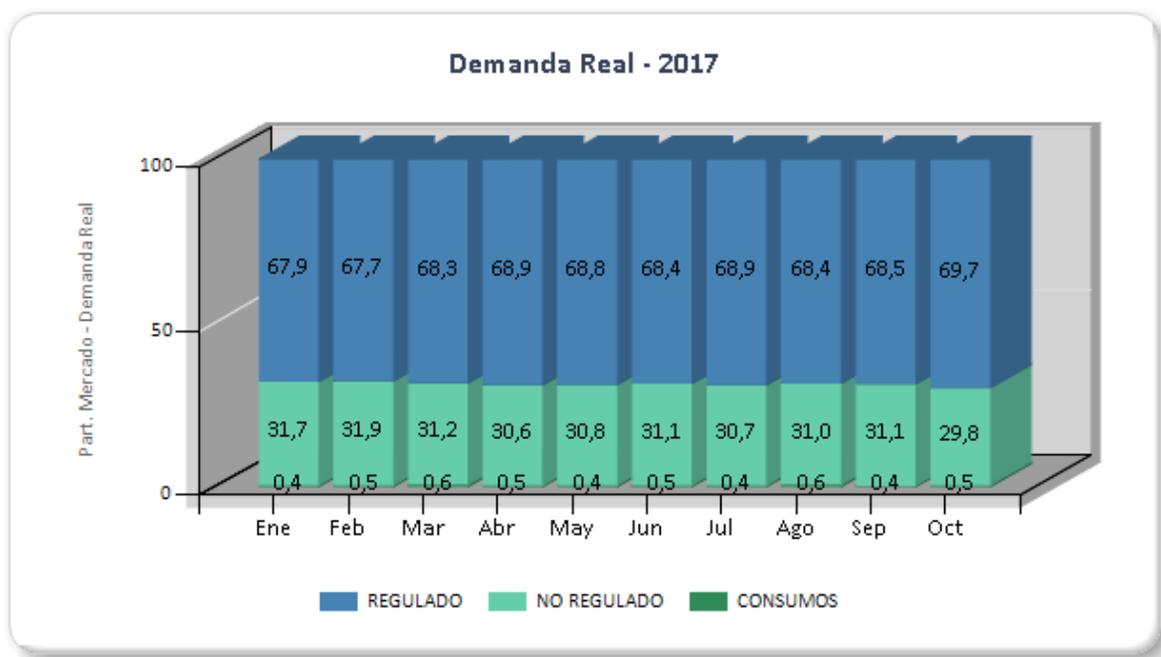
Ilustración 2. Consumo de Energía en américa latina.



Fuente: <http://energiza.org/noticias-renovetec/123-especial-energias-renovables-en-latinoamerica/727-oferta-y-demanda-de-energia-en-latinoamerica>

Como se evidencia en la gráfica 2 los países con más consumo eléctrico en Latinoamérica son: Venezuela con 4.179 KW/h por habitante, Argentina con 2.860 KW/h por habitante, Brasil con 2.317 KW/h por habitante y México con 1.999 KW/h por habitante.

Ilustración 3. Demanda Energética en Colombia.



Fuente:

[http://www.upme.gov.co/Reports/Default.aspx?ReportPath=%2fSIEL+UPME%2fDemanda%2fDemanda+\(Gerencial\)](http://www.upme.gov.co/Reports/Default.aspx?ReportPath=%2fSIEL+UPME%2fDemanda%2fDemanda+(Gerencial))

La ilustración 3. Muestra el porcentaje de demanda del mercado no regulado y regulado del consumo de energía eléctrica a nivel nacional.

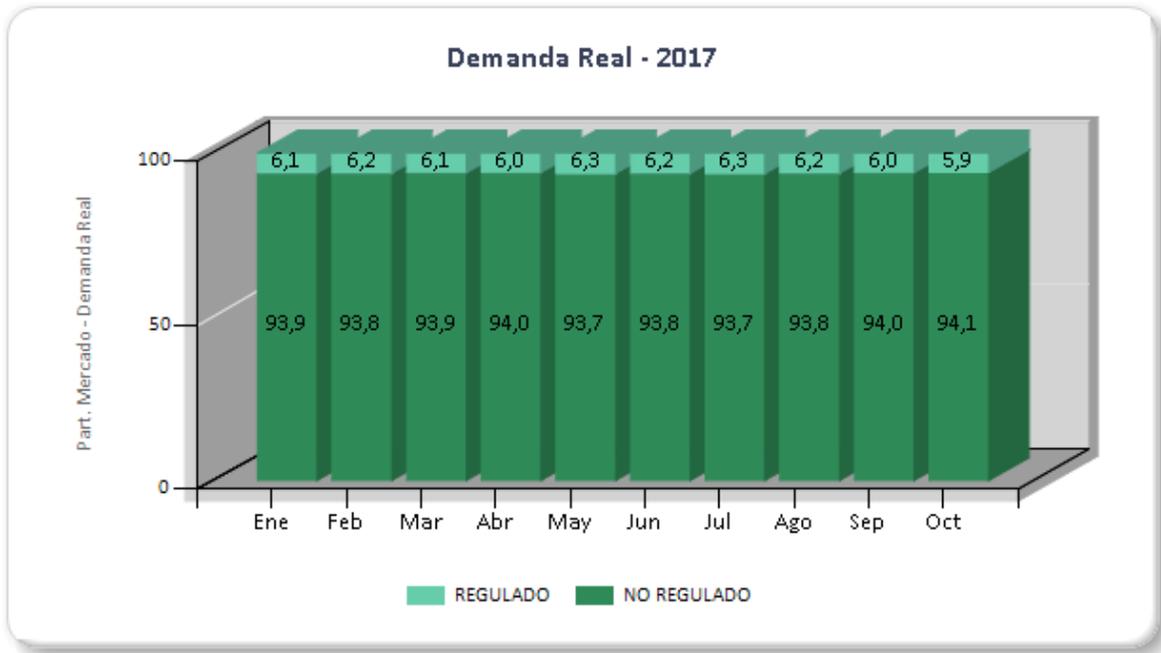
Usuario no regulado: la CREG (comisión de regulación de energía y gas) por medio de resoluciones establece los límites mínimos de consumo necesarios para acceder a esta condición. Dichos límites al inicio del mercado se ubicaban en 2 MW, pasaron a 1 MW en 1997. A partir de 1998 se introdujeron los límites en energía además de los de potencia, este año los límites se ubicaron en 0.5 MW en potencia y 270 MWh-mes en energía. Actualmente, para ser considerado Usuario No Regulado se requiere tener una demanda promedio mensual de potencia durante seis meses, mayor a 0.1 MW, o en energía de 55 MWh-mes en promedio durante los últimos 6 meses. La demanda que estos Usuarios representan se ha venido incrementando paulatinamente en el tiempo, llegando a representar en la actualidad alrededor del 25% de la demanda total del sistema. En conclusión, empresas con consumo pico alto

pueden ser usuarios no regulados al superar el límite de la potencia, o también si poseen un consumo constante de energía, aunque su demanda de potencia no sea tan elevada.

Si bien un requisito adicional para ser Usuario No Regulado: es instalar un equipo de tele medida que cumpla con el Código de Medida, de modo que permita registrar y reportar los consumos hora a hora. Si un Usuario Regulado posee las condiciones para ser No Regulado mantendrá dicho status hasta que en forma expresa indique que quiere dejar de serlo. Adicionalmente, si un Usuario Regulado cree que en el futuro va a aumentar su demanda, de tal manera que cumpla con los límites, puede suscribir un contrato en condiciones de No Regulado con un Comercializador. Al finalizar los 6 meses iniciales del contrato se debe verificar que la demanda realmente si cumple con los límites. De no ser así, se dará lugar a una cancelación del contrato y a la refacturación del consumo utilizando las tarifas reguladas a favor del Comercializador del mercado donde se localiza el usuario. Lo anterior también es aplicable a usuarios nuevos, que estimen que su demanda será tal que pueden ser considerados como Usuarios No Regulados".

Usuario regulado: el mercado regulado, que es directamente contratado y servido por compañías de distribución (EPM), abarca usuarios industriales, comerciales y residenciales con demandas de energía inferiores a 55 MWh. En este mercado, la estructura de tarifas es establecida por la agencia reguladora CREG (comisión de regulación de energía y gas). Es este tipo de mercado se encuentran concentrados casi la totalidad de usuarios del país. La fórmula de cobro es aprobada por el regulador, y cualquier usuario es atendido sin importar su consumo.

Ilustración 4. Demanda energética en Colombia.

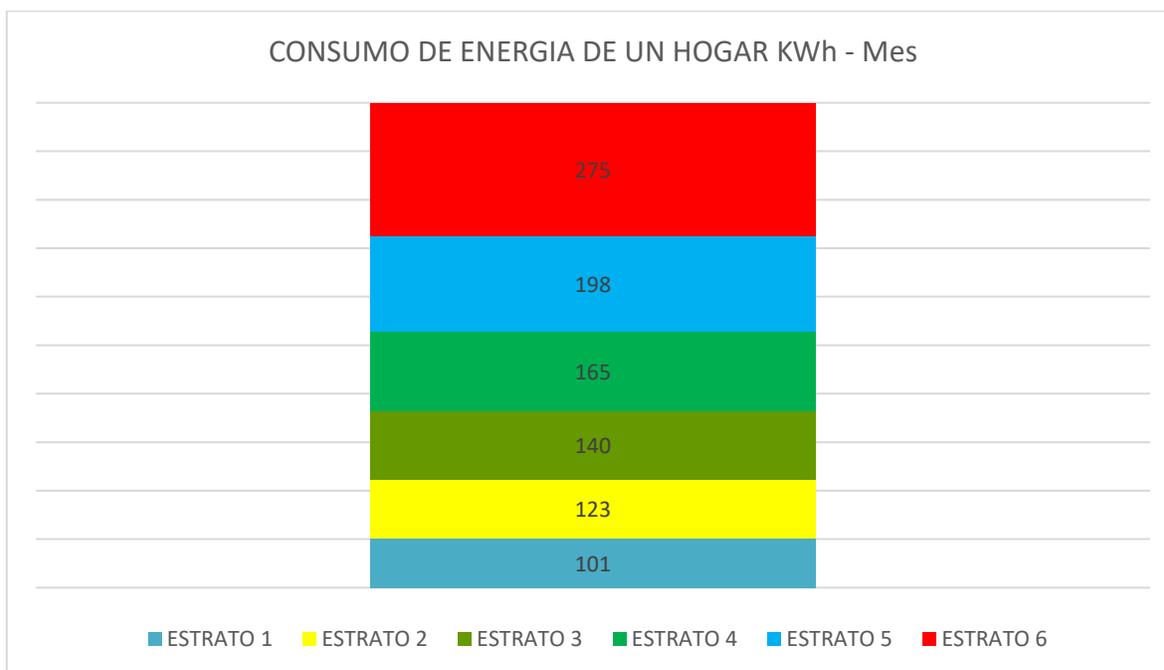


Fuente:

[http://www.upme.gov.co/Reports/Default.aspx?ReportPath=%2fSIEL+UPME%2fDemanda%2fDemanda+\(Gerencial\)](http://www.upme.gov.co/Reports/Default.aspx?ReportPath=%2fSIEL+UPME%2fDemanda%2fDemanda+(Gerencial))

La ilustración 4, muestra el porcentaje de demanda del mercado no regulado y regulado del consumo de energía eléctrica en el departamento de Antioquia.

Ilustración 5. Demanda energética por estrato en la ciudad de Medellín.



Fuente: <http://www.elcolombiano.com/antioquia/estrato-6-consume-mas-energia-de-la-que-deberia-FA6651766>

Como se aprecia en la ilustración 5. El consumo promedio de energía, que calcula Empresas Públicas de Medellín (EPM) al mes, indica que los hogares de estrato 6 de los municipios del Valle de Aburra, gastan más del doble de electricidad que lo que utilizan, juntos, los hogares de estratos 1 y 2. Es de aclarar que estos valores —entre 38 y 40 kilovatios-hora al mes— se esperan de una persona siempre y cuando se utilice el gas natural como medio para cocinar y calentar el agua, ya que, de no ser así, el promedio de consumo ideal de energía por persona aumentaría hasta los 80 kilovatios-hora mensuales.

Teniendo en cuenta lo anterior y los promedios de consumo que comparte EPM (ilustración 5), un hogar de El Poblado —estrato 6— conformado por cinco personas, debería consumir mensualmente unos 200 kilovatios-hora, pero el gasto promedio llega a los 275 kilovatios-hora; es decir, hay un exceso en el uso de este servicio público.

Analizando el ámbito mundial las fuentes de energías convencionales en el mundo llegan a percibir de 250.000 a 300.000 millones de dólares en subsidios anualmente. Reduciendo

notablemente el valor del KW de energía a nivel mundial, quedando en gran desventaja las energías renovables debido a los altos costos de su implementación, si se eliminaran estos subsidios directos e indirectos a los combustibles fósiles y la energía nuclear, quedarían en igualdad de condiciones, generando un gran desarrollo a nivel mundial de estas energías verdes.

En América Latina algunos países tienen leyes o programas que estimulan el uso de energías renovables, como, por ejemplo:

- Argentina, ley No 29.190 en la cual se incentiva a la generación de energía eólica, solar, geotérmica, las olas, biomasa y el biogás.
- Brasil, programa PROINFA, el cual genera más del 70% de electricidad de fuentes renovables.
- Chile, ley corta 1 y ley corta 2, las cuales eliminan las barreras que se tienen a las fuentes renovables.
- Ecuador, ley de régimen del sector eléctrico (LRSE), la cual da prioridad a las fuentes renovables.
- El Salvador, ley de incentivos fiscales para el fomento de energías renovables.
- México, ley para el aprovechamiento de las energías renovables y el financiamiento de la transición energética.

En Colombia, no existen leyes que estimulen grandes plantas generadoras con fuentes renovables, las leyes que se tienen son:

- Ley 697 de 2001 uso racional de la energía
- Decreto 3783 estimula la investigación y financiamiento de fuentes renovables
- Reforma fiscal del 2002, establece exenciones fiscales por quince años para proyectos desarrollados con energías verdes o limpias.

Tomado <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Energia56/HTML/Articulo05.htm>

En síntesis, se anota que, en los países de América Latina y el Caribe, cuentan con abundantes recursos renovables, al igual que recursos humanos con la capacidad de realizar proyectos de

investigación y desarrollo que permitan la aplicación de tecnologías energéticas limpias que ayuden al crecimiento y fortalecimiento de las industrias y por ende el crecimiento de la económica.

## 2.2 Marco de antecedentes

La eficiencia energética es considerada un instrumento eficaz para hacerle frente a la demanda energética mundial y a los efectos negativos generados al medio ambiente por uso inadecuado de los recursos no renovables, la emisión de fluidos contaminantes por los procesos de la industria y demás acciones que han ayudado al deterioro de la sostenibilidad del planeta. Se ha demostrado que los avances en la materia contribuyen a mejorar la eficiencia energética.

Si bien las edificaciones sostenibles no solo se consideran por tener aspectos ambientales sino también aspectos sociales institucionales y económicos; la principal característica de estas construcciones es el bajo consumo energético que se logra gracias a un sistema constructivo en fachadas y cubiertas de baja transmisión térmica entre el interior y el exterior del edificio, aprovechamiento de la luz natural, ventilación natural, otras características importantes son aprovechamiento de las aguas lluvias, el tratamiento de los residuos sólidos. De esta forma un edificio sostenible es aquel cuyo diseño incluye sus métodos constructivos y reduce de manera significativa el impacto negativo sobre la naturaleza las personas y las empresas.

Por otra parte, una edificación será más eficiente, si formara parte de una comunidad con infraestructura desarrollada con criterios que unan temas como, servicio de gas, energía eléctrica, agua potable, manejo adecuado de aguas lluvias residuales y residuos sólidos, para lograr una operación 100% eficiente, en cualquier edificación es necesario producir la energía que se requiere mediante el uso racional y eficiente de sus dispositivos. Estas edificaciones minimizan la demanda de electricidad y calor al hacer uso de fuentes renovables de energía en las edificaciones.

En Colombia se tiene el Consejo colombiano de construcciones sostenibles con apoyo del ministerio del medio ambiente, vivienda, desarrollo territorial e Icontec, allí se comenzó un trabajo conjunto de empresarios, universidades y gremios del país, en el año 2010, se inició la formulación de sello ambiental para edificaciones sostenibles (sac-es), logrando un avance en la formulación del mismo cercano al 60%, un año después de su formulación.

En este punto, se detalla que las empresas colombianas han entendido claramente la importancia del tema de desarrollo sostenible y por ello se han involucrado (sac-es) de forma directa en la construcción de edificios amigables con el ambiente y los humanos, Colombia registró un crecimiento vertiginoso en cuanto a proyectos sostenibles; dispuesto hacer asegurados con el certificado Leed, certificado liderazgo en energía y diseño ambiental en concordancia con lo estipulado por el Consejo colombiano de Construcciones sostenibles. Las principales ciudades como Bogotá, Cali y Medellín se suman a estas nuevas tendencias.

En Medellín está el edificio de Bancolombia, edificación que obtuvo en el año 2012 la certificación lid oro mostrándolo como el mejor en Colombia y el segundo en Latinoamérica, el edificio se fundamentó con el objetivo de cumplir con los estándares internacionales de sostenibilidad por medio de la reutilización de sus aguas grises y con una iluminación natural en su interior del 95%, sus ascensores son de inteligencia neural y un aire acondicionado eficiente, con el propósito de reducir el consumo eléctrico, la madera utilizada es certificada y sus residuos sólidos son completamente reciclados.

Dentro de las soluciones amigables que se han venido planteando para crear dispositivos de bajo costo es realizar el site survey para conocer precios de dispositivos comerciales que se encuentran en el mercado, actualmente en América Latina se encuentran disponibles comercialmente y se presentan a continuación.

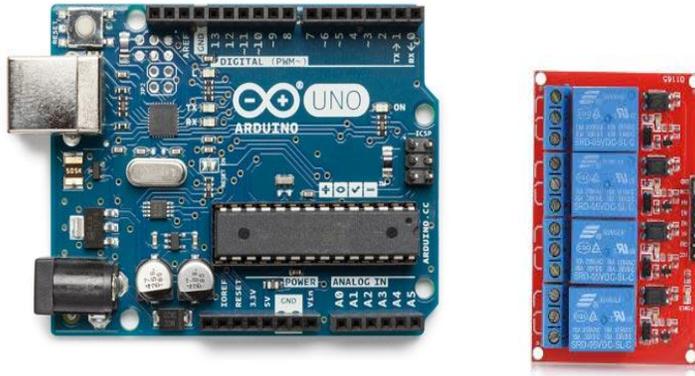
- Belkin Wemo: Wemo dentro de la gama ofrecida por empresas Belkin, está constituido de un controlador de enchufes y de un sensor de movimiento, ambos con Wi-Fi lo cual permite controlarlos a través de cualquier dispositivo con acceso a este servicio, pero con la excepción de que deberá disponer de la aplicación

gratuita de IOS disponible o en la App Store, Wemo permite realizar tareas básicas de hogar como por ejemplo el encendido de luces, televisión, microondas, cafeteras, y otros, pero además ofrecen la posibilidad de la integración de su hardware con la web IFTTT, el cual permite establecer reglas de comportamiento de manera que proporciona la posibilidad de definir la respuesta de Wemo, según sea el clima o la hora del día; Wemo a pesar de las bondades que ofrece sólo se encuentra disponible para funcionar en América, de manera que su instalación en países europeos requerirá el uso de adaptadores además de poseer un costo elevado puesto que su valor ronda los \$100.000 dólares por unidad.

- Switchlinc dimmer: La empresa insteon desarrollo estos elementos que constan de un switch intercambiable que posee una interfaz amigable para los usuarios, con un LED de colores que indica la intensidad de luz, además permiten un control táctil de encendido o apagado de la iluminación. El mando de este dispositivo se puede realizar por medio de cualquier dispositivo con acceso al servicio de internet, por controladores dispuestos por la misma empresa o por un segundo tipo de switch. El Switchlinc dimmer además de permitir el control de encendido apagado iluminación, posibilita la dimerización de la misma, así como la velocidad con la que se encienden o apagan las luces de la habitación a ambientar, del mismo modo el uso de varios switches en un solo espacio permite establecer diferentes escenarios útiles en caso requerir, tener distintos tipos de iluminación. Los costos son bastantes altos debido a que se requieren comprar diferentes módulos que permitan la comunicación de cada uno de los switch con los diferentes dispositivos que los controlan.

Como se evidencia en el mercado no existe un dispositivo parecido al que se desarrollara, ya que este sistema de control agrupa una tarjeta electrónica que trabaja en conjunto con el control de acceso existente, el cual permitirá al momento de que la persona pase la tarjeta de ingreso por el dispositivo de apertura, el encendido de las luces de su isla de trabajo, al igual que cuando se retire el apagado de las luces. Este sistema permitirá controlar los altos consumos de energía que se presentan.

*Ilustración 6. Arduino.*



*Fuente: <https://www.arduino.cc/en/Main/Products>*

No se evidenció en los planes de desarrollo de Antioquia y Medellín 2012 – 2015. Ningún programa o proyectos que le apuntaran al desarrollo del uso racional de la energía o a incentivar las fuentes limpias.

### 2.3 Marco conceptual.

Los seres humanos poseen una capacidad de adaptación a los entornos de una manera más fácil que otros seres vivientes, ya que desarrolla los sentidos al entorno que nos rodea; debido a los elementos de la tierra entre ellos la luz es que somos capaces de desarrollar mecanismos de confrontación y entendimiento de todo lo que rodea, la energía eléctrica en el mundo actual es un factor determinante pues se convierte en uno de los componentes más utilizados en la vida diaria y que más seguridad brinda, ya que la mayor información que percibimos es captada a través de los ojos.

La energía eléctrica es un fenómeno electromagnético por el que podemos percibir radiaciones que son sensibles al ojo humano, la radiación electromagnética de la energía tiene una longitud de onda 380 y 750 nm.

Un sistema de iluminación no lo compone únicamente un conjunto de lámparas, es bueno saber que detrás de estos elementos que conforman todo el sistema de iluminación, hay unos

conceptos y definiciones que no solo nos ayudan aumentar nuestros conocimientos sobre energía si no que nos muestran en cifras concretas los consumos energéticos de los distintos sistemas de iluminación; he aquí algunos de estos conceptos:

- Contaminación atmosférica: cualquier condición atmosférica en la que las sustancias presenten producen un impacto negativo medible, en la salud humana, los animales y vegetales o un daño físico en los materiales (edificaciones).
- Uso eficiente y racional de la energía: estrategias y subprogramas orientados a la eficiencia energética de los sectores residenciales e industriales, encaminados a la generación por medio de fuentes renovables.
- Efecto invernadero: subida de la temperatura de la atmosfera, esta es producida por una alta concentración de gases, principalmente el dióxido de carbono.
- Lámpara: fuente fabricada para producir una radiación óptica, generalmente visible.
- Electrón: Es una partícula subatómica con carga negativa, los electrones orbitan alrededor del núcleo del átomo.
- Corriente eléctrica: se denomina al flujo de electrones que circulan a través de un conductor (cable), su unidad de medida es el Amperio (A).
- Voltaje: es la fuerza que se le hacen a los electrones para que circulen a través del conductor, su unidad de medida es el Voltio (V).
- Potencia eléctrica: es la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un determinado momento su unidad de medida es el Watt (W).
- KW: unidad de medida, 1000 vatios equivalen a 1 KW.
- Bombilla eléctrica: Es un dispositivo que produce luz a partir de la corriente eléctrica que circula de un filamento encerrado al vacío.
- Sistema de control de acceso: Es un sistema electrónico que restringe o permite el acceso de un usuario a un área específica validando la identificación por medio de diferentes tipos de lectura (teclado o biométrico) y a su vez controlando el recurso de acceso (puerta, torniquete o talanquera), por medio de un dispositivo eléctrico como un electroimán, cantonera, pestillo por medio de motor. Los sistemas de control de acceso permiten:
  - ✓ Restringir la apertura de puertas,

- ✓ Identificar el usuario de acuerdo a los parámetros establecidos para verificar si el acceso es permitido o no.
  - ✓ Registrar o auditar los eventos de acceso por usuario o por cuenta.
  - ✓ Permitir funciones adicionales de seguridad y funcionamiento.
- 
- **Relevo:** dispositivo electromagnético que sirve de switch para encender o apagar un elemento eléctrico o electrónico
  - **Breakers:** dispositivo de protección de un circuito eléctrico que sirve para abrir o cerrar un circuito.
  - **Soquete:** elemento que permite suspender las lámparas de iluminación.
  - **Software de Programación:** es un conjunto de herramientas que permiten a un programador desarrollar un código, que permite controlar o realizar una actividad específica.
  - **Arduino:** es una plataforma electrónica que permite desarrollar una actividad por medio de un código que realiza un programador.

### 3. JUSTIFICACIÓN

#### 3.1 Entorno del proyecto

En la mayoría de los países en desarrollo, existe una brecha importante entre la oferta de energía eléctrica y la demanda, lo que presiona a los países a considerar el alto costo de la generación de energías renovables y los precios elevados de los combustibles al momento definir sus políticas. Así mismo el constante cambio climático y la necesidad de utilizar en forma controlada los recursos existentes llevan a buscar alternativas que ayuden a disminuir la emisión de gases al medio ambiente. Según la agencia internacional de energía la iluminación es la responsable de aproximadamente el 19% del consumo global de energía eléctrica.

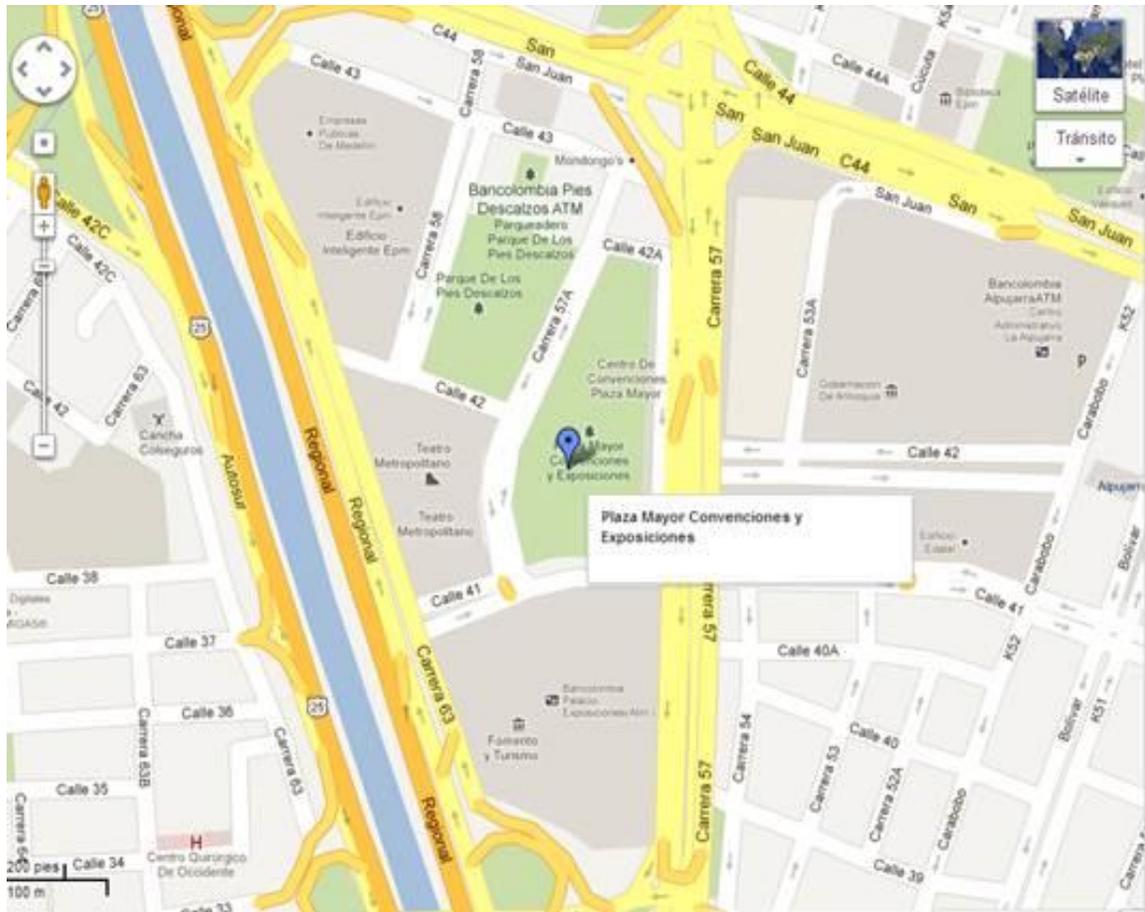
Partiendo de lo anterior y con el objetivo de controlar la concentración de gases de efecto invernadero en la atmosfera, se han puesto en marcha diversos mecanismos y programas a nivel mundial que permitirán avanzar en materia del cambio climático, uno de estos mecanismos es el de realizar el cambio de la iluminación convencional por tipo led y el de diseñar o implementar proyectos que permitan controlar el uso desmesurado de los sistemas de iluminación.

Es por esta razón que Plaza Mayor Medellín por medio de su equipo de infraestructura busca alternativas que ayuden a tener una mayor eficiencia energética, que se vea reflejada en la disminución del consumo eléctrico que ayude a la conservación de los recursos económicos y naturales.

## Plaza Mayor Medellín

Dirección calle 41 # 55-80.

Ilustración 7. Localización Plaza Mayor Medellín.



Fuente: <http://ingenieria.udea.edu.co/cicat2014/plazamayor.html>

*Ilustración 8. Recinto de convenciones Plaza Mayor Medellín.*



*Fuente: <http://ingenieria.udea.edu.co/cicat2014/plazamayor.html>*

Así, Plaza Mayor Medellín centro de convenciones y exposiciones, es una sociedad de economía mixta de orden municipal de Medellín (Antioquia), creada mediante escritura pública #156, otorga la notaría segunda de Medellín el 31 de mayo de 1971 inscrita en la Cámara Comercio el 16 de junio de 1971, en el libro número 2 del folio 148 bajo el número 57, con una participación pública 82% de los cuales el 73% corresponde al municipio de Medellín de conformidad con el certificado existencia representación legal, y previamente autorizado para contratar de conformidad con el acta número 057 de marzo de 2012.

### 3.2 Análisis de la Situación actual.

En la mayoría de países en desarrollo, la brecha que existe entre la oferta energética y la demanda presenta un aumento constante, lo que obliga a los países a considerar el alto costo que acarrea la generación por fuentes verdes y los precios crecientes de los combustibles al momento de definir sus políticas. Igualmente, el cambio climático y la necesidad de manejar en forma sostenible los recursos naturales existentes requieren acciones inmediatas para la protección de los recursos y por ende el medio ambiente. De acuerdo a agencias internacionales el 19% del consumo mundial de energía eléctrica es ocasionado por sistemas

de iluminación deficientes y con poco control ya que son sistemas que permanecen encendidos durante aproximadamente ocho horas diarias. Así como los avances en eficiencia energética ayudan a bajar la demanda energética, los consumos y las emisiones de gases de efecto invernadero asociados a sistemas de iluminación más eficientes es un enfoque directo y rentable para abordar el cambio climático.

Partiendo de lo anterior y con el fin de controlar los consumos energéticos, se están adoptando mecanismos y programas a nivel mundial que ayudan a mejorar y controlar la degradación del medio ambiente y desde donde se realiza una invitación a todos los países del mundo a definir su contribución a la disminución de los gases de efecto invernadero.

Con este tipo de proyectos lo que se busca es crear conciencia que optimizando los recursos existentes aplicados a tecnologías nuevas se pueden realizar cambios significativos que contribuyan a una eficiencia energética que es de gran ayuda a la conservación de los recursos del planeta. Consecuente con un planteamiento hipotético, se observa que el sistema automático que se desea implementar, ya que tiene un gran potencial de ahorro, ya que se presentara una disminución de aproximadamente el 60% en el consumo de energía en los salones de conferencias de Plaza Mayor Medellín. Teniendo un retorno en la inversión de aproximadamente 2 años.

Información general del sistema de iluminación actual en los salones de comisiones de Plaza Mayor Medellín.

*Tabla 1. Potencia lámparas comisiones.*

| Potencia de las lámparas instaladas |        |
|-------------------------------------|--------|
| Lámpara especular de 60*60          | 4*17 W |
| Potencia del balasto                | 4*17 W |
| Potencia total de la lámpara        | 68 W   |

Tabla 2. Información básica del sistema salones de comisiones.

| Información de salones de comisiones          |             |
|---|-------------|
| Total lámparas salones de comisiones          | 78 unidades |
| Numero de salones                             | 9           |
| Total consumo lámparas salones de comisiones. | 5,30 KW     |
| Consumo salón comisiones                      | 0,589 KW    |
| Precio del KW h Consumido                     | \$ 439.     |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Tiempo muerto lámparas.

| Tiempo muerto lámparas         |      |
|--------------------------------|------|
| Horario nocturno               | 6 h  |
| Horario nocturno áreas comunes | 2 h  |
| Horario fin de semana          | 14 h |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Consumo actual

| Consumo actual salones de comisiones |           |
|--------------------------------------|-----------|
| Promedio horas                       | 12 h      |
| Valor consumo hora                   | \$ 2,327  |
| Valor consumo día                    | \$ 27,920 |
| Valor al mes (30)                    | 837,600   |

Fuente: Elaboración propia.

#### 4. ANÁLISIS DE PROBLEMAS

#### 4.1 Descripción de la situación existente con relación al problema.

En la dinámica de la economía global, el uso racional y eficiente de la energía ha evolucionado hacia la eficiencia energética como un concepto de economía productiva en constante cambio de acuerdo con los nuevos enfoques del desarrollo sostenible que se plantean a nivel mundial en relación con la disminución del impacto ambiental, el incremento de la productividad, el manejo eficiente de los recursos y su gran impacto en las organizaciones y en los procesos productivos.

En este contexto un programa nacional se constituye en un mecanismo que genera una gran huella e importancia que permitirá garantizar el abastecimiento energético, la competitividad de la economía nacional la protección del consumidor y del medio ambiente y la activación de la utilización de fuentes verdes como un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional.

Así entonces el programa de uso racional y eficiente de la energía establece en su plan de acción del 2015 con visión al 2020 estableció estrategias y acciones que permitirán desarrollar mediante los alcances y compromisos con los actores tanto públicos como privados con miras a lograr las huellas esperadas en la productividad, competitividad y disminución del gasto energético, lo cual acarreará disminución del impacto ambiental, mejoramiento de la calidad de vida y el acceso a fuentes verdes y renovables para todos los ciudadanos, adicional a esto y desacuerdo con lo dispuesto por la ley se deben de aplicar gradualmente acciones para que toda la cadena energética cumpla a cabalidad con los niveles mínimos de eficiencia energética y sin perjuicio de los dispuesto en la norma vigente sobre el medio ambiente y los recurso renovables.

En Antioquia, la energía hidroeléctrica utilizada en el Valle de Aburrá genera no solo un detrimento del recurso natural esencial como lo es el agua, además del deterioro de los ecosistemas el paisaje por la construcción de hidroeléctricas, por el transporte y la generación de energía, ya que cada KW h consumido equivale a emitir 0.2717 Kg de Co<sub>2</sub> al ambiente. En el valle de aburra 3.729.970 habitantes (calculo sacado de población DANE), de los cuales aproximadamente consumieron 2.014; 505; 947; KWh, representado en el 38, 3% del total

de energía consumida en el valle de aburra por los sectores residencial, industrial y comercial equivalente a un consumo anual promedio per capital de 546.6 KW h.

De acuerdo a lo anterior, Plaza Mayor Medellín, consiente de la problemática del uso ineficiente de la energía, busca realizar proyectos que impacten positivamente al medio ambiente, pues uno de los mayores consumos de energía en los salones de comisiones es el sistema de iluminación, esto obedece a una falta de cultura por parte de los funcionarios y visitantes , a la falta de una respuesta racional de responsabilidad empresarial, a procesos de mala fe de los usuarios para con la empresa, como este problema impacta de manera ambiental y económica a la empresa se hace necesario la búsqueda de alternativas que planteen una solución desde el aspecto técnico, el cual logre el objetivo de un uso racional de la energía, para esto se propone el diseño de un control electrónico, que en conjunto con el control de acceso existente permita el encendido o apagado del sistema de iluminación cuando este sea o no necesario.

En la mayoría de los salones se tiene encendido este sistema aproximadamente doce (12) horas al día, lo cual lleva a un alto consumo de energía eléctrica; adicional a esto en las organizaciones no se toman estrategias adecuadas para concientizar a los colaboradores y visitantes acerca del uso correcto del recurso.

#### 4.2 Problema central

- Altos consumo de energía, del sistema de iluminación, en los salones de comisiones de Plaza Mayor Medellín.

#### 4.3 Magnitud actual del problema – Indicadores de línea base

Para determinar la línea base del sistema de gestión energética basado en un control de iluminación eficiente para los salones de comisiones de Plaza Mayor Medellín se tomaron los datos del consumo actual (año) vs consumo con la implementación del proyecto (año).

Tabla 5. Costo actual consumo salones de comisiones.

| <b>Consumo actual salones de comisiones</b> |               |
|---|---------------|
| Promedio horas                              | 12 h          |
| Valor consumo hora                          | \$ 2.328      |
| Valor consumo al día (12 h)                 | \$ 27.941     |
| Valor consumo al mes (30 días)              | \$ 838.244    |
| Valor consumo al año                        | \$ 10.058.930 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Ahorro con la implementación.

| <b>Total, ahorro salones de comisiones</b> |              |
|--|--------------|
| Valor hora                                 | \$ 1.396     |
| Ahorro día                                 | \$ 16.765    |
| Ahorro al mes                              | \$ 502,95    |
| Ahorro al año                              | \$ 6.035.358 |

Fuente: Elaboración propia

Los indicadores que se manejaran para la implementación del proyecto son: el desempeño energético y la eficiencia energética, los cuales se detallan a continuación:

Desempeño energético: este indicador permitirá medir el ahorro que se tendrá en el sistema de iluminación de los salones de comisiones, al utilizar el control de iluminación. la línea base será el consumo de energía que se presentó en los salones en el año 2016 con una reducción para el año 2018 del 60% es decir disminuir el valor del pago de la factura en \$6.035.358

$$DE (\%) = \frac{\text{Ahorro de energía actual}}{\text{Consumo energía ano anterior}}$$

Eficiencia energética: este indicador permitirá medir la cantidad de energía eléctrica consumida en el sistema de iluminación de los salones de comisiones, la línea base es el promedio del consumo de energía de cada uno de los salones de comisiones los salones de comisiones (KW h), que para el año 2016 fue de 15 KW y que para el año 2018 se espera sea 9 KW.

$$EF = \frac{\text{KW h año consumo salones}}{\text{Numero de salones}}$$

#### 4.4 Causas que generan el problema

Analizando la situación actual acerca de los altos consumo de energía, del sistema de iluminación, en los salones de comisiones de Plaza Mayor de Medellín, se observan las siguientes causas directas e indirectas.

##### 4.4.1 Directas

- Deterioro anticipado de la infraestructura de iluminación
- Bajo nivel tecnológico en el sistema de iluminación.
- Inadecuado plan de mejoramiento del sistema eléctrico.

#### 4.4.2 Indirectas

- Falta de sentido de pertenencia de empleados y visitantes, al consumo desmesurado de energía eléctrica.
- Inadecuado y obsoleto diseño del sistema de iluminación.
- Falta de inclusión en el plan de acción de la entidad actividades de mejoramiento del sistema de iluminación.

#### 4.5 Efectos generados por el problema.

Así como lo anterior permite evidenciar los altos consumo de energía, del sistema de iluminación, en los salones de comisiones de Plaza Mayor de Medellín. A continuación, se relacionan los principales efectos

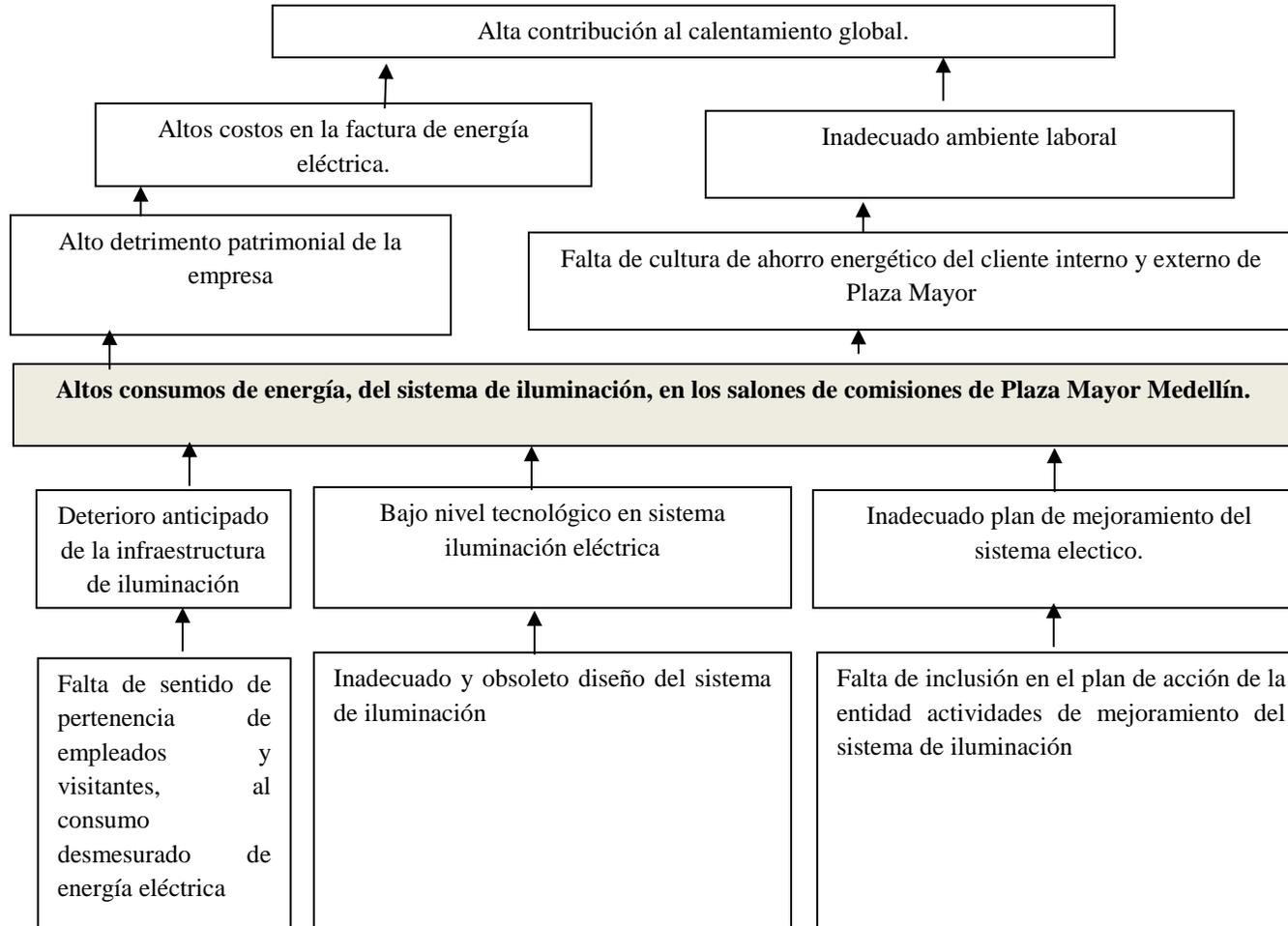
##### 4.5.1 Directos

- Alto detrimento patrimonial de la empresa
- Falta de cultura de ahorro energético del cliente interno y externo de plaza Mayor Medellín.

##### 4.5.2 Indirectos

- Altos costos de la factura de energía eléctrica.
- Inadecuado ambiente laboral.
- Alta contribución al calentamiento global.

4.6 Diagrama de Árbol de Problemas.



Fuente: Elaboración propia

## 5. ANÁLISIS DE INVOLUCRADOS

### 5.1. Contextualización del análisis a realizar

En cuanto entidades públicas, descentralizadas del municipio de Medellín se refiere, PLAZA MAYOR MEDELLÍN, goza de un buen nombre e imagen en el sector del turismo de negocios, perteneciendo a la organización de más destacadas en el mundo de reuniones internacionales; tal motivo la hace atractiva en todo aspecto, principalmente en lo concerniente eventos internacionales que se realizan en la ciudad, generando un alto prestigio en la región y el país, no podemos pasar por alto los altos consumos que allí se generan en los sistemas de iluminación al momento de la ejecución de cada uno de los eventos; alcanzando altos consumos de energía en la entidad; es por eso la necesidad la implementación de un sistema de control de iluminación que permita un ahorro y una contribución a la conservación al medio ambiente y a sus clientes interno y externo, no se puede pasar por alto tanto su estructura organizacional como la gestión pública emanada de cada plan de desarrollo sin desligarse de lo contemplado.

Por lo anterior, en el mundo, América Latina y en Colombia desde los Objetivos de Desarrollo Sostenible se tiene el reto duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética, garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos; Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, haciendo especial hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos; de los diecisiete (17) ODS, se focalizaron 2 en estos objetivos.

Es por eso que la solución que se propone para disminuir los consumos energéticos producidos por el uso indebido de la iluminación en los salones de comisiones, es la de realizar la implementación de un control electrónico, que se realizaría mediante el control de acceso existente en los salones y una tarjeta Arduino Due, el cual contendría el respectivo código que permitiría controlar tanto el ingreso del personal como el encendido y apagado de la iluminación

## 5.2. Matriz de análisis de involucrados

Tabla 7. Ahorro con la implementación.

| INVOLUCRADOS                  | PROBLEMÁTICA  | INTERES   | RECURSOS  |
|-------------------------------|---|---|---|
| Alcaldía de Medellín          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Deterioro de la infraestructura del sistema iluminación de las entidades públicas y descentralizadas.</li> <li>- Altos costos de mantenimiento y operación del sistema de iluminación.</li> <li>- Altos índices de consumo eléctrico debido al sistema de iluminación.</li> <li>- Incremento en los índices de contaminación ambiental.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejorar el nivel tecnológico de los sistemas de iluminación.</li> <li>- Disminuir los costos asociados al mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de iluminación mediante la implementación de un sistema eficiente.</li> <li>- Disminuir los consumos de energía eléctrica.</li> <li>- Disminuir los índices de contaminación atmosférica.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Contar con presupuesto 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 buenos manejos de los recursos energéticos.</li> <li>- Contar con el informe técnico y características de cada luminaria.</li> </ul> |
| Secretaría del Medio Ambiente | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Incremento del calentamiento.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminuir los índices de contaminación por gases de efecto invernadero.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Directrices para el uso de fuentes renovables.</li> <li>- Personal técnico necesario para realizar el levantamiento de la información.</li> <li>- Contar con los cronogramas técnicos.</li> </ul>  |
| Plaza Mayor Medellín          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Altos costos en la facturación de energía.</li> <li>- Altos índices de contaminación ambiental por gases de efecto invernadero.</li> <li>- Deterioro del sistema de iluminación de los salones de comisiones.</li> <li>-</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminución en los costos de la factura de energía.</li> <li>- Disminución en la contaminación ambiental.</li> <li>- Aumento de la vida útil del sistema de iluminación de los salones de comisiones.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollar e implementar un sistema control de iluminación que permita ser más eficientes en el consumo energético.</li> </ul>  |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Matriz de involucrados del proyecto de intervención.

| ACTOR                         | EXPECTATIVA | FUERZA | RESULTANTE | POSICIÓN POTENCIAL |
|-------------------------------|-------------|--------|------------|--------------------|
| Alcaldía de Medellín          | 2           | 5      | 10         | Favorecedores      |
| Secretaría del Medio Ambiente | 4           | 3      | 12         | Favorecedores      |
| Plaza Mayor Medellín          | 5           | 5      | 25         | Favorecedores      |

Fuentes: Elaboración propia

### 5.3. Población afectada.

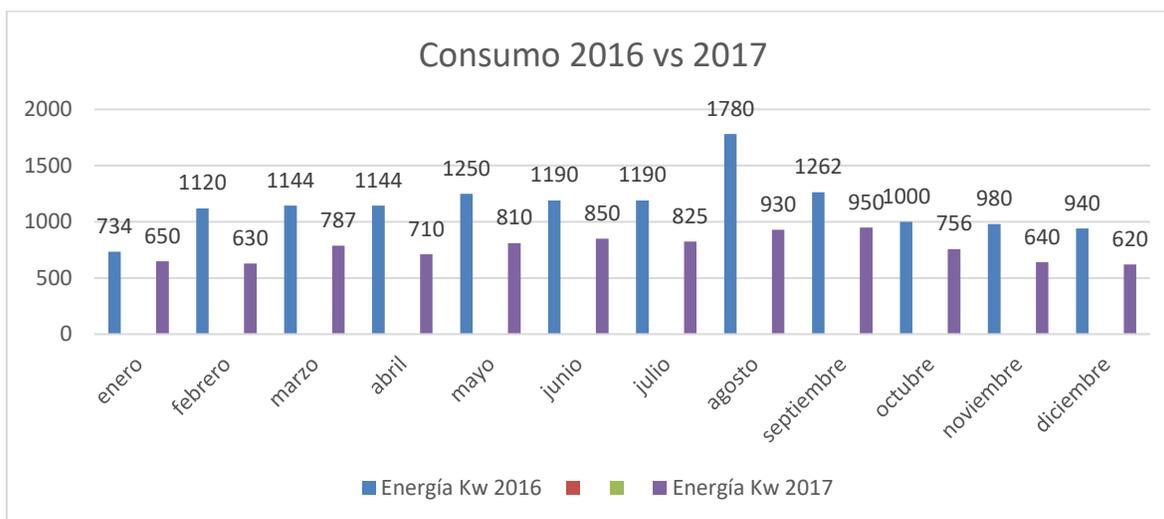
Es el recinto de Plaza Mayor específicamente los salones de comisiones, ubicados en el municipio de Medellín, sector alpujarra, dirección calle 41 # 55-80, la cantidad de energía consumida y visitantes que asisten a los salones de comisiones anualmente son:

Tabla 9. Visitantes 2016 vs visitantes 2017.

|                                | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|--------------------------------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
| <b>Energía KW 2016</b>         | 734   | 1120    | 1144  | 1144  | 1250 | 1190  | 1190  | 1780   | 1262       | 1000    | 980       | 940       |
| <b>Energía KW 2017</b>         | 650   | 630     | 787   | 710   | 810  | 850   | 825   | 930    | 950        | 756     | 640       | 620       |
| <b>Diferencia 2016 vs 2017</b> | 84    | 490     | 357   | 434   | 440  | 340   | 365   | 850    | 312        | 244     | 340       | 320       |

Fuentes: Elaboración propia

Ilustración 9. Consumos 2016 vs 2017.



Fuentes: elaboración propia

Tabla 10. Porcentaje de ocupación salones de comisiones durante lo corrido del 2017.

|  | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE |
|--|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|
| AUDICIONES YO ME LLAMO                               | 3,2%  |         |       |       |      |       |       |        |            |         |
| COLOMBIATEX DE LAS AMÉRICAS 2017                     | 32,2% |         |       |       |      |       |       |        |            |         |
| EVENTO DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO - SURA -         | 6,5%  |         |       |       |      |       |       |        |            |         |
| COLEGIO DE SUPERVISORES BANCOLOMBIA                  |       | 7,1%    |       |       |      |       |       |        |            |         |
| ONE WORKS SHOP                                       |       | 10,7%   |       |       |      |       |       |        |            |         |
| INNOVATION DAY 2017                                  |       | 3,5%    |       |       |      |       |       |        |            |         |
| BRINDIS INNOVATION DAY 2017                          |       | 3,6%    |       |       |      |       |       |        |            |         |
| CURSO CONCURSO ESCUELA JUDICIAL RODRIGO LARA BONILLA |       | 10,7%   |       |       |      |       |       |        |            |         |
| IFC ALCALDÍA DE MEDELLÍN                             |       | 7,1%    |       |       |      |       |       |        |            |         |

|  | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE |
|--|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|
| MOTION CONFERENCE 2017   |       | 10,7%   |       |       |      |       |       |        |            |         |
| RE LANZAMIENTO DE MARCA NATURA                                   |       | 7,1%    |       |       |      |       |       |        |            |         |
| CURSO CONCURSO ESCUELA JUDICIAL RODRIGO LARA BONILLA             |       | 14,3%   |       |       |      |       |       |        |            |         |
| CELEBRACIÓN 15 AÑOS ESU  |       | 7,1%    |       |       |      |       |       |        |            |         |
| X SIMPOSIO INTERNACIONAL DE CARDIOLOGÍA Y CIRUGÍA CARDIOVASCULAR |       |         | 12,9% |       |      |       |       |        |            |         |
| VI FERIA MUNDO PYME BANCO DE BOGOTÁ                              |       |         | 12,9% |       |      |       |       |        |            |         |
| CURSO CONCURSO ESCUELA JUDICIAL RODRIGO LARA BONILLA             |       |         | 12,9% |       |      |       |       |        |            |         |
| SEMINARIOS HOPONOPONO, EL CAMINO MÁS FÁCIL                       |       |         | 6,5%  |       |      |       |       |        |            |         |
| ASAMBLEA COLANTA 2017  |       |         | 6,5%  |       |      |       |       |        |            |         |
| RUEDA DE PRENSA - INFORME DE COYUNTURA 16 MARZO                  |       |         | 3,2%  |       |      |       |       |        |            |         |
| EXPO MARY KAY  |       |         | 3,2%  |       |      |       |       |        |            |         |
| ASAMBLEA CELCIA 2017   |       |         | 6,5%  |       |      |       |       |        |            |         |
| ASAMBLEA NUTRESA 2017  |       |         | 6,5%  |       |      |       |       |        |            |         |
| ASAMBLEA GRUPO ARGOS   |       |         | 3,2%  |       |      |       |       |        |            |         |
| ASAMBLEA GENERAL SURAMERICANA 2017                               |       |         | 3,2%  |       |      |       |       |        |            |         |
| ENPLANTA ABRIL 2017  |       |         |       | 20,1% |      |       |       |        |            |         |
| FINANZAS CONF 2017   |       |         |       | 6,6%  |      |       |       |        |            |         |

|   | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO  | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE |
|---|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------------|---------|
| VII CONGRESO NACIONAL DE ENFERMERÍA ABRIL 2017                |       |         |       | 10,0% |       |       |       |        |            |         |
| EVENTO OMNILIFE (CRECIENDO PRIMERA SESIÓN)                    |       |         |       | 10,0% |       |       |       |        |            |         |
| ALMUERZO CON EL MINISTERIO DE INDUSTRIA Y COMERCIO            |       |         |       | 3,3%  |       |       |       |        |            |         |
| DIPLOMADO SEVEN 21 AL 23 ABRIL                                |       |         |       | 13,3% |       |       |       |        |            |         |
| CONVENCIÓN NACIONAL DE EMPRESARIAS INDEPENDIENTES YANBAL 2017 |       |         |       | 16,7% |       |       |       |        |            |         |
| RUEDA DE PRENSA - INFORME DE COYUNTURA 27 DE ABRIL            |       |         |       | 3,3%  |       |       |       |        |            |         |
| EXPOBUSINESS COLOMBIA   |       |         |       | 6,7%  |       |       |       |        |            |         |
| CURSO CONCURSO RODRIGO LARA BONILLA                           |       |         |       | 10,0% |       |       |       |        |            |         |
| FERIA DE LAS 2 RUEDAS 2017                                    |       |         |       |       | 9,7%  |       |       |        |            |         |
| BALANCE DE ACTIVIDADES DE PP EN DHH Y VICTIMAS                |       |         |       |       | 6,5%  |       |       |        |            |         |
| REUNIÓN ELA 2   |       |         |       |       | 6,5%  |       |       |        |            |         |
| INFORME SOSTENIBILIDAD TERPEL                                 |       |         |       |       | 6,5%  |       |       |        |            |         |
| EXPO SOLAR 2017   |       |         |       |       | 12,9% |       |       |        |            |         |
| IV CONVENCIÓN DE FOTÓGRAFOS DE COLOMBIA                       |       |         |       |       | 9,7%  |       |       |        |            |         |
| CATEDRA ACI 1(SOLUCIÓN COMPLETA JESSICA)                      |       |         |       |       | 6,5%  |       |       |        |            |         |
| XI CONGRESO NACIONAL DE MEDICINA CRITICA Y CUIDADO INTENSIVO  |       |         |       |       | 16,1% |       |       |        |            |         |

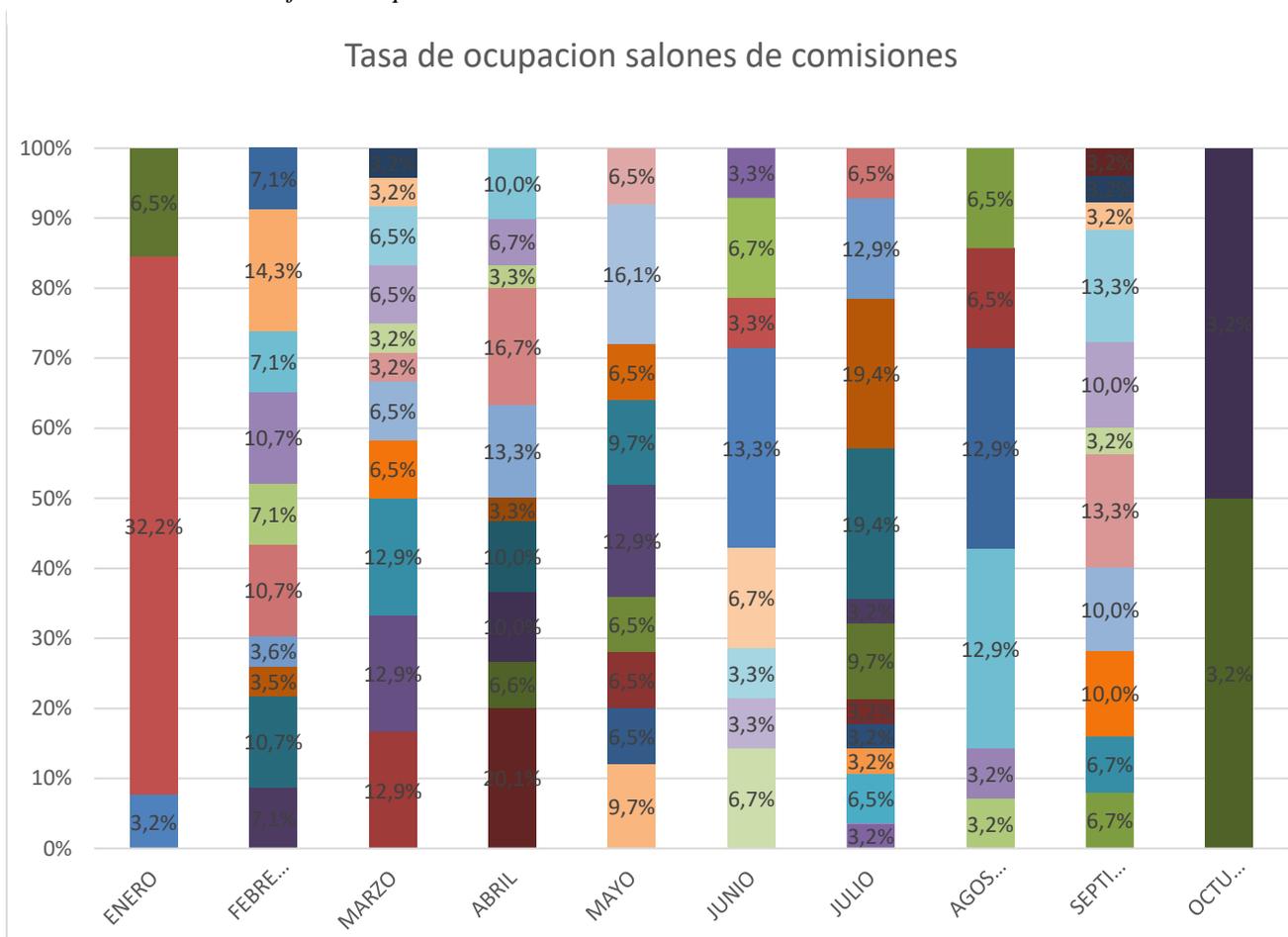
|   | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE |
|---|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|
| PROCLAMACIÓN DE BENEFICIARIOS DE COLFUTURO 2017   |       |         |       |       | 6,5% |       |       |        |            |         |
| NUTRESA SOSTENIBLE/PROVEEDOR EJEMPLAR   |       |         |       |       |      | 6,7%  |       |        |            |         |
| TALLER SEVEN AND SEVEN  |       |         |       |       |      | 3,3%  |       |        |            |         |
| PANEL DE FORMACIÓN Y EMPLEABILIDAD - DESARROLLO ECONÓMICO                                   |       |         |       |       |      | 3,3%  |       |        |            |         |
| ENCUENTRO SERVIDORES PÚBLICOS PLAN DEPARTAMENTAL DE AGUA GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA           |       |         |       |       |      | 6,7%  |       |        |            |         |
| CONGRESO NACIONAL EN CENTRALES DE ESTERILIZACIÓN 2017                                       |       |         |       |       |      | 13,3% |       |        |            |         |
| LANZAMIENTO FLEP  |       |         |       |       |      | 3,3%  |       |        |            |         |
| JORNADA ACADÉMICA – PRESUPUESTO PÚBLICO (JORGE MORENO)                                      |       |         |       |       |      | 6,7%  |       |        |            |         |
| JORNADA ACADÉMICA PARA COMUNICADORES EN GESTIÓN DEL RIESGO (SOLUCIÓN COMPLETA JESSICA)      |       |         |       |       |      | 3,3%  | 3,2%  |        |            |         |
| ENPLANTA JULIO 2017   |       |         |       |       |      |       | 6,5%  |        |            |         |
| JORNADA ACADÉMICA HACIENDA PUBLICA - SECRETARIA DE HACIENDA (JORGE MORENO- SECTOR GOBIERNO) |       |         |       |       |      |       | 3,2%  |        |            |         |
| GRUPO PRIMARIO AMPLIADO - MEDELLÍN CONVENTION & VISITORS BUREAU                             |       |         |       |       |      |       | 3,2%  |        |            |         |
| TALLER SEVEN AND SEVEN "COMO VENCER EL MIEDO A HABLAR EN PUBLICO"                           |       |         |       |       |      |       | 3,2%  |        |            |         |

|   | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE |
|---|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|
| PROGRAMAS DE EDUCACIÓN CONTINUA - FACULTAD DE MEDICINA UDEA - TELESALUD |       |         |       |       |      |       | 9,7%  |        |            |         |
| REUNIÓN FLORES BUREAU   |       |         |       |       |      |       | 3,2%  |        |            |         |
| COLOMBIAMODA (3CERO2)   |       |         |       |       |      |       | 19,4% |        |            |         |
| GRUPO 4 COLOMBIAMODA 2017   |       |         |       |       |      |       | 19,4% |        |            |         |
| COLOMBIAMODA 2017   |       |         |       |       |      |       | 12,9% |        |            |         |
| 60 AÑOS DESFILE DE SILLETEROS (SECTOR GOBIERNO LILIANA MONTOYA)         |       |         |       |       |      |       | 6,5%  |        |            |         |
| MEDELLÍN DIGITAL  |       |         |       |       |      |       |       | 3,2%   |            |         |
| DESAYUNO DE TRABAJO AGENCIA APP (SECTOR GOBIERNO JESSICA)               |       |         |       |       |      |       |       | 3,2%   |            |         |
| ESTADO ACTUAL EN ENFERMEDADES CARDIACAS Y VASCULARES 2017               |       |         |       |       |      |       |       | 12,9%  |            |         |
| TALLER SEVEN SEVEN AGOSTO 19,29 Y 21                                    |       |         |       |       |      |       |       | 12,9%  |            |         |
| CELEBRACIÓN 60 AÑOS COMFENALCO ANTIOQUIA                                |       |         |       |       |      |       |       | 6,5%   |            |         |
| CONGRESO COLOMBIANO DE PSICOLOGÍA                                       |       |         |       |       |      |       |       | 6,5%   | 6,7%       |         |
| ENPLANTA SEPTIEMBRE 2017  |       |         |       |       |      |       |       |        | 6,7%       |         |
| CONGRESO SOCIEDAD COLOMBIANA DE ARQUITECTOS                             |       |         |       |       |      |       |       |        | 10,0%      |         |
| CONGRESO SOCIEDAD COLOMBIANA DE ARQUITECTOS                             |       |         |       |       |      |       |       |        | 10,0%      |         |
| EXPOAGROFUTURO 2017   |       |         |       |       |      |       |       |        | 13,3%      |         |
| FESTIVAL BUEN COMIENZO 2017   |       |         |       |       |      |       |       |        | 3,2%       |         |

|  | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE |
|--|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|
| SEMINARIO MARY KAY 2017  |       |         |       |       |      |       |       |        | 10,0%      |         |
| 35 INTERNATIONAL CONFERENCE NO DIG MEDELLÍN 2017                                     |       |         |       |       |      |       |       |        | 13,3%      |         |
| FORO ACADÉMICO ISA   |       |         |       |       |      |       |       |        | 3,2%       |         |
| SIG (SECTOR GOBIERNO JESSICA)  |       |         |       |       |      |       |       |        | 3,2%       |         |
| DIA DE ALIADOS FUNDACIÓN ORIGEN  |       |         |       |       |      |       |       |        | 3,2%       |         |
| CONCURSO MARCA DE CIUDAD BUREAU  |       |         |       |       |      |       |       |        |            | 3,2%    |
| REUNIÓN DEL MINISTERIO EN LA XIII FERIA MINERA - ANDI (SECTOR GOBIERNO LUIS PERDOMO) |       |         |       |       |      |       |       |        |            | 3,2%    |

*Fuentes: elaboración propia*

Ilustración 10 .Porcentaje de ocupación salones de comisiones durante lo corrido del 2017.



Fuentes: elaboración propia

#### 5.4. Población objetivo

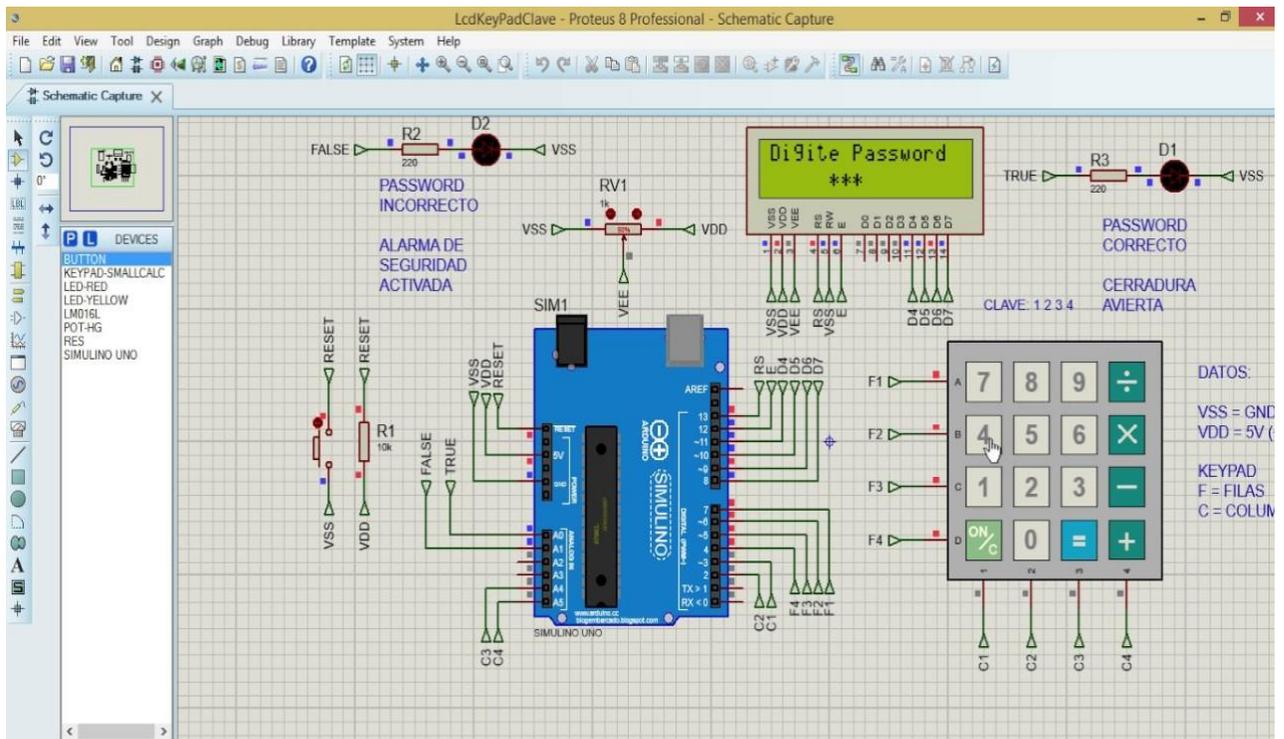
- Corresponde a la disminución de un 60%, en el pago de la factura de los servicios públicos de energía durante de la ejecución de ferias, congresos y simposios que se realizan en el interior del recinto.

## 6. ANÁLISIS DE SOLUCIONES

### 6.1. Descripción de la iniciativa

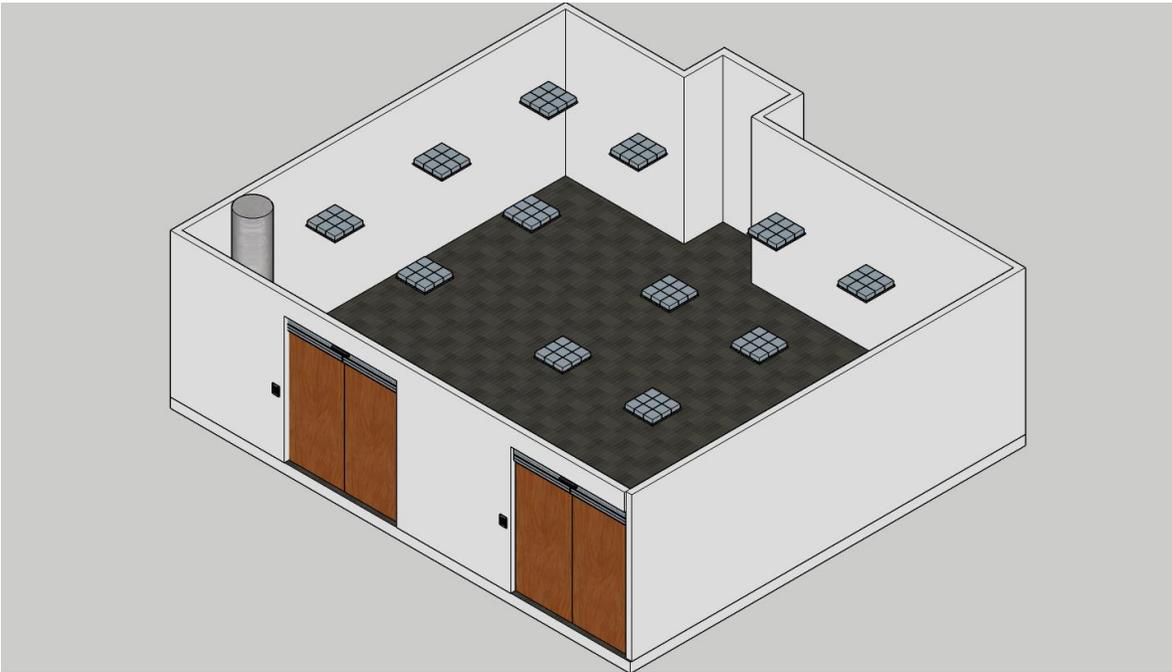
El proyecto de control de iluminación para los salones de comisiones de Plaza Mayor Medellín, consiste en la implementación de un control electrónico, que se realizaría mediante el control de acceso existente en los salones y una tarjeta Arduino Due, el cual contendría el respectivo código que permitiría controlar tanto el ingreso del personal como el encendido y apagado de la iluminación, la metodología empleada para el desarrollo del proyecto se compone de las siguientes etapas:

*Ilustración 11. Simulación de la etapa de control del sistema acoplado al control de acceso existente.*



*Fuente: software circuit maker 1.10 Elaboración propia*

*Ilustración 12. Ubicación lámparas solones.*



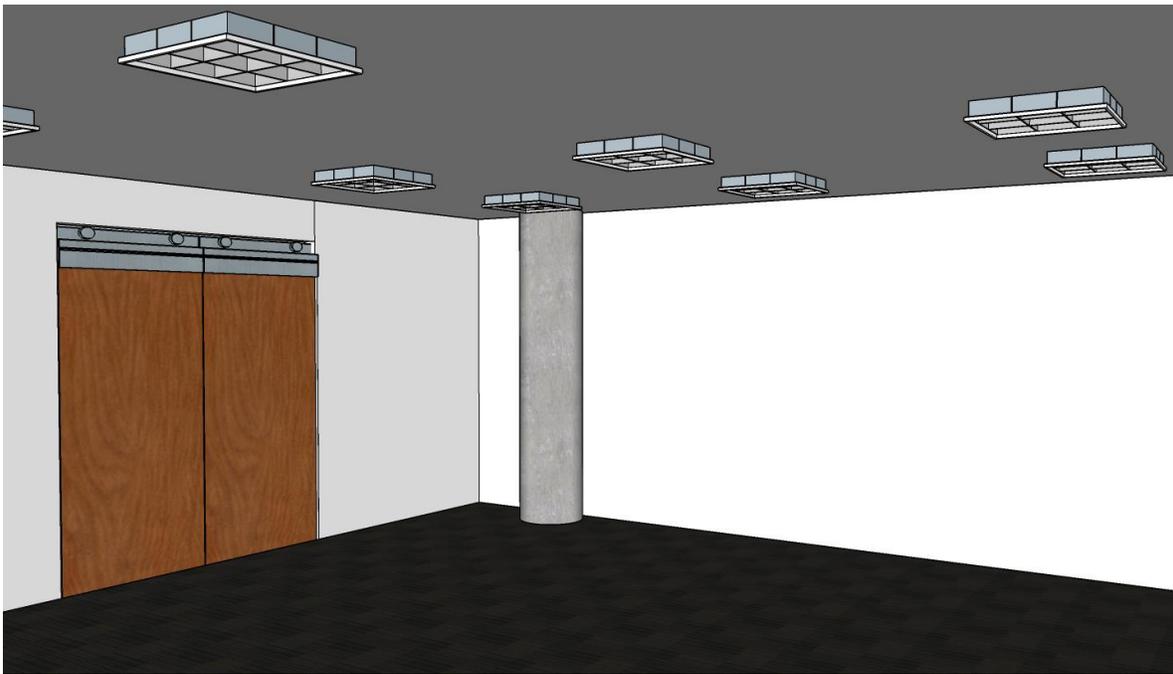
*Fuente: Elaboración propia*

*Ilustración 13. Ubicación teclado control de acceso.*



*Fuente: Elaboración propia*

*Ilustración 14. Ubicación lámparas salón.*



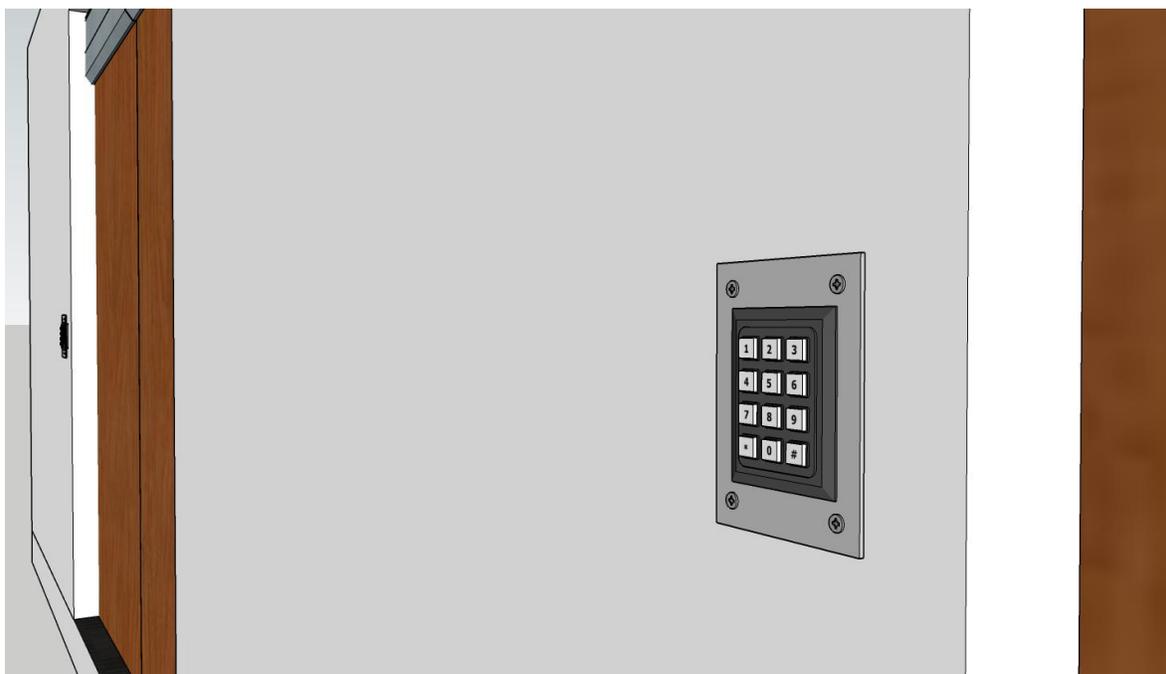
*Fuente: Elaboración propia*

*Ilustración 15. Vista ubicación teclado control de acceso salones.*



*Fuente: Elaboración propia*

*Ilustración 16. Vista frontal teclado control de acceso.*



*Fuente: Elaboración propia*

- **Diagnóstico:** los salones de comisiones cuentan con una gran ocupación durante el año, la cual genera unos altos consumos de energía por el sistema de iluminación, debido al desarrollo de cada uno de los eventos que allí se realizan; estos salones cuentan con una luminaria fluorescente las cuales permanecen encendidas por un periodo de tiempo de 12 horas aproximadamente, ante esta situación se hace necesario la realización de una inspección técnica que nos permita tener la información básica del estado y características de cada luminaria, para la realización de esta actividad se procederá con la contratación un profesional y un técnico los cuales ejecutaran el levantamiento de la información, como el estado de las luminarias, verificación de diagramas unifilares, verificación de cronogramas de mantenimiento preventivo y correctivo, información necesaria para el correcto diagnóstico del estado de cada una de la luminarias.
- **Mejoras al sistema:** después de realizado el diagnostico con datos tales como tipo de lámpara, consumo eléctrico, estado de elementos, revisión de planos, se realizarán los

ajustes y reparaciones necesarias para continuar con la etapa de diseño del sistema y código de programación.

- **Diseño del sistema:** constituye en realizar los respectivos ajustes en cada uno de los circuitos eléctricos y la instalación del cableado del sistema de control que transmitirá la señal desde el control de acceso, en esta etapa también se realizará el desarrollo del respectivo código de programación.
- **Configuración y puesta a punto del sistema:** en esta etapa se realizarán los ajustes necesarios para la operación del sistema, además se hará la entrega de memorias de cálculo, manuales de operación, entrega de planos récord, informe técnico y capacitación de operación.

## 6.2 Localización

El proyecto será desarrollado en la región andina de Colombia, específicamente en el Departamento de Antioquia, ver detalle a continuación:

*Tabla 11. Lugar de ejecución del proyecto.*

| <b>Región</b> | <b>Departamento</b> | <b>Municipio</b> | <b>Centro Poblado</b> | <b>Localización específica</b> |
|---------------|---------------------|------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Andina        | Antioquia           | Medellín         | Alpujarra             | Calle 41 #55-80                |

*Fuente: Elaboración propia*

## 6.3. Aporte a la política pública

Analizando la articulación del proyecto con cada uno de los planes de desarrollo a nivel nacional, departamental y municipal, así como con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) se obtiene la siguiente información:

Tabla 12. Aporte política pública.

| Objetivos de desarrollo sostenible                                      |   |   | Plan de desarrollo nacional 2014 – 2018 “Todos por un nuevo país” |  |  |
|---|---|---|---|--|--|
| # Objetivo de desarrollo sostenible a impactar                          | Programa                                |   | Línea estratégica   | Componente   | Proyecto   |
| 7   | Energía asequible y no contaminante     |   | Sostenibilidad ambiental  | Asesoría y apoyo en la formulación de proyectos relacionados con la protección y conservación del recurso hídrico. | Adecuado manejo y aprovechamiento de cuencas y microcuencas hidrográficas para la conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables  |
| 9   | Industria innovación de infraestructura |   | Innovación para la prosperidad                                    | Estructuración y promoción de proyectos energéticos  | La estructuración de proyectos energéticos sostenibles es una de las actividades misionales del IPSE que permite establecer la solución energética técnicamente más viable para una comunidad asentada en las zonas no interconectadas |
| Plan de desarrollo departamental” Antioquia piensa en Grande 2016-2019” |   |   | Plan de desarrollo municipal” Medellín cuenta con vos 2016-2019”  |  |  |
| Línea estratégica   | Componente                              | Proyecto                                    | Línea estratégica   | Componente   | Proyecto   |
| Sostenibilidad ambiental  | Gestión ambiental                       | Defensa del agua                            | Una apuesta de ciudad por el cuidado del medio ambiente           | Medellín ciudad verde y sostenible   | Plan de mitigación y adaptación al cambio climático.   |
|   | Gestión integral al cambio climático    | Mitigación y adaptación al cambio climático |   |  | Acciones de mitigación y adaptación al cambio climático  |

Fuente: Elaboración propia a partir de la revisión de políticas indicadores y acuerdos de orden municipal, departamental, nacional e internacional, 2017

#### 6.4. Análisis de mercado

Los proyectos que tienen que ver con el uso eficiente de la energía en los sistemas de iluminación ejercen un papel importante en la economía tanto del país como del municipio, ya que se constituyen en una oportunidad para disminuir los costos de operación de las entidades, haciendo que estas se concienticen en la importancia de implementar sistemas automáticos que permitan controlar el uso indiscriminado del recurso eléctrico o la utilización de energías verdes.

Los programas y acciones que tienden a lograr un ahorro, una mayor eficiencia energética, una mejor estabilidad financiera y la modernización tecnológica de los municipios, en los cuales se observan deficiencias operativas y administrativas en los sistemas de iluminación, han incentivado al gobierno nacional a implementar programas para el ahorro de energía (PROURE), que tienen como objetivo incentivar y apoyar a los municipios y entidades para que establezcan políticas y acciones que ayuden al ahorro energético.

Plaza mayor tiene anualmente un promedio de 250000 visitantes, de los cuales el 35% ocupan el recinto de exposiciones y 65% el recinto de convenciones.

El recinto de convenciones tiene anualmente un promedio de 162000 visitantes, de los cuales el 60% ocupan el gran salón, el 4% ocupan sala de negocios, el 8% sala de prensa, el 3% ocupan sala VIP y el 25% los salones de comisiones.

El sistema de iluminación de los salones de comisiones se encuentra conformado por 78 lámparas de 4\*17 W distribuidas de la siguiente manera.

*Tabla 13. Cantidad de luminarias por salón.*

| Salón 1 | Salón 2 | Salón 3 | Salón 4 | Salón 5 | Salón 6 | Salón 7 | Salón 8 | Salón 9 |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 6       | 6       | 6       | 8       | 15      | 15      | 8       | 8       | 6       |

*Fuente: elaboración propia*

El 60% del consumo de energía del sistema de iluminación de los salones de comisiones se desperdicia al dejar prendidas las luminarias durante los tiempos muertos que se presentan en los eventos.

En la siguiente tabla se muestra el déficit que se tiene en el pago de la facturación del servicio de energía debido al consumo desmesurado que se presenta durante los eventos que se realizan en los salones de comisiones. Esto se manifiesta por la falta de cultura de ahorro energético de los clientes.

Tabla 14. Costos de facturación energía salones de comisiones.

| COSTO FINANCIACIÓN.  |      |        |             |             |
|--|------|--------|-------------|-------------|
| BIEN O SERVICIO  | AÑO  | OFERTA | DEMANDA     | DÉFICIT     |
| Ahorro en pesos, generado por la optimización del 60% del sistema de iluminación | 2016 | \$ -   | \$6.029.226 | \$6.029.226 |
|  | 2017 | \$ -   | \$4.020.362 | \$4.020.362 |
|  | 2018 | \$ -   | \$4.020.362 | \$4.020.362 |
|  | 2019 | \$ -   | \$4.020.362 | \$4.020.362 |
|  | 2020 | \$ -   | \$4.020.362 | \$4.020.362 |

Fuente: elaboración propia

En la siguiente tabla se muestra en consumo en KWh que se presenta en los salones de comisiones durante los años comprendidos entre el periodo 2016 -2020.

Tabla 15. Consumos de energía salones de comisiones.

| CONSUMO KW h   |      |        |         |         |
|--|------|--------|---------|---------|
| BIEN O SERVICIO  | AÑO  | OFERTA | DEMANDA | DÉFICIT |
| Ahorro en KW en un 60% en el sistema de iluminación de los salones de comisiones | 2016 | -      | 13.734  | 13.734  |
|  | 2017 | -      | 9.158   | 9.158   |
|  | 2018 | -      | 9.158   | 9.158   |
|  | 2019 | -      | 9.158   | 9.158   |
|  | 2020 | -      | 9.158   | 9.158   |

Fuente: elaboración propia

En la siguiente tabla se muestra la cantidad de emisiones de Co2 que se generan al medio ambiente durante la operación de las lámparas de los salones de comisiones, en el periodo comprendido entre el 2016 – 2020, teniendo en cuenta que por cada vatio consumido se genera un gramo de Co2.

Tabla 16. Aporte de Co2 al medio ambiente.

| APORTE DE CO2 kg  |      |        |         |         |
|---|------|--------|---------|---------|
| BIEN O SERVICIO   | AÑO  | OFERTA | DEMANDA | DÉFICIT |
| Disminución Kg de un 60 % en La emisión de CO2 (Dióxido de carbono) | 2016 | -      | 13.734  | 13.734  |
|   | 2017 | -      | 9.158   | 9.158   |
|   | 2018 | -      | 9.158   | 9.158   |
|   | 2019 | -      | 9.158   | 9.158   |
|   | 2020 | -      | 9.158   | 9.158   |

Fuente: elaboración propia

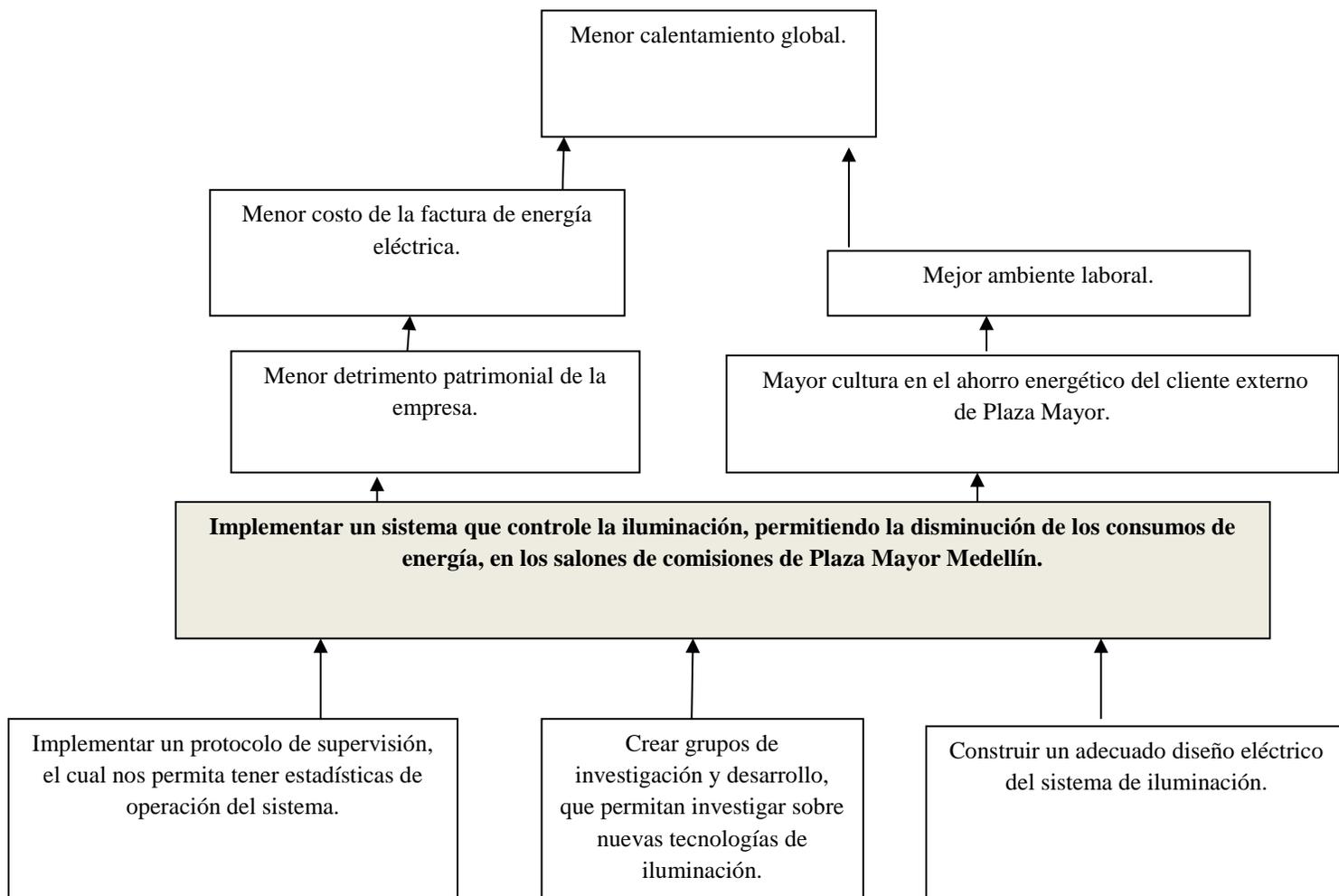
#### 6.5 Objetivo General

- Implementar un sistema que controle la iluminación, permitiendo la disminución de los consumos de energía, en los salones de comisiones de Plaza Mayor Medellín.

#### 6.6. Objetivos Específicos.

- Implementar un protocolo de supervisión, el cual nos permita tener estadísticas de operación del sistema.
- Crear grupos de investigación y desarrollo, que permitan investigar sobre nuevas tecnologías de iluminación.
- Construir un adecuado diseño eléctrico del sistema de iluminación.

## 6.7. Diagrama del árbol de Soluciones



*Fuente: Elaboración propia*

## 7. MATRIZ DE ANÁLISIS DE RIESGOS.

Tabla 17. Matriz de Riesgos.

| DESCRIPCIÓN DEL RIESGO   | PROBABILIDAD | IMPACTO   | EFEECTO  | MEDIDAS DE MITIGACIÓN  |
|--|--------------|-----------|--|--|
| Aumento en los precios del sistema de control de iluminación a lo largo del proyecto                             | Probable     | Alta      | Cambio en el presupuesto y en la evaluación cambio beneficio | Realizar un referenciamiento en los precios históricos del mercado   |
| No aprobación por parte de la junta directiva para la discusión del proyecto en las instalaciones de plaza mayor | Probable     | Bajo      | Retrasos en el cronograma de actividades del proyecto        | Solicitar la viabilidad técnica del proyecto a la junta directiva  |
| Atrasos en la importación de los equipos electrónicos desde el país de fabricación                               | Ocasional    | Moderado  | Retrasos en el cronograma de actividades del proyecto        | Mirar alternativas de equipos nacionales que me puedan suplir la misma necesidad   |
| Baja aceptación de los clientes al sistema de control de iluminación   | Probable     | Alto      | Oposición a la realización del proyecto                      | realizar campañas de sensibilización donde se indiquen los beneficios de la implementación del sistema de iluminación      |
| Cambio de normas en el reglamento técnico de iluminación y alumbrado publico                                     | Remoto       | Ocasional | Afectaciones al cronograma de actividades del proyecto       | Adecuaciones al diseño de iluminación de acuerdo a las normas vigentes del RETIE Y RETILAP                                 |
| Aumento en la ocupación de los salones de comisiones de plaza mayor  | Probable     | Alto      | Atrasos al cumplimiento de entrega del proyecto              | Acuerdo con los clientes para el cambio de salón al interior del recinto sin que genere problemas al evento ni el proyecto |

Fuente: Elaboración propia



## 9. VALORACIÓN DE INGRESOS Y BENEFICIOS.

### 9.1. Identificación y definición.

#### Valoración de Ingresos y Beneficios

Los costos y beneficios se identifican y cuantifican comparando la situación sin proyecto vs la situación con proyecto, en un horizonte de 4 años, para determinar la inversión.

Para disminuir el consumo de energía en los salones de comisiones de Plaza Mayor Medellín, se pretende implementar un control de encendido y apagado del sistema de iluminación, acoplado al control de acceso existente, con el cual se pretende tener una disminución del 60% en el consumo de energía de este espacio.

*Tabla 19. Consumo y costo anual del sistema de iluminación salones de comisiones.*

| # Salón | # Lámparas * salón | Consumo KWh antes del proyecto | Consumo KWh con el proyecto | Costo facturación antes del proyecto | Costo facturación con el proyecto |
|---------|--------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| Salón 1 | 6                  | 1762,56                        | 1057,536                    | \$ 773.763,84                        | \$ 464.258,30                     |
| Salón 2 | 6                  | 1762,56                        | 1057,536                    | \$ 773.763,84                        | \$ 464.258,30                     |
| Salón 3 | 6                  | 1762,56                        | 1057,536                    | \$ 773.763,84                        | \$ 464.258,30                     |
| Salón 4 | 8                  | 2350,08                        | 1410,048                    | \$ 1.031.685,12                      | \$ 619.011,07                     |
| Salón 5 | 15                 | 4406,4                         | 2643,84                     | \$ 1.934.409,60                      | \$ 1.160.645,76                   |
| Salón 6 | 15                 | 4406,4                         | 2643,84                     | \$ 1.934.409,60                      | \$ 1.160.645,76                   |
| Salón 7 | 8                  | 2350,08                        | 1410,048                    | \$ 1.031.685,12                      | \$ 619.011,07                     |
| Salón 8 | 8                  | 2350,08                        | 1410,048                    | \$ 1.031.685,12                      | \$ 619.011,07                     |
| Salón 9 | 6                  | 1762,56                        | 1057,536                    | \$ 773.763,84                        | \$ 464.258,30                     |
| Total   | 78                 | 22913,28                       | 13747,968                   | \$ 10.058.929,92                     | \$ 6.035.357,95                   |

*Fuente: elaboración propia*

En la tabla se desglosan la cantidad de lámparas por salón, consumo en KWh de cada salón y el costo de la factura de cada salón. El valor del KWh es de \$439 mercado no regulado.

Tabla 20. Emisión de Co2.

| <b>EMISIÓN DE CO2</b> |                               |   |  |
|-----------------------|-------------------------------|---|--|
| <b># Salón</b>        | <b># Lámparas *<br/>salón</b> | <b>Emisión de Co2 antes del<br/>proyecto (Kg)</b> | <b>Emisión de Co2 con el proyecto<br/>(Kg)</b> |
| Salón 1               | 6                             | 1762,56   | 1057,536                                       |
| Salón 2               | 6                             | 1762,56   | 1057,536                                       |
| Salón 3               | 6                             | 1762,56   | 1057,536                                       |
| Salón 4               | 8                             | 2350,08   | 1410,048                                       |
| Salón 5               | 15                            | 4406,4  | 2643,84  |
| Salón 6               | 15                            | 4406,4  | 2643,84  |
| Salón 7               | 8                             | 2350,08   | 1410,048                                       |
| Salón 8               | 8                             | 2350,08   | 1410,048                                       |
| Salón 9               | 6                             | 1762,56   | 1057,536                                       |
| Total                 | 78                            | 22913,28  | 13747,968                                      |

Fuente: elaboración propia

En la tabla se indica la emisión de Co2 por salón.

## 9.2. Cuantificación de beneficios

Los beneficios que aportara el proyecto son los siguientes:

- ✓ Ahorro en el consumo eléctrico, el proyecto permitirá una reducción en el consumo eléctrico de 13747,968 KW lo que representa un ahorro del 60% en el pago de la factura.
- ✓ Disminución de emisiones de Co2 al ambiente, el proyecto permitirá una reducción de emisiones de 13747,968 KG, se debe de tener en cuenta que por cada vatio consumido se genera un gramo de Co2.
- ✓ Ahorro en el mantenimiento del sistema y una mayor vida útil de los elementos que lo compone.

Tabla 21. Cuantificación de beneficios.

| <b>PROYECTO</b>   |                     |                        |                         |                         |
|---|---------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| CONTROL DE ILUMINACIÓN PARA LOS SALONES DE COMISIONES DE PLAZA MAYOR MEDELLÍN POR MEDIO DE UN CONTROL DE ACCESO EXISTENTE |                     |                        |                         |                         |
| <b>BENEFICIOS</b>   | <b>No DÍAS /MES</b> | <b>COSTO/ CONSULTA</b> | <b>VALOR TOTAL /MES</b> | <b>TOTAL, PROYECTO</b>  |
| Ahorro en la facturación de energía   | 30                  | \$ 27.920,00           | \$ 837.600,00           | \$ 40.204.800,00        |
| Ahorro en mantenimiento del sistema de iluminación de los salones de comisiones   | 4                   | \$ 28.000,00           | \$ 112.000,00           | \$ 5.376.000,00         |
| Incremento de vida útil de las luminarias de los salones de comisiones  | 41,7                | \$ 3.500,00            | \$ 145.950,00           | \$ 7.005.600,00         |
| <b>TOTAL</b>  |                     |                        |                         | <b>\$ 52.586.400,00</b> |

|                          |
|--------------------------|
| VALOR TOTAL DEL PROYECTO |
| \$ 25.221.248,00         |

|                          |
|--------------------------|
| RELACIÓN COSTO BENEFICIO |
| 209%                     |

Fuente: elaboración propia

La implementación de este proyecto proporcionara a la entidad y a su entorno, beneficios económicos y sociales, tales como la disminución del pago de la factura de energía, la conservación de los recursos naturales y la disminución de emisión gases nocivos al medio ambiente.

A si mismo se presentara un ahorro significativo en los costos de operación y mantenimiento del sistema de iluminación en estos salones.

## 10. MATRIZ DE MARCO LÓGICO.

Tabla 22. Matriz de marco lógico.

|            | DESCRIPCIÓN  | INDICADOR | MEDIOS DE VERIFICACIÓN | SUPUESTOS |
|------------|--|-----------|------------------------|-----------|
| <b>FIN</b> | <p><b>Objetivos De Desarrollo Sostenible</b><br/> Objetivo 7: "energía asequible y no contaminante".<br/> 7,1, De aquí al 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética.<br/> 7,3, De aquí al 2030, garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos.<br/> Objetivo 9 " industria innovación e infraestructura"<br/> 9,1 Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, haciendo especial hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos</p> <p><b>Plan de desarrollo nacional - “Todos por un nuevo país”</b><br/> 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>Energías renovables y eficiencia energética:</b> se avanzara en la reglamentación e implementación de la ley 1715 de 2014 sobre fuentes no convencionales de energía renovable y gestión eficiente de la energía (FENOGE); para lo cual se definirá una fuente inicial de capitalización para un fondo, proveniente de la cadena de valor del sector energético; así mismo se diseñaran esquemas multiservicios para la prestación de servicios de energía eléctrica, gas natural, gpl, distribuidos por redes o cilindros, adicionalmente se buscara que estos esquemas empresariales empleen fuentes no convencionales de energía renovable y sistemas híbridos, estas medidas permitirán incrementar la participación de las fuentes no convencionales de energía renovable en la generación de energía eléctrica, reducir la intensidad energética de la economía y promover la participación activa de la demanda, con el fin de reducir la emisión de gases al ambiente.</p> <p><b>Plan de desarrollo departamental - “Antioquia piensa en grande”</b><br/> <b>Línea estratégica 4: sostenibilidad ambiental:</b> esta busca asegurar la base del capital natural en calidad y cantidad, ya que esta garantiza el bienestar general de la comunidad Componente: gestión integral al cambio climático, busca contribuir a la gestión integral al cambio climático y reducción de gases nocivos al medio ambiente.</p> <p><b>Plan de desarrollo municipal "Medellín cuenta con voz 2016-2019"</b><br/> <b>línea estratégica una apuesta de ciudad por el cuidado del medio ambiente:</b><br/> <b>Reto:</b> Medellín ciudad verde y sostenible, busca proteger, restaurar y promover el uso sostenible de los recursos naturales, así como los espacio verdes y arborizados de la ciudad para beneficio de todos.<br/> <b>Programa:</b> sistema de gestión ambiental integral de Medellín para el cambio climático</p> |           |                        |           |

|                    |      |  |  |  |   |
|--------------------|------|--|--|--|---|
| <b>PROPÓSITO</b>   |      | Implementar un sistema que controle la iluminación, permitiendo la disminución de los consumos de energía, en los salones de Comisiones de PLAZA MAYOR MEDELLÍN. | porcentaje de disminución del consumo eléctrico  | Informe Final del proyecto   | Se cuenta con la participación activa de la junta directiva de Plaza Mayor Medellín y las demás personas involucradas en el proyecto.                         |
| <b>COMPONENTES</b> | 1    | Implementar un protocolo de servicios, el cual nos permita tener estadísticas de operación del sistema.  | Información estadística de los tiempos de operación del sistema  | Informe Final del proyecto   | Se cuenta con la el apoyo tanto de la junta como del área de infraestructura de la entidad para el levantamiento de la información.                           |
|                    | 2    | Crear grupos de investigación y desarrollo, que permitan investigar sobre nuevas tecnologías de iluminación.   | Documento procedimientos para la creación de grupos de investigación<br>Documento de resultado de investigaciones en nuevas alternativas de iluminación eficiente. | creación del grupo de investigación, bases de datos y fuentes secundarias de información encontradas, artículos de investigación | Se cuenta con el apoyo de la junta de la entidad para la creación del grupo de investigación.   |
|                    | 3    | Construir un adecuado diseño eléctrico del sistema de iluminación  | Información estadística del mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de iluminación de los salones de comisiones.   | Informa final del proyecto   | Se cuenta con información actualizada del sistema de iluminación de los salones<br>La normativa RETILAP se mantiene vigente durante la ejecución del proyecto |
| <b>ACTIVIDADES</b> | 1.1. | Hacer un recorrido de inspección para recolectar la información técnica de cada luminaria  | Numero de luminarias por día   | Acta de seguimiento diario   | Se cuenta con personal técnico de la entidad que realizara dicho acompañamiento   |
|                    | 1.2. | Realizar un trabajo en conjunto con el área de comunicaciones para definir el alcance del brochure   | Documento o plantilla avalada por la entidad para el diseño de brochure, plegables y manuales  | entrega del brochure físico  | Se cuenta con el personal del área de comunicaciones de la entidad quienes estarán trabajando de la mano con el   |

|  |      |  |  |                              |  |
|--|------|--|--|------------------------------|--|
|  |      |  |  |                              | coordinador del proyecto   |
|  | 1.3. | Definir un formato el cual nos permita almacenar toda la descripción técnica de cada una de las luminarias | Documento o plantilla avalada por la entidad para el diseño de formatos                                    | Entrega del formato          | Se cuenta con el personal del área de comunicaciones de la entidad quienes estarán trabajando de la mano con el coordinador del proyecto |
|  | 1.4. | Realizar la descarga de la información en el formato diseñado  | Manual de normas establecidas por la entidad para la edición de formatos, documentos, plegables y brochure | Acta de seguimiento diario   | Se cuenta con la persona que realizara la descarga de la información   |
|  | 2.1. | Diseño del manual  | Documento o plantilla avalada por la entidad para el diseño de brochure, plegables y manuales              | Entrega del manual           | Se cuenta con el personal del área de comunicaciones de la entidad quienes estarán trabajando de la mano con el coordinador del proyecto |
|  | 2.2. | Revisión y aprobación del manual, por parte del área de calidad de la entidad                              | Grado de satisfacción por parte del área de calidad  | Aprobación del manual        | Se cuenta con el personal del área de calidad de la entidad quienes estarán trabajando de la mano con el coordinador del proyecto        |
|  | 2.3. | Convocatoria a profesionales   | Numero de hojas de vida recibidas  | Recolección de hojas de vida | Se cuenta con el aval de la junta de la entidad para la convocatoria interna del personal que hará parte del grupo de investigación      |
|  | 2.4. | Selección de profesionales que harán parte del grupo   | Número de aspirantes en proceso de selección   | Selección de profesionales   | Se cuenta con el aval de la junta de la entidad para la convocatoria interna del personal que hará parte del grupo de investigación      |

|  |      |  |   |   |  |
|--|------|--|---|---|--|
|  | 3.1. | Realizar una evaluación visual en sitio donde se puedan identificar las fallas                             | Numero de luminarias por día  | Acta de seguimiento diario                  | Se cuenta con personal técnico de la entidad que realizara dicho acompañamiento                      |
|  | 3.2. | Revisar y analizar el cronograma de mantenimiento actual, para identificar posibles mejoras                | Periodicidad de ejecución de actividades                                    | Seguimiento al cronograma de mantenimiento  | Se cuenta con el cronograma de mantenimiento del sistema de iluminación                              |
|  | 3.3. | Verificar los planos eléctricos existentes   | Cantidad de planos revisados por día  | Entrega de observaciones a los planos       | Se cuenta con los planos eléctricos del sistema de iluminación                                       |
|  | 3.4. | Editar las mejoras realizadas a los planos del sistema de iluminación por medio de un software (AutoCAD)   | Cantidad de planos corregidos por día                                       | Entrega de Planos en forma física y digital | Se cuenta con el profesional idóneo para edición de los planos eléctricos del sistema de iluminación |
|  | 3.5. | Adquisición de equipos y materiales  | Contrato de suministro de equipos y materiales                              | Acta final del contrato                     | Se cuenta con el cronograma de entrega del material y equipos  |
|  | 3.6. | Instalación de canalizaciones, infraestructura eléctrica y datos complementarios al sistema de iluminación | Metros lineales ejecutados de infraestructura por día                       | Acta de seguimiento diaria de la obra       | Se cuenta con el cronograma de actividades del proyecto  |
|  | 3.7. | Configuración y puesta a punto del sistema   | Presentación de la implementación del sistema de iluminación de los salones | Acta de asistencia                          | la gerencia general acepte el proyecto y apoye la iniciativa   |

Fuente: elaboración propia

### Análisis Vertical.

Analizando de forma vertical la matriz anterior, se observa que con actividades como, implementar protocolos de servicio, crear grupos de investigación, construir un adecuado diseño eléctrico, hacer un recorrido de inspección, definir el alcance del brochure, diseño del manual, revisar el cronograma de mantenimiento actual para identificar fallas, verificar los planos existentes, editar las mejoras, adquisición de equipos, materiales, y configuración y puesta a punto del sistema, se lograra formular un proyecto que permitirá tener una disminución significativa en el consumo de energía eléctrica además de alargar la vida útil de los elementos que componen el sistema ya que se minimizara fuertemente el encendido

del sistema, ya que este proyecto está enfocado al uso racional y eficiente de la energía eléctrica que contribuya al cuidado de los recursos naturales y disminución de la emisión de gases nocivos al ambiente.

#### Análisis Horizontal.

Analizando la matriz de marco lógico, se demuestra que con el apoyo de todos los involucrados en el proyecto, como la alcaldía de Medellín, secretaria del medio ambiente, Plaza Mayor Medellín; además de contar con toda la información concerniente al sistema de iluminación de los salones de comisiones, se contribuirá al afianzamiento de la entrega de actas de seguimiento, bases de datos, brochure del sistema, diligenciamiento de los formatos, que permitirán asegurar una buena entrega del informe final del proyecto que asegure el uso eficiente de la energía en los salones de comisiones de Plaza Mayor Medellín.

## 11. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Tabla 23. Cronograma de actividades.

| 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 |  |  |
|--|--|--|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--|--|
| <b>Implementar un sistema que controle la iluminación, permitiendo la disminución de los consumos de energía, en los salones de Comisiones de PLAZA MAYOR MEDELLIN</b> | Implementar un protocolo de supervisión, el cual nos permita tener estadísticas de operación del sistema.    | Realizar un brochure tecnico donde se permitan identificar cada una de las especificaciones tecnicas de cada luminaria.              | hacer un recorrido de inspeccion para recolectar la informacion tecnica de cada luminaria.                      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |  |  |
|  |  |  | Realizar un trabajo en conjunto con el area de comunicaciones, para definir el alcance del diseño del brochure. |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |  |  |
|  |  | Realizar la hoja de vida de cada luminaria, la cual nos permitira conocer su durabilidad.  | Definir un formato el cual nos permita almacenar toda la descripcion tecnica de cada una de las luminarias.     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |  |  |
|  |  |  | Realizar la descarga de la informacion en formato diseñado.   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |  |  |
|  | Crear grupos de investigacion y desarrollo, que permitan investigar sobre nuevas tecnologias de iluminacion. | Definir el manual de funciones de cada uno de los integrantes del grupo de investigacion.  | Diseño del manual   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |  |  |
|  |  |  | Revisión y aprobación del manual, por parte del area de calidad de la entidad.                                  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |  |  |
|  |  | Conformar el grupo de investigacion y desarrollo de la entidad.  | Convocatoria a profesionales  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |  |  |
|  |  |  | Selección de profesionales que haran parte del grupo.   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |  |  |
|  | Contruir un adecuado diseño electrico del sistema de iluminacion   | Realizar la entrega de un informe tecnico, donde se puedan identificar las falencias e inconsistencias en el sistema de iluminacion. | Realizar una evaluacion visual en sitio donde se puedan identificar las fallas.                                 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |  |  |
|  |  |  | Revisar y analizar el cronograma de mantenimiento actual, para identificar posibles mejoras.                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |  |  |
|  |  |  | Verificar los Planos electricos existentes.   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |  |  |
|  |  |  | Editar las mejoras realizadas a los planos del sistema de iluminacion, por medio de un software (Autocad).      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |  |  |
|  |  | Implementacion y puesta en funcionamiento del sistema  | Adquisicion de equipos y materiales   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |  |  |
|  |  |  | Instalacion de canalizaciones, infraestructura electrica y de datos complementarios al sistema de iluminacion   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |  |  |
|  |  |  | Configuracion y puesta a punto del sistema  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |  |  |

Fuente: Elaboración propia

## 12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[http://www.endesaeduca.com/Endesa\\_educa/recursos-interactivos/el-sector-electrico/consumo-energia-mundo](http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/el-sector-electrico/consumo-energia-mundo)

<http://energiza.org/noticias-renovetec/123-especial-energias-renovables-en-latinoamerica/727-oferta-y-demanda-de-energia-en-latinoamerica>

[http://www.upme.gov.co/Reports/Default.aspx?ReportPath=%2fSIEL+UPME%2fDemanda%2fDemanda+\(Gerencial\)](http://www.upme.gov.co/Reports/Default.aspx?ReportPath=%2fSIEL+UPME%2fDemanda%2fDemanda+(Gerencial))

[www.mem.com.co](http://www.mem.com.co)

[http://www.upme.gov.co/Reports/Default.aspx?ReportPath=%2fSIEL+UPME%2fDemanda%2fDemanda+\(Gerencial\)](http://www.upme.gov.co/Reports/Default.aspx?ReportPath=%2fSIEL+UPME%2fDemanda%2fDemanda+(Gerencial))

<http://www.elcolombiano.com/antioquia/estrato-6-consume-mas-energia-de-la-que-deberia-FA6651766>

<https://www.arduino.cc/en/Main/Products>

<http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Energia56/HTML/Articulo05.htm>

<http://ingenieria.udea.edu.co/cicat2014/plazamayor.html>

<http://ingenieria.udea.edu.co/cicat2014/plazamayor.html>

<https://es.slideshare.net/iupsmpzo/uso-eficiente-y-racional-de-la-energa-eléctrica>

Asociación 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>

Asociación Latinoamericana de Alcaldes. (2017). OLA. Obtenido de Oladsc web: <http://www.oladsc.org/index.php/2015/10/05/que-es-el-cambio-climatico/>

<http://www.contraloria.gov.co/documents/463406/472376/Comentarios+al+Plan+Nacional+de+Desarrollo+2014-2018.pdf/e1781355-35fb-45da-9eea-0a12269d7778?version=1.0>

[www.google.com.co/search?ei=mbUcWujEC8bymQHi5rzYBQ&q=plan+de+desarrollo+de+antioquia+2014+2018&oq=plan+de+desarrollo+de+antioquia](http://www.google.com.co/search?ei=mbUcWujEC8bymQHi5rzYBQ&q=plan+de+desarrollo+de+antioquia+2014+2018&oq=plan+de+desarrollo+de+antioquia)

[www.google.com.co/search?ei=8rUcWpq9OoHXmAG6w6P4Dw&q=plan+de+desarrollo+de+medellin&oq=plan+de+desarrollo+de+medellin&gs\\_l=psy](http://www.google.com.co/search?ei=8rUcWpq9OoHXmAG6w6P4Dw&q=plan+de+desarrollo+de+medellin&oq=plan+de+desarrollo+de+medellin&gs_l=psy)