

**ANÁLISIS DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE APANTALLAMIENTO  
CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS EN CAMPOS ABIERTOS**



**JUAN DAVID MONTOYA HERNÁNDEZ  
EDUIN HERNEY MORENO PEREZ**

**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS  
FACULTAD DE INGENIERÍA - PROYECTO CURRICULAR  
GESTIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA  
BOGOTÁ D.C.  
2017**

**ANÁLISIS DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE APANTALLAMIENTO  
CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS EN CAMPOS ABIERTOS**



**JUAN DAVID MONTOYA HERNÁNDEZ  
EDUIN HERNEY MORENO PEREZ**

**Docente  
Anselmo Quintero  
Profesor Asistente**

**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS  
FACULTAD DE INGENIERÍA - PROYECTO CURRICULAR  
GESTIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA  
BOGOTÁ D.C.  
2017**

## Tabla de Contenido

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>1.</b> | <b>Introducción.....</b>  | <b>8</b>  |
| <b>2.</b> | <b>Justificación.....</b>   | <b>9</b>  |
| <b>3.</b> | <b>Descripción del problema .....</b>                                     | <b>11</b> |
| <b>4.</b> | <b>Objetivos.....</b>   | <b>12</b> |
| 4.1.      | Objetivo general de la investigación.....                                 | 12        |
| 4.2.      | Objetivos específicos .....   | 12        |
| <b>5.</b> | <b>Estado del arte .....</b>  | <b>13</b> |
| <b>6.</b> | <b>Estudio de mercado .....</b>   | <b>16</b> |
| 6.1       | Identificación del producto.....  | 16        |
| 6.1.1     | Descripción del producto .....  | 16        |
| 6.1.2     | Características y usos.....   | 16        |
| 6.2       | Sector económico .....  | 16        |
| 6.3       | Entorno .....   | 17        |
| 6.3.1     | Entorno Legal.....  | 17        |
| 6.3.2     | Entorno Político .....  | 19        |
| 6.3.3     | Entorno económico .....   | 19        |
| 6.4       | Determinación de la demanda.....  | 19        |
| 6.4.1     | Estudio de la demanda .....   | 19        |
| 6.4.2     | Población.....  | 21        |
| 6.4.3     | Muestra .....   | 21        |
| 6.4.4     | Proyección de la demanda .....  | 22        |
| 6.5       | Oferta del producto.....  | 23        |
| 6.6       | Precios .....   | 24        |
| 6.7       | Comercialización.....   | 24        |
| 6.8       | Publicidad.....   | 25        |
| <b>7.</b> | <b>Estudio técnico .....</b>  | <b>25</b> |
| 7.1       | Definición del producto .....   | 25        |
| 7.1.1     | Modelo propuesto con materiales .....                                     | 25        |
| 7.1.2     | Proceso de producción .....   | 26        |
| 7.1.3     | Descripción del proceso de producción según la necesidad del cliente..... | 29        |
| 7.2       | Descripción diseño y montaje de producto .....                            | 30        |
| 7.2.1     | Entregables.....  | 30        |
| 7.2.2     | Duración del proyecto.....  | 30        |
| 7.2.3     | Aclaraciones de los entregables .....                                     | 30        |
| <b>8.</b> | <b>Estudio ambiental.....</b>   | <b>31</b> |
| <b>9.</b> | <b>Estudio de ingeniería.....</b>   | <b>32</b> |
| 9.1       | Localización y tamaño de la oficina .....                                 | 32        |

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| 9.1.1      | Localización a nivel macro .....  | 32        |
| 9.1.2      | Localización a nivel micro.....   | 32        |
| 9.2        | Oficina como centro de producción -recursos.....  | 33        |
| 9.2.1      | Equipos y Herramientas .....  | 33        |
| 9.2.2      | Equipos de oficina.....   | 35        |
| 9.2.3      | Vehículo .....  | 35        |
| 9.3        | Layout - distribución de la oficina .....   | 35        |
| 9.4        | Relaciones laborales y funciones por cargo .....  | 36        |
| <b>10.</b> | <b>Desarrollo evaluación financiera del proyecto.....</b>   | <b>40</b> |
| 10.1.      | Capacidad de producción.....  | 40        |
| 10.2       | Gastos y Costos del proyecto.....   | 42        |
| 10.2.1     | Gastos pre-operativos.....  | 42        |
| 10.2.2     | Costos de constitución .....  | 43        |
| 10.2.3     | Costos fijos.....   | 43        |
| 10.2.4     | Costos Variables .....  | 44        |
| 10.3       | Supuestos macroeconómicos .....   | 44        |
| 10.3.1     | Supuestos internos .....  | 44        |
| 10.3.2     | Mercado donde se desarrolla el proyecto.....  | 44        |
| 10.3.3     | Participación en el mercado.....  | 45        |
| 10.3.4     | Porcentaje de capacidad instalada.....  | 46        |
| 10.3.5     | Precio .....  | 46        |
| 10.4       | Vida útil del proyecto.....   | 46        |
| 10.4.1     | Punto de equilibrio.....  | 47        |
| <b>11.</b> | <b>Financiamiento del proyecto .....</b>  | <b>47</b> |
| 11.1       | Indicadores financieros .....   | 48        |
| 11.2       | Análisis social – Costo/Beneficio .....   | 52        |
| 11.2.1     | Gastos y Costos del proyecto –aplicando tasa social de descuento .....  | 53        |
| 11.2.2     | Evaluación social –precios sociales – CEPAL .....   | 53        |
| 11.2.3     | Gastos pre-operativos - aplicando factor de ajuste social.....  | 54        |
| 11.2.4     | Costos de constitución- aplicando factor de ajuste social.....  | 55        |
| 11.2.5     | Costos fijos- aplicando factor de ajuste social.....  | 55        |
| 11.2.5     | Costos variables - aplicando factor de ajuste social.....   | 56        |
| 11.3       | Análisis costo-beneficio del ahorro en salud pública por actividad física para usuarios del parque metropolitano tunal de Bogotá..... | 56        |
| 11.3.1     | Resultados análisis Costo / Beneficio .....   | 58        |
| 11.3.2     | Análisis de beneficios tasa interés social .....  | 59        |
| 11.3.3     | Indicadores financieros- interés social.....  | 59        |
| <b>12.</b> | <b>Análisis de escenarios .....</b>   | <b>61</b> |
| 12.1       | Análisis de los escenarios precio mercado 2017.....   | 62        |

|   |           |
|---|-----------|
| 12.1.1 Escenario base.....                          | 62        |
| 12.1.2 Escenario optimista.....                     | 62        |
| 12.1.3 Escenario pesimista.....                     | 63        |
| 12.2 Análisis de los escenarios precio social ..... | 64        |
| 12.2.1 Escenario base –beneficio social .....       | 64        |
| 12.2.2 Escenario optimista- beneficio social .....  | 64        |
| 12.2.3 Escenario pesimista-beneficio social .....   | 65        |
| <b>13. Conclusiones.....</b>                        | <b>66</b> |
| <b>14. Lista de Referencias .....</b>               | <b>68</b> |

### Lista de Tablas

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1 Número de personas afectadas, personas muertas, personas heridas y animales muertos por año ((SAT), 2015)..... | 10 |
| Tabla 2 Normatividad Colombiana de descargas atmosféricas .....  | 17 |
| Tabla 3 Encuesta realizada a posibles clientes .....   | 20 |
| Tabla 4 Posibles clientes .....  | 21 |
| Tabla 5 Posibles clientes – Ubicación .....  | 22 |
| Tabla 6 Descripción Equipos y Herramientas.....  | 34 |
| Tabla 7 Descripción Equipos de oficina .....   | 35 |
| Tabla 8 Descripción vehículo .....   | 35 |
| Tabla 9 Capacidad de producción.....   | 40 |
| Tabla 10 Gastos pre-operativos .....   | 42 |
| Tabla 11. Costos de constitución .....   | 43 |
| Tabla 12. Costos fijos .....   | 43 |
| Tabla 13 Costos variables .....  | 44 |
| Tabla 14 Porcentaje esperado de participación comparado con competidores en el mercado.<br>.....                       | 45 |
| Tabla 15 Participación en el mercado.....  | 46 |
| Tabla 16 Flujo de caja con recursos propios.....   | 48 |
| Tabla 17 Estado de resultados con recursos propios .....   | 49 |
| Tabla 18 Flujo de caja con financiación .....  | 49 |
| Tabla 19 Flujo incremental .....   | 50 |
| Tabla 20 Costo de recursos ajenos.....   | 50 |
| Tabla 21 Estado de resultados con financiamiento.....  | 51 |
| Tabla 22 Cálculo de los recursos .....   | 52 |
| Tabla 23 Factor de ajuste- Evaluación social .....   | 53 |
| Tabla 24 Gastos pre-operativos - aplicando factor de ajuste social.....  | 54 |
| Tabla 25 Costos de constitución- aplicando factor de ajuste social.....  | 55 |
| Tabla 26 Costos fijos-aplicando factor de ajuste social.....   | 55 |
| Tabla 27 Costos variables - aplicando factor de ajuste social .....  | 56 |
| Tabla 28 Datos generales parque metropolitano el Tunal .....   | 56 |
| Tabla 29 Datos generales parque metropolitano- implementación de apantallamiento ...                                   | 56 |
| Tabla 30 Datos generales parque metropolitano- porcentaje de incidencia .....  | 57 |
| Tabla 31 Costos Operacionales desarrollo del proyecto.....   | 57 |
| Tabla 32 Costos / Beneficio.....   | 58 |
| Tabla 33 Resultados costo beneficio.....   | 58 |
| Tabla 34 Flujo de caja con financiación-interés social.....  | 59 |
| Tabla 35 Flujo incremental .....   | 60 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 36 Costo de recursos ajenos-tasa de interés social .....                 | 60 |
| Tabla 37 Estado de resultados con financiamiento- tasa de interés social ..... | 61 |
| Tabla 38 Calculo de los recursos-tasa de interés social.....                   | 61 |
| Tabla 39 Escenarios .....  | 62 |
| Tabla 40 Flujo de caja escenario base.....                                     | 62 |
| Tabla 41 flujo de caja escenario optimista.....                                | 63 |
| Tabla 42 flujo de caja escenario pesimista .....                               | 63 |
| Tabla 43 Escenarios –precio social.....  | 64 |
| Tabla 44 Flujo de caja escenario base-beneficio social .....                   | 64 |
| Tabla 45 Flujo de caja escenario optimista-beneficio social .....              | 65 |
| Tabla 46 Flujo de caja escenario pesimista-beneficio social .....              | 65 |

### **Lista de Figuras**

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Densidad de descargas a tierra (DDT).....  | 23 |
| Figura 2. Modelo propuesto del sistema de apantallamiento. Fuente: elaboración propia                                | 25 |
| Figura 3. Componentes del sistema de apantallamiento propuesto. Fuente: elaboración propia .....                     | 26 |
| Figura 4. Elementos del modelo de sistema de apantallamiento propuesto. Fuente: elaboración propia.....              | 27 |
| Figura 5. Elementos del sistema de apantallamiento propuesto conexión bajo tierra. Fuente: elaboración propia.....   | 28 |
| Figura 6. Ejemplo de implementación sistema de apantallamiento conexión bajo tierra. Fuente: elaboración propia..... | 28 |
| Figura 7. Diagrama de proceso de producción .....  | 29 |
| Figura 8. Distribución de localidades de Bogotá (SAS, 2017).....   | 32 |
| Figura 9. Ubicación de Teusaquillo Bogotá (Shadowxfox, 2017).....  | 33 |
| Figura 10. Layout - distribución de la oficina fuente: elaboración propia.....                                       | 35 |

### **Lista de Gráficas**

|   |    |
|---|----|
| Gráfica 1.Resultado grafica de encuesta realizada a posibles clientes ..... | 20 |
| Gráfica 2 Resultado grafica de capacidad de producción.....                 | 41 |

## **1. Introducción**

El sistema de protección atmosférica es una de las principales instalaciones que permiten salvaguardar la vida de las personas que se encuentran en un campo abierto, es por eso que debe existir este tipo de protección para brindar seguridad. La implementación del sistema de apantallamiento debe estar basada en un método para que se brinde la protección a las personas

Los rayos o descargas eléctricas directas o por transferencia, causan un promedio de 7000 muertos y más de 15,000 heridos anualmente en el mundo, según estadísticas; La mayoría de los decesos y heridos a causa de rayos ocurren cuando la gente se encuentra en espacios exteriores durante los meses de verano entre el mediodía y el atardecer, y sobre todo en días de lluvia o tormentas eléctricas, es por esto que por medio de este proyecto pretendemos diseñar un nuevo modelo de apantallamiento para mejorar la seguridad de las personas que se encuentren en un campo abierto.

## 2. Justificación

La falta de pararrayos en los campos abiertos ha provocado que personas mueran o resulten heridos a causa de un rayo mientras transitan o practican algún deporte o realizan actividades al aire libre; en los últimos años a nivel mundial, ha venido en aumento el número de muertes a causa de las deficiencias en seguridad en campos abiertos contra descargas atmosféricas, debido a que solo se piensa en la comodidad, en diseños arquitectónicos, pero no en seguridad de las personas.

Colombia, por su ubicación geográfica en zona tropical terrestre, se encuentra en la región con la más alta actividad de rayos del mundo. Esta afirmación está basada en la investigación que durante más de 35 años ha desarrollado el grupo de investigación PAAS-UN de la Universidad Nacional de Colombia (Torres Sánchez, 2002).

En el año 2012 ocurrieron la mayor cantidad de muertes de personas, en el 2010 se presentaron la mayor cantidad de personas heridas y en el año 2014 la mayor cantidad de animales muertos (Tabla 1). La gran cantidad de personas heridas que se presentaron en 2010 corresponden en gran parte a un evento de rayo que ocurrió en el mes de Mayo en el municipio de San Rafael, departamento de Antioquia, en el cual aproximadamente 112 personas resultaron heridas debido a un impacto de rayo mientras las personas se encontraban en una procesión. Por otro lado, los eventos significativos de animales muertos corresponden a cuatro reportes, el primero en el año 2010 ocurrido en el mes de Agosto en Puerto Boyacá, departamento de Boyacá, en el cual un rayo acabó con la vida de 23 reses, el segundo en Junio del año 2012 ocurrido en el municipio de Tierra Alta, Córdoba, en el cual murieron 28 reses, el tercero en el mes de Mayo del año 2013 ocurrido en el municipio de Hato Corozal, Casanare, en donde murieron 38 reses y finalmente en Diciembre del año 2014 en Paz de Ariporo, Casanare murieron 43 reses ((SAT), 2015).

Tabla 1 Número de personas afectadas, personas muertas, personas heridas y animales muertos por año ((SAT), 2015)

| <b>Año</b>   | <b>Número de Personas lesionadas</b> | <b>Número de Personas Muertas</b> | <b>Número de Personas Heridas</b> | <b>Número de Animales Muertos</b> |
|--------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 2010         | 246                                  | 47                                | 199                               | 44                                |
| 2011         | 115                                  | 31                                | 84                                | 0                                 |
| 2012         | 136                                  | 55                                | 81                                | 28                                |
| 2013         | 72                                   | 34                                | 38                                | 48                                |
| 2014         | 143                                  | 44                                | 99                                | 49                                |
| 2015         | 30                                   | 10                                | 20                                | 1                                 |
| <b>Total</b> | <b>742</b>                           | <b>221</b>                        | <b>521</b>                        | <b>170</b>                        |

Colombia es un país vulnerable, 50 personas mueren cada año debido a este fenómeno natural, la mayoría de los decesos y heridos a causa de rayos ocurren cuando la gente se encuentra en espacios exteriores durante los meses de verano entre el mediodía y el atardecer, y sobre todo en días de lluvia o tormentas eléctricas, lo lamentablemente, es que la gran mayoría de las noticias sobre accidentes por rayos son tema de un par de días y luego desaparecen sin dársele la importancia que se merecen.

Es por esto que en este proyecto busca analizar la implementación de un sistema de apantallamiento que disminuya las afectaciones causadas por descargas atmosféricas en campos abiertos, disminuyendo así los índices de mortalidad a causa de este fenómeno natural. Analizando e identificado los lugares con mayor incidencia o con mayor incidencia de descargas atmosféricas, y se propone un modelo de sistema de apantallamiento frente a choques eléctricos para que estos sean dirigidos directamente a la puesta a tierra sin riesgo alguno.

### **3. Descripción del problema**

Este proyecto ofrece un sistema de seguridad específico para los campos abiertos, basándose en los diferentes modos y mecanismos de seguridad frente a descargas eléctricas existentes. En este caso se estudiará el fenómeno eléctrico de las descargas eléctricas más conocidas como rayos, con el fin de proteger el personal que en estas se encuentra en un campo abierto. A partir de los conocimientos, experiencias recogidas, se seguirá un proceso de análisis y selección de información para el buen desarrollo de este proyecto de investigación, realizando el análisis de esta problemática proponiendo soluciones constructivas viables para adecuar este tipo de instalaciones, y así dar seguridad a las personas que se encuentran en lugares desprotegidos en la ciudad de Bogotá.

## **4. Objetivos**

### **4.1. Objetivo general de la investigación**

Crear un modelo para las descargas por transferencia y su implementación mediante un sistema de apantallamiento en campo abierto.

### **4.2. Objetivos específicos**

1. Analizar las necesidades técnicas para el apantallamiento en campo abierto.
2. Explicar las implicaciones de la descarga por transferencia en el apantallamiento.
3. Proponer un modelo electrogeométrico preventivo de apantallamiento en campo abierto.
4. Evaluar financiera y económicamente la viabilidad de la implementación del sistema de apantallamiento

## 5. Estado del arte

Se presenta un análisis de terminales aéreos no convencionales para protección contra descargas atmosféricas y las protecciones convencionales. Para iniciar se debe saber que el sistema de Protección Externa tiene como función canalizar el rayo hasta el suelo en forma segura por medio de terminales de captación que interceptan el rayo, bajantes que conducen y atenúan los efectos de campos electromagnéticos y sistemas de puesta a tierra que dispersan la corriente del rayo; abordando los sistemas convencionales cuyo objetivo es la captación de descargas en un área considerablemente más amplia mediante captadores o pararrayos, como puntas Franklin o hilos de guardia. (Universidad Tecnológica Nacional, 2009).

Se han desarrollado software para protección externa en donde la protección externa contra rayos por medio de la aplicación del modelo electrogeométrico en este caso dado en 3D , utiliza computación gráfica para la distribución de puntas captadoras en las diferentes estructuras, con el fin de garantizar un cubrimiento total de las edificaciones (Osorio, González-Calderón, & Peláez, 2012) .Por otro lado Ingetesa cuenta con el programa Speer, el cual permite determinar el nivel de riesgo acorde con la metodología establecida en la norma NTC 4552 y verificar mediante la aplicación del modelo electrogeométrico la correcta distribución de los elementos captadores, arrojando gráficos tridimensionales que facilitan la visualización de las áreas protegidas por el sistema de protección (Ingetesa Ingeniería y Estudios Técnicos S.A.), ahora como método del modelo electrogeométrico está la propuesta de la esfera rodante, con un radio de 20m para una clase de protección I y con base en la disposición del techo, se encuentra que todas las aristas de esta estructura deben ser protegidas contra rayos con el propósito de construir un sistema de protección externo. (G. & A., 2006)

Así como una sombrilla nos protege de los rayos del sol y de la lluvia, la protección externa contra rayos nos protege del impacto directo del rayo, se debe interceptar los impactos directos de rayo, derivarlos a tierra y dispersarlos en el suelo de forma segura. El sistema de puesta a tierra es la pista de aterrizaje del rayo. Por lo tanto es muy importante la cantidad de electrodos en contacto con el suelo, tanto como el valor de resistencia de toma de tierra sean tenidos en cuenta a la hora de hacer la disposición en la edificación (Jaimes, 2013) , haciendo caso omiso de la norma también se encuentra que el apantallamiento, bien sea por la adición de un cable de guarda o por medio del aprovechamiento de las condiciones geográficas para contrarrestar las descargas atmosféricas (S´anchez, 2012) es el procedimiento normalmente usado para mejorar el desempeño ante una descarga atmosférica.

Teniendo en cuenta las características del fenómeno y de la protección convencional ahora se analizarán sistemas de protección llamadas no convencionales en donde se parte de que, existe la tendencia de mejorar la protección contra rayo a través de un aumento en la eficiencia de las terminales aéreas. En Algunos fabricantes, junto con pseudocientíficos, han ido mucho más lejos, proponiendo inclusive dispositivos que “evitan” o “neutralizan” la acumulación de carga en las celdas correspondientes de la nube (tecnología CTS) a través de corrientes iónicas que se propagan de la terminal aérea a la nube de tormenta, evitando con ello la formación del líder descendente en el volumen de interés, que es el paso previo a la iniciación del rayo (Diego & Sánchez, 2001). Este razonamiento está fuera de todo contexto científico, ya que los resultados obtenidos en las investigaciones de los últimos veinte años en la formación del rayo indican que: El plano de tierra u objetos aterrizados elevados no tienen influencia alguna en la formación (desde la nube) del líder descendente, siendo esta influencia significativa hasta la etapa del último paso de la descarga.

Rescatando lo más general recopilado hasta el momento para los sistema de pararrayos convencionales son sistemas de protección (Pararrayos pasivo). Su misión es provocar la excitación atmosférica por encima de cualquier otro punto de la estructura a proteger, para aumentar la probabilidad que la descarga incida en su zona de influencia, y derivar a tierra la corriente del rayo. El apantallamiento (sistema de protección externa contra descargas eléctricas atmosféricas) mediante el modelo electrogeométrico consiste en ubicar los elementos de protección de tal forma que el líder escalonado del rayo vea siempre en primer lugar un elemento de protección. Si se habla de sistemas no convencionales se diría que con estos dispositivos se intenta cambiar las condiciones eléctricas de la atmósfera sobre y en las proximidades de la zona a proteger de manera de evitar el rayo o por lo menos reducir la probabilidad de su formación. Las descripciones de su funcionamiento dadas por los fabricantes se basan en el efecto corona produciéndose en irregularidades del terreno y estructuras bajo un campo eléctrico como el que se produce bajo una nube durante una tormenta eléctrica, y en la correspondiente emisión o absorción de cargas por parte de objetos en punta sometidos a dicho campo eléctrico.

Lo común de estos dos sistemas convencional y no convencional es que cada sistema de protección contra descargas atmosféricas plantea que debe estar compuesto esencialmente por el sistema captor del impacto, el conductor de bajada y la conexión a tierra, siendo estos más diseños para infraestructuras pero no aplicaciones como tal de espacio abierto .

Lo que ninguno de los sistemas de protección aborda y que simplemente se quedan pensando en el nivel de tecnología de los captadores o de la cantidad de puntas que deba tener el mismo en cualquier caso, la efectividad de un sistema contra descargas atmosféricas no depende sólo del tipo y forma de los captadores que además pueden ser

parte de la estructura sino de que sea concebido en forma integral, tomando en cuenta todos los aspectos y no de como energizar el medio o de por qué no hacerlo, porque no pensar más bien en el caso de que si se llegara a recibir la descarga por el captador que hace luego el sistema, como controla tal cantidad de energía que allí se recibe, como se dirige a tierra para ser disipada sin daño alguno, sin que la tensión de paso o con tacto mate o hiera a alguien.

Es por esto que en el desarrollo de este modelo se utilizará el método de terminal de tierra, más conocido como contrapeso, debido a que este sistema consiste de un anillo de cobre enterrado que rodea la estructura y/o barras de tierra verticales. Se requiere que la impedancia del terminal de tierra (es decir, después de una conexión de bajada) sea máximo de 10 Ohm. Cada conductor de bajada debe tener su propio electrodo de tierra terminal y estos normalmente están conectados entre sí para formar un anillo, con electrodos horizontales usados para interconectarlos y ayudar a reducir la impedancia global.

El anillo ayuda a lograr una ecualización de potencial en la superficie del suelo, además de controlar el potencial. Esto último ayuda a reducir la tensión de contacto que puede experimentar una persona en contacto con el conductor de bajada durante una descarga atmosférica.

Para el desarrollo de este se seleccionó el modelo electrogeométrico (esfera rodante) el diseño del apantallamiento complementando con un sistema de protección con seis pararrayos, los cuales serán ubicados en cada una de las bases de las lámparas encargadas de la iluminación del campo abierto. El elemento protector que se escogió para este prototipo es un mástil (punta captadora tipo Franklin de un asta), este tiene entonces por finalidad atraer sobre sí la descarga y conducirla a tierra, de manera que genere una protección más conocida como “apantallamiento o blindaje” y constituye uno de los medios más utilizados para el control de los rayos.

## **6. Estudio de mercado**

### **6.1 Identificación del producto**

#### **6.1.1 Descripción del producto**

Se ofrece una solución viable, referenciada al apantallamiento de un campo abierto, buscando dar seguridad de los seres humanos, que se encuentren en un campo abierto.

Es un sistema de apantallamiento de campo abierto que requiere de descargadores o pararrayos, estos estarán ubicados en la parte superior de un poste de iluminación apoyados por un alambón con soportes conectados por un cable aislado que va a una puesta a tierra que tendrá una varilla de tierra por cada punta captadora o pararrayos alrededor del área a proteger, en donde estos estarán conectados entre sí por un alambre de cobre desnudo, como quien conforma un anillo y de manera uniforme estarán dispuestos los apantalladores.

#### **6.1.2 Características y usos**

Es un producto el cual se fundamenta en la implementación a gran escala de la jaula de Faraday, el cual es adaptable al entorno y principalmente a los elementos que lo conforman, su principal función es conducir toda aquella descarga que se aproxime al área protegida a tierra, esto con el fin de salvaguardar la vida de las personas que realizan actividades en campos abiertos.

### **6.2 Sector económico**

El proyecto se ubica en el sector de servicios en el área de la ingeniería eléctrica. En este sector existen diferentes tipos de empresa en el país que prestan productos de implementación de sistemas de apantallamiento, montajes, gestión técnico comercial, entre otros. El sector específico del proyecto será el de las protecciones de sistemas de apantallamiento en el campo de las aplicaciones de modelos de sistemas de apantallamiento a campo abierto sin que esto limite el campo de acción de acuerdo a los servicios relacionados y las oportunidades del mercado.

## 6.3 Entorno

### 6.3.1 Entorno Legal

La protección contra descargas atmosféricas busca impedir los daños que se producen por el impacto del rayo a personas, animales, equipos e instalaciones eléctricas.

Es por esto que es necesario establecer cuáles son las normas que se deben cumplir para disminuir los efectos que se producen por las descargas atmosféricas, por medio de un control normativo. A continuación, se describen cada una de las normativas en materia de control.

Tabla 2 Normatividad Colombiana de descargas atmosféricas

| DESCARGAS ATMOSFÉRICAS |             |   |  |
|------------------------|-------------|---|--|
| NORMA                  | EMITIDA POR | CONTENIDO   | APLICACIÓN   |
| IEC 62305              | CENELEC     | Protección de los seres vivos contra los daños físicos y contra los riesgos debidos a las tensiones de paso y de contacto, se considera que el sistema de protección contra el rayo formado por un sistema externo y otro interno es la principal y más efectiva medida de protección de las estructuras contra los daños físicos | El diseño, instalación, inspección y mantenimiento de un SPCR para estructuras sin limitación de altura. La implantación de medidas de protección contra daños a los seres vivos por tensiones de contacto y de paso. En el diseño inicial de una nueva estructura debería seleccionarse cuidadosamente el tipo y la situación del SPCR, al objeto de conseguir sacar el mayor provecho a las partes conductoras de la estructura. De esta forma, se facilita el diseño y construcción de una instalación integrada. |
| NTC 4552               | ICONTEC     | Norma de carácter general que pretende dar principios físicos aplicables para unas buenas prácticas de ingeniería con el fin de disminuir los efectos de los rayos que pueden ser   | Diseño, construcción inspección y mantenimiento de un sistema integral de protección contra rayos para estructuras de uso común, tales como teatros, centros educativos, iglesias, supermercados, centros comerciales, áreas deportivas al   |

|       |                               |  |  |
|-------|-------------------------------|--|--|
|       |                               | de tipo electromagnético, mecánico o térmico   | aire libre, parque de diversión, aeropuerto, hospitales, prisioneros. Esta norma no es aplicable a sistema de transmisión, generación ni distribución de energía eléctrica, instalaciones de comunicaciones, medios de transporte ni estructuras que contienen explosivos o químicos (CERTIFICACION I. C., 2008)   |
| RETIE | MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA | se establecen los requisitos que garantizan los objetivos legítimos de protección contra los riesgos de origen eléctrico, para esto se han recopilado los preceptos esenciales que definen el ámbito de aplicación y las características básicas de las instalaciones eléctricas y algunos requisitos que pueden incidir en las relaciones entre las personas que interactúan con las instalaciones eléctricas o el servicio y los usuarios de la electricidad | Artículo 16°. Protección contra rayos: El rayo es un fenómeno meteorológico de origen natural. De acuerdo con las investigaciones científicas realizadas en Colombia en las últimas tres décadas y lideradas por la Universidad Nacional de Colombia en cabeza del investigador Horacio Torres Sánchez, las cuales han quedado plasmadas en publicaciones internacionales y libros sobre el tema, permiten concluir que los parámetros del rayo son variables espacial y temporalmente (RETIE, 2013) |

Se debe contar con una evaluación del nivel de riesgo por rayo, las instalaciones de uso final donde se tenga alta concentración de personas, el estudio de evaluación del nivel de riesgo por rayo debe estar disponible para revisión de las autoridades de vigilancia y control. Las instalaciones que hayan sido construidas dentro de la vigencia del RETIE, que les aplica este requisito y que requieran la implementación de medidas para controlarlo.

### **6.3.2 Entorno Político**

En la actualidad Colombia se encuentra en proceso de reconocimiento de la descarga atmosférica como un fenómeno de alto riesgo para lo cual está empezando a crear exigencias en cuanto a las exigencias en requisitos técnicos, comerciales respecto al RETIE. La expedición del reglamento técnico de instalaciones eléctricas a través del artículo 18 requisitos de protecciones contra rayos, en donde se reconoce que Colombia está situada en la Zona de Influencia Intertropical, presentando una de las mayores actividades de rayos del planeta; por otra parte se han dado iniciativas para dar a conocer el fenómeno eléctrico, en el año 2014 el concejo de Bogotá distrito capital emitió el proyecto de acuerdo No. 092 DE 2014 "POR MEDIO DEL CUAL SE CREA EL PROGRAMA DE PREVENCIÓN POR ALTO RIESGO DE RAYOS EN BOGOTA", En ejercicio de sus atribuciones constitucionales y legales y, en especial, las conferidas por el Decreto Ley 1421 de 1993 en sus artículo 3 y 12 y en el marco de la ley 1523 de 2012.acordo por medio de 4 artículos para la prevención y protección al estar expuestos ante la descarga atmosférica

### **6.3.3 Entorno económico**

Al hacer un análisis económico en Colombia se ha presentado un comportamiento ascendente desde el año 2009 hasta la fecha desde el punto de vista económico el país ha presentado un comportamiento ascendente en los últimos seis años (ARCHIVO NACIONAL DE DATOS, 2009), el sector de la construcción, empresas de servicios públicos, proveedores de equipo eléctrico y usuarios industriales y comerciales del servicio de energía son los principales agentes de cambio en cuanto a la implementación del RETIE. Lo que hace favorable llevar al mercado el modelo de sistema de apantallamiento, para cumplir con las exigencias del RETIE y algunas normas o decretos que se han generado con respecto a la prevención y protección a la exposición de una descarga atmosférica, la baja oferta y desconocimiento por parte de empresas prestadoras del servicio a la hora de dar una solución a la protección contra descargas atmosféricas en campos abiertos.

## **6.4 Determinación de la demanda**

### **6.4.1 Estudio de la demanda**

Dado que los sistemas de apantallamiento en campo abierto no cuentan con antecedentes similares en Colombia, es prácticamente nula la existencia de estudios y estadísticas que permitan cuantificar el alcance de la demanda, por lo tanto es necesario recurrir a la utilización de una serie de herramientas y técnicas para recolectar la información requerida,

por tal fin se eligió una población y una muestra enfocada a los posibles consumidores del producto.

Tabla 3 Encuesta realizada a posibles clientes

| <b>¿Estaría dispuesto a invertir en la implementación de un sistema de apantallamiento en campo abierto?</b> |                  |
|--|------------------|
| <b>Posibles clientes</b>   | <b>Respuesta</b> |
| Hotel San Marcos   | si               |
| Hotel Los puentes  | si               |
| Hotel El refugio   | si               |
| Hotel Peñalisa   | no               |
| Country Club   | si               |
| Club campestre los lagartos  | si               |
| Federación Colombiana de golf  | No               |
| Carmel Club  | No               |
| Club campestre el rancho   | Si               |
| Club de Golf La Cima   | Si               |
| Club la colina de Colsubsidio  | Si               |
| 5 Site Futbol  | Si               |

Fuente: elaboración propia



Gráfica 1.Resultado grafica de encuesta realizada a posibles clientes

### 6.4.2 Población

Con el fin de identificar la posible aceptación de los individuos hacia el producto, se determinó como área de estudio hoteles, clubs campestres, canchas de futbol, parques de recreación y lugares que presten servicios en campo abierto cuya naturaleza sea de carácter privado.

Tabla 4 Posibles clientes

| <b>Posibles clientes</b>      |
|-------------------------------|
| Hotel San Marcos              |
| Hotel Los puentes             |
| Hotel El refugio              |
| Hotel Peñalisa                |
| Country Club                  |
| Club campestre los lagartos   |
| Federacion Colombiana de golf |
| Carmel Club                   |
| Club campestre el rancho      |
| Club de Golf La Cima          |
| Club la colina de Colsubsidio |
| 5 Site Futbol                 |

Fuente: elaboración propia

La elección de esta población, se hace basada en posibles clientes cuyo poder adquisitivo pertenece a una clase alta, además de empresas que estén dispuestos a invertir por la seguridad de sus trabajadores y clientes.

### 6.4.3 Muestra

Para este estudio se seleccionó una muestra no probabilística, la cual se hizo a conveniencia; en este tipo de muestreo se acude a una situación determinada, en donde está presente el encuestado que nos interesa.

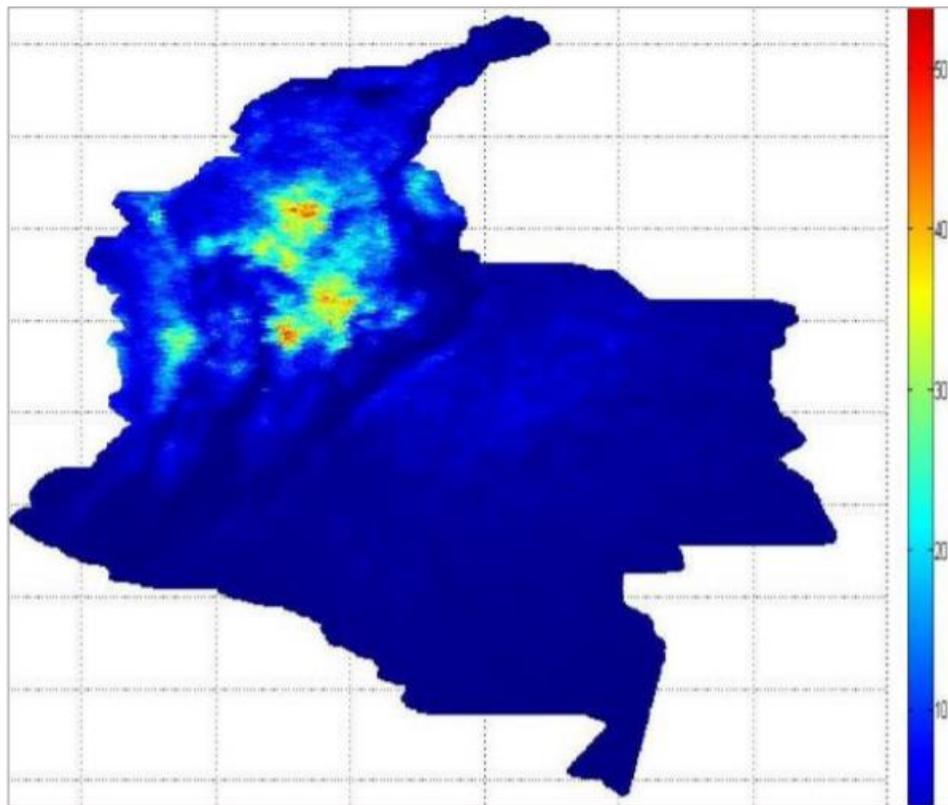
Tabla 5 Posibles clientes – Ubicación

| <b>Posibles clientes</b>      | <b>Ubicación</b> |
|-------------------------------|------------------|
| Hotel San Marcos              | Ricaurte         |
| Hotel Los puentes             | Girardot         |
| Hotel El refugio              | Fuquene          |
| Hotel Peñalisa                | Ricaurte         |
| Country Club                  | Bogotá           |
| Club campestre los lagartos   | Bogotá           |
| Federación Colombiana de golf | Bogotá           |
| Carmel Club                   | Bogotá           |
| Club campestre el rancho      | Bogotá           |
| Club de Golf La Cima          | Bogotá           |
| Club la colina de Colsubsidio | Bogotá           |
| 5 Site Futbol                 | Bogotá           |

Fuente: elaboración propia

#### **6.4.4 Proyección de la demanda**

La tendencia de crecimiento se puede dar mirando el riesgo eléctrico relacionado a la densidad de descargas a tierra. En este caso muy importante mirar la zona donde haya mayor actividad eléctrica por rayos es más probable que sea impactado por uno que en una zona de baja actividad.



Fuente: (Keraunos, 2012)

Figura 1. Densidad de descargas a tierra (DDT)

El mapa presentado anteriormente muestra que los departamentos de Colombia con mayor densidad de descargas a tierra (DDT) son los departamentos del Magdalena, Boyacá, Bolívar, Antioquia, Cundinamarca y Santander, donde la densidad alcanza valores entre 50 y 60 [ *Strokes/ k2\*Año* ], ratificando el enfoque de la demanda a toda la zona hotelera, clubs campestres, canchas de futbol, parques de recreación y lugares que presten servicios en campo abierto cuya naturaleza sea de carácter privado ubicados en estas áreas (mercado objetivo).

### 6.5 Oferta del producto

La oferta de los servicios se hará de las siguientes formas:

- **Visita técnico-comercial:** En la cual se contacta al representante del cliente, se le informa la situación actual de las instalaciones eléctricas, los requerimientos legales que debe cumplir, se le informan los servicios ofrecidos por la empresa y se plantean alternativas de mejoramiento.

- Catálogo con la presentación de la empresa. Contiene información general, servicios ofrecidos, certificaciones y datos de contacto.
- Publicidad en revistas especializadas

## 6.6 Precios

Los precios de los servicios profesionales de diseño y asesoría se determinan de acuerdo a la magnitud de cada instalación con base en precios unitarios, los precios de equipo eléctrico, materiales, insumos y mano de obra dependen directamente del costo de estos al momento de la presentación de la propuesta de trabajo. El cobre como elemento principal de las instalaciones eléctricas es determinante en la variación de precios.

Los siguientes serían los costos estimados aproximados del sistema, con base en precios actuales de firmas de ingeniería y asesoría directa del director del grupo de investigación PAAS-UN de la Universidad Nacional de Colombia (Capital, 2014).

- Mapa de evaluación de riesgo por rayos para la ciudad de Bogotá: \$10'000.000
- Implementación de un Sistema de Alerta de Tormentas: Este sistema incluiría mínimo 3 sensores de predicción y envío automático de datos a un centro de recepción de una alarma de tormentas con 30 minutos de anticipación: \$45'000.000 (3 sensores) y \$ 55'000.000/año datos
- Capacitación de personal: 16 horas para 100 personas: \$30'000.000
- Elaboración y difusión de cartillas de prevención por rayos: \$2'500.000/ 1000 cartillas
- Diseño e implementación de sistemas de protección contra rayos para escenarios deportivos distritales:
- \*Diseño e implementación de protección contra rayos (anillo perimetral, pararrayos, bajantes y puesta a tierra) para un estadio como El Campín: \$200'000.000.
- \*Un refugio para 40 personas (30m<sup>2</sup>): \$10'000.000. Para un parque como el Simón Bolívar se requerirían aproximadamente 50 refugios más las edificaciones existentes, para proteger 3.000 personas: \$500'000.000.

## 6.7 Comercialización

Los servicios ofrecidos llegarán a través de mercadeo directo a los clientes potenciales, visitas a clientes potenciales mostrando los beneficios a corto y largo plazo que conlleva su uso.

## 6.8 Publicidad

La publicidad de los productos y servicios ofrecidos se realizara mediante:

- Stands en ferias y exposiciones aplicables
- Avisos en revistas relacionadas con el sector eléctrico
- Página Web, avisos en páginas web

## 7. Estudio técnico

### 7.1 Definición del producto

Implementación un sistema de apantallamiento para campo abierto (Modelo). La implementación se llevará a cabo cumpliendo con los criterios recomendados por:

- Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE).
- Norma ICONTEC 4552-1 'Protección Contra Descargas Eléctricas Atmosféricas (Rayos).
- ANSI/IEEE Standard. 80. IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding.
- Documento Sistema de apantallamiento de campo abierto - Modelo Propuesto con Materiales y Descripción, entregado por el cliente para la elaboración de esta propuesta.

#### 7.1.1 Modelo propuesto con materiales

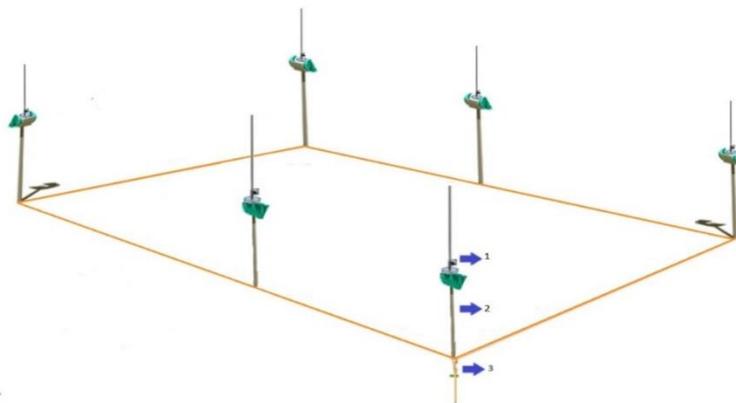


Figura 2 Modelo propuesto del sistema de apantallamiento. Fuente: elaboración propia

- 1) Conductor terminal aéreo "Pararrayos"
- 2) Poste de concreto de 8m - "sistema de iluminación"
- 3) Sistemas de puesta a tierra con anillo

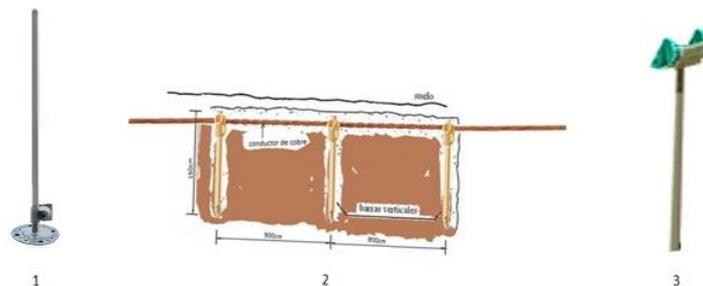


Figura 3 Componentes del sistema de apantallamiento propuesto. Fuente: elaboración propia

- 1) Conductor terminal aéreo “Pararrayos”
- 2) Distancia entre electrodos
- 3) Poste de concreto de 8m

### 7.1.2 Proceso de producción

Ejemplificado en una cancha de entrenamiento de futbol, el elemento protector que se escogió para esta implementación es un mástil (punta captadora tipo Franklin de un asta)

Dejándose claro que la altura de la estructura será de 13 m de los cuales consta de poste de concreto de 8m y un mástil tipo Franklin de 5m.

El pararrayo o mástil va a crear una zona de protección en todo el campo de futbol y así poder interceptar la descarga del rayo encaminándola hacia la tierra; es por esto que se hará una disposición de 6 pararrayos en la zona de protección (cancha de futbol), los cuales se colocarán en los lugares más altos, ésta posee luminarias dispuestas en cada una de las esquinas y zona intermedia de la cancha las cuales servirán de base y a su vez bajantes que conectaran todo el sistema a una barrilla o anillo que está dispuesto alrededor de la cancha.

Este anillo se hace mediante varias conexiones al sistema perimetral de la cancha que mide entre 105 m de largo y 68 m de, estas tendrán las mismas longitudes y acomodadas simétricamente para conformar el anillo que será de cobre e irá enterrado de tal forma que la impedancia de terminal de tierra no sea máximo de 10 Ohm.

Finalmente la conexión entre los pararrayos y el anillo será mediante electrodos horizontales usados para interconectarlos y ayudar a reducir la impedancia global, como se debe usar el poste de iluminación como parte de la estructura y esta es usada para sostener las luminaria y ahora la punta captadora, en un principio contiene un cableado para el punto

de energización de la luminaria que va por dentro del poste y es imposible meter por allí la bajante de la puesta a tierra por norma ya que no cumpliría con la NTC 4552-3, en este caso solo se tendría la opción de instalar el bajante externo y como se aumenta el riesgo de tensión de contacto hacia las personas que se encuentren cerca del poste se usara cable aislado que elimina las tensiones de contacto en el momento de la descarga, siendo necesario utilizar en el último tramo de 3.5m lo de más si puede usar los soportes y conexión que en un principio posee el descargador o punta tipo Franklin (alambrón con soporte )

Aclarando que los electrodos de tierra serán conectados entre sí mediante cintas de cobre de alta conductividad o conductores retorcidos (cables).

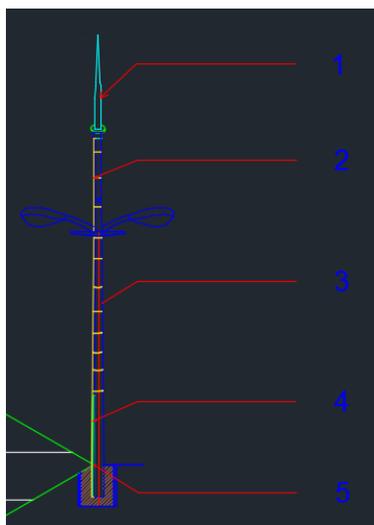


Figura 4 Elementos del modelo de sistema de apantallamiento propuesto. Fuente: elaboración propia

1. Punta captadora Franklin de un asta
2. Alambión de soporte
3. Poste de la luminaria
4. Cable aislado
5. Varilla de tierra interconectada (anillo)

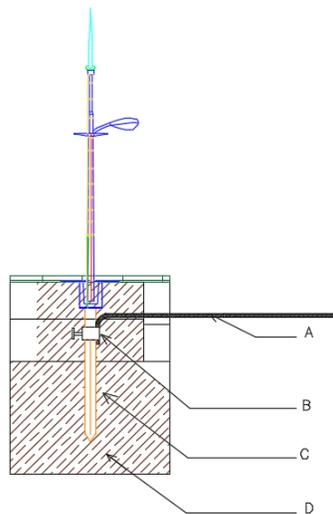


Figura 5 Elementos del sistema de apantallamiento propuesto conexión bajo tierra. Fuente: elaboración propia

- A. Conductor de tierra (cobre)  $50\text{mm}^2$  de  $8\text{mm } \phi$
- B. Conector de Cobre, longitud de contacto a lo largo de la varilla  $10\text{mm}$  mínimo
- C. Barra de Cobre  $20\text{mm}$  de  $\phi$ , longitud  $1500\text{mm}$  mínimo
- D. Tierra cernida y tratada  $R < 10$  ohmios



Figura 6 Ejemplo de implementación sistema de apantallamiento conexión bajo tierra. Fuente: elaboración propia

### 7.1.3 Descripción del proceso de producción según la necesidad del cliente

Se describe el proceso de servicio mediante un diagrama de flujo con sus observaciones

**Visita técnica de evaluación:** En esta primera visita se recolecta información del área a proteger, para determinar el modelo a implementar se hace un análisis de sistemas de protección externa. Los principios de protección que darán pautas en la búsqueda de los mejores criterios de diseño a tener en cuenta en el espacio abierto que se quiere apantallar

Con base en esta información se realiza un diseño de protección para el cliente basado en una evaluación técnico de riesgo, zonas de protección, se determinan las adecuaciones que se deben ejecutar; tiempos de ejecución, condiciones contractuales para la ejecución de las actividades, en caso de no aceptación de la propuesta se evalúa los posibles cambios de la propuesta inicial de acuerdo a las no conformidades del cliente y se presenta para aprobación. En caso de aprobación se efectúa la planeación, control y cierre de las actividades. Por último se realiza la entrega del proyecto al cliente con sus memorias de cálculo respectivas y planos de diseño.

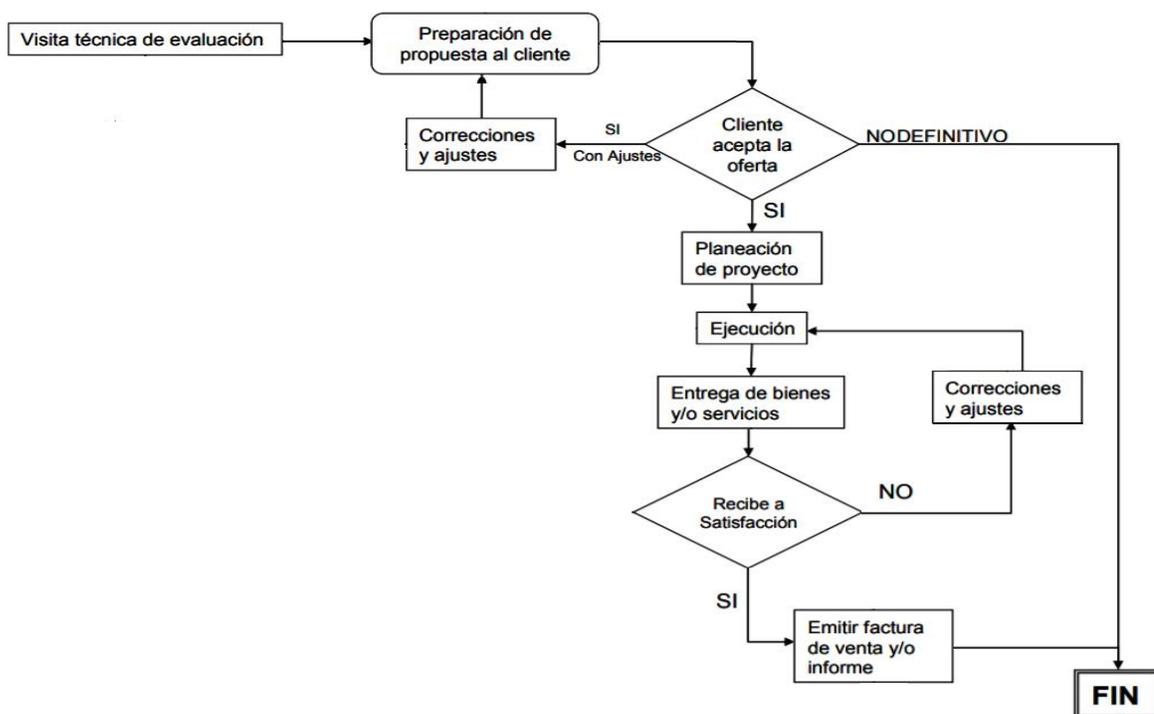


Figura 7 Diagrama de proceso de producción

## **7.2 Descripción diseño y montaje de producto**

### **7.2.1 Entregables**

- Implementación del sistema de apantallamiento previsto en esta propuesta conformada por sistema de captación, sistema de bajantes y sistema de puesta a tierra del apantallamiento.
- Protocolos de puesta en marcha con los certificados de calibración de los equipos utilizados en la medida.

### **7.2.2 Duración del proyecto**

Para la realización de actividades se han previsto cuatro semanas de trabajo de campo, no obstante el cronograma de trabajo se acuerda dependiendo de la magnitud de cada proyecto, para este caso con un proyecto de 7140m<sup>2</sup> cuatro semanas es suficiente para la ejecución del proyecto.

### **7.2.3 Aclaraciones de los entregables**

- El valor del proyecto incluye personal técnico calificado, equipo de protección personal y equipos para el desarrollo de las actividades. Para la realización de las actividades se han previstos jornadas de trabajo de máximo 8 horas en días hábiles en horario diurno.
- El valor del proyecto incluye personal calificado y equipo de protección personal para el desarrollo de las actividades propuestas. Las actividades se realizarán cumpliendo las normativas de Salud Ocupacional, Seguridad Industrial y de Calidad y, la Resolución 1409 de 2012 por la cual se establece el Reglamento de Seguridad para Protección Contra Caídas en Trabajo en Alturas del Ministerio del Trabajo.
- El valor del proyecto ha previsto la utilización de personal certificado para trabajo en alturas con su equipo de protección contra caídas (arnés, mosquetones, eslingas, líneas de trabajo y líneas de vida portátiles).
- El valor del proyecto no ha previsto actividades que no estén explícitamente mencionadas en este documento.

- El valor del proyecto no ha previsto la utilización de sistemas de ascenso mecánicos para el trabajo en alturas (andamio, escalera, elevador, grúas etc.).
- El valor del proyecto ha previsto excavación de tipo manual para la construcción de las puestas a tierra en terreno no compactado. Si se requieren excavaciones de tipo mecánico (p. ej. equipo sacanúcleos, rotomartillo, etc.) se realizarán previa aprobación de una cotización para la utilización de estos elementos.
- Para la implementación de las puestas a tierra se puede llegar a requerir la intervención de la vegetación existente, no se ha previsto en el costo de este proyecto el arreglo de jardines o prados posterior a los trabajos de implementación del apantallamiento.

## **8. Estudio ambiental**

Dado que el proyecto consiste en el montaje de un sistema de apantallamiento conformado por una varilla tipo franklin dispuesta en la parte superior de una luminaria usada o ya implementada en el área de apantallamiento, la varilla sería un dispositivo adicional sobre instalaciones eléctricas ya existente, a la cual ya se le debió haber hecho una respectiva valoración del impacto ambiental si es que existe impacto ambiental producto de las actividades de dicha luminaria, en esta medida el impacto por parte de la varilla no es significativo.

Respecto de los desechos o escombros producto de las excavaciones, los sobrantes de actividades ejecutadas en el desarrollo del proyecto serán usados con el fin de entregar la zona de trabajo al menos en las mismas condiciones en que estas fueron encontradas.

Respecto al ruido y contaminación visual se tomarán las medidas tendientes a reducir el impacto, se deberá señalar la zona de trabajo, los trabajadores usarán protección contra los sentidos en caso de ser requerido (overol, casco, arnés de seguridad, guantes, mascara, gafas, protección auditiva).

## 9. Estudio de ingeniería

### 9.1 Localización y tamaño de la oficina

La localización del proyecto se refiere al espacio físico donde se desarrollarán todas las actividades propuestas. La empresa ocupará una oficina de entre 60 – 80 m<sup>2</sup>. En la medida que se requiera se estudiará la posibilidad de alquilar una bodega para almacenar materiales y herramientas.

#### 9.1.1 Localización a nivel macro

Entre las posibles sugerencias se cuenta con: Teusaquillo- Barrios Unidos, Fontibón- Kennedy, Puente Aranda, como se muestra en el siguiente mapa de Bogotá.



Figura 8 Distribución de localidades de Bogotá (SAS, 2017)

Para tomar la decisión sobre qué ubicación puede ser la más adecuada se realizó un análisis teniendo en cuenta los siguientes puntos:

- Comunicación vial: mejores sistemas de movilidad
- Procedencia de la materia prima y la salida de las mismas hacia diferentes lugares del país en los que se ejecuten los proyectos de la empresa.

#### 9.1.2 Localización a nivel micro

El barrio galerías ubicado en la localidad de Teusaquillo, es un sector cercano a vías principales, un sector que cuenta con diferentes servicios de transporte público como lo

son el Transmilenio, Sitp, rutas privadas, taxi y uber entre otros, lo cual facilita que las personas pueda llegar fácil al lugar, así como la movilidad de materias primas.

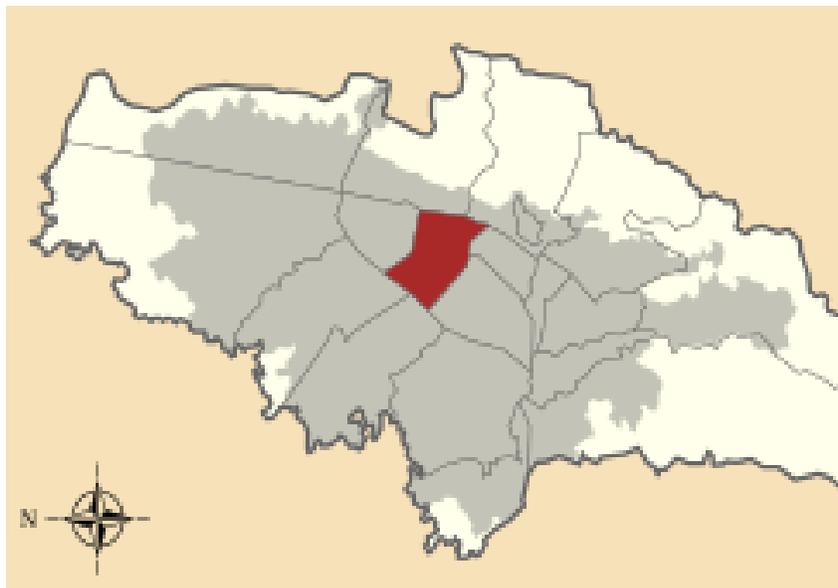


Figura 9 Ubicación de Teusaquillo Bogotá (Shadowxfox, 2017)

## **9.2 Oficina como centro de producción -recursos**

A continuación se describen los equipos, herramientas, vehículos estimados para la realización del proyecto

### **9.2.1 Equipos y Herramientas**

De acuerdo con los requerimientos del proyecto, se contará con el siguiente listado de equipos – oficina y maquinaria de trabajo necesarios para el normal desarrollo de las actividades de la empresa y el proceso productivo.

Tabla 6 Descripción Equipos y Herramientas

| Item                                       | Descripción   | Cantidad | Costo unitario | Costo total          |
|--|---|----------|----------------|----------------------|
| 1  | Impresora multi función (fax, scanner, fotocopiadora) | 1        | \$ 625.000     | \$ 625.000           |
| 2  | Computador portátil                                   | 1        | \$ 1.800.000   | \$ 1.800.000         |
| 3  | Computador personal                                   | 2        | \$ 1.200.000   | \$ 2.400.000         |
| 4  | Estabilizador de tensión                              | 2        | \$ 45.000      | \$ 90.000            |
| 5  | Memoria USB   | 2        | \$ 10.000      | \$ 20.000            |
| 6  | Teléfono  | 1        | \$ 30.000      | \$ 30.000            |
| 7  | Celular   | 2        | \$ 450.000     | \$ 900.000           |
| 8  | Cámara digital  | 1        | \$ 400.000     | \$ 400.000           |
| 9  | Extintor  | 1        | \$ 120.000     | \$ 120.000           |
| 10   | Botiquín primeros auxilios                            | 1        | \$ 50.000      | \$ 50.000            |
| 11   | Camilla primeros auxilios                             | 1        | \$ 150.000     | \$ 150.000           |
| 12   | Dobladora de tubos                                    | 1        | \$ 80.000      | \$ 80.000            |
| 13   | Martillo  | 2        | \$ 44.000      | \$ 88.000            |
| 14   | Pica  | 2        | \$ 90.000      | \$ 180.000           |
| 15   | Pala  | 2        | \$ 38.000      | \$ 76.000            |
| 16   | Almadana 10 libras con cabo                           | 1        | \$ 97.000      | \$ 97.000            |
| 17   | Alicate con mango aislante                            | 2        | \$ 35.000      | \$ 70.000            |
| 18   | Llave de pestón                                       | 1        | \$ 40.000      | \$ 40.000            |
| 19   | Juego de llaves bristol                               | 1        | \$ 140.000     | \$ 140.000           |
| 20   | Escalera 28 Peldaños Extensión Fibra De Vidrio        | 1        | \$ 1.850.000   | \$ 1.850.000         |
| 21   | Segueta con marco                                     | 2        | \$ 22.000      | \$ 44.000            |
| 22   | Cortafrío   | 2        | \$ 22.000      | \$ 44.000            |
| 23   | Taladro eléctrico – con batería y juego de brocas     | 1        | \$ 930.000     | \$ 930.000           |
| 24   | Extensión industrial 30mts                            | 2        | \$ 80.000      | \$ 160.000           |
| 25   | Juego de destornilladores                             | 1        | \$ 68.000      | \$ 68.000            |
| 26   | Morral de lona para herramientas                      | 2        | \$ 145.000     | \$ 290.000           |
| 27   | Pinza Voltiamperimétrica                              | 1        | \$ 120.000     | \$ 120.000           |
| 28   | Telurómetro digital                                   | 1        | \$ 6.500.000   | \$ 6.500.000         |
| 29   | Casco de seguridad                                    | 4        | \$ 45.000      | \$ 180.000           |
| 30   | Guantes de protección (par)                           | 3        | \$ 30.000      | \$ 90.000            |
| 31   | botas dieléctricas(par)                               | 4        | \$ 75.000,00   | \$ 300.000           |
| 32   | Uniforme o Overol                                     | 3        | \$ 80.000      | \$ 240.000           |
| 33   | Careta de protección                                  | 2        | \$ 70.000      | \$ 140.000           |
| 34   | Gafas de protección                                   | 3        | \$ 15.000      | \$ 45.000            |
| 35   | Pinza universal para moldes combo con moldes          | 1        | \$ 400.000     | \$ 400.000           |
| 36   | Disco retenedor                                       | 1        | \$ 45.000      | \$ 45.000            |
| 37   | Soplete o antorcha a gas                              | 1        | \$ 45.000      | \$ 45.000            |
| 38   | Chispero tipo pistola                                 | 1        | \$ 60.000      | \$ 60.000            |
| 39   | Grata en bronce para limpieza de las partes a soldar  | 1        | \$ 14.000      | \$ 14.000            |
| 40   | Cepillo suave o estopa para limpieza del molde        | 1        | \$ 15.000      | \$ 15.000            |
| 41   | Capuchón protector de varilla                         | 1        | \$ 25.000      | \$ 25.000            |
| 42   | Arnés y eslingas                                      | 2        | \$ 220.000     | \$ 440.000           |
| 43   | Mosquetones   | 4        | \$ 34.000      | \$ 136.000           |
| 44   | Lineas de vida para trabajo en alturas                | 2        | \$ 410.000     | \$ 820.000           |
| <b>costo total herramientas y equipos:</b> |   |          |                | <b>\$ 20.357.000</b> |

Fuente: elaboración propia

## 9.2.2 Equipos de oficina

Tabla 7 Descripción Equipos de oficina

| Item                                    | Descripción                                     | Cantidad | Costo unitario | Costo total         |
|---|---|----------|----------------|---------------------|
| 1                                       | Cosedora semi industrial                        | 2        | \$ 34.500      | \$ 69.000           |
| 2                                       | Perforadora                                     | 1        | \$ 60.000      | \$ 60.000           |
| 3                                       | Papelería                                       | 1        | \$ 100.000     | \$ 100.000          |
| 4                                       | Escritorio recepción- con dos cajones laterales | 1        | \$ 700.000     | \$ 700.000          |
| 5                                       | Silla tandem 3 puestos                          | 2        | \$ 310.000     | \$ 620.000          |
| 6                                       | Escritorio en L para dos PC                     | 1        | \$ 375.000     | \$ 375.000          |
| 7                                       | Archivador                                      | 2        | \$ 400.000     | \$ 800.000          |
| 8                                       | Mesa para reuniones                             | 1        | \$ 500.000     | \$ 500.000          |
| 9                                       | Silla - mesa para reunión                       | 4        | \$ 83.000      | \$ 332.000          |
| 10                                      | Silla - ergonómica con rodachines               | 3        | \$ 220.000     | \$ 660.000          |
| 11                                      | Estante plástico de 5 niveles                   | 2        | \$ 158.000     | \$ 316.000          |
| <b>Costo total equipos de oficina :</b> |   |          |                | <b>\$ 4.532.000</b> |

Fuente: elaboración propia

## 9.2.3 Vehículo

Tabla 8 Descripción vehículo

| Item                          | Descripción           | Cantidad | Costo unitario | Costo total         |
|-------------------------------|-----------------------|----------|----------------|---------------------|
| 1                             | Vehículo doble cabina | 1        | \$ 50.000.000  | \$ 50.000.000       |
| <b>Costo total vehículo :</b> |                       |          |                | <b>\$50.000.000</b> |

Fuente: elaboración propia

## 9.3 Layout - distribución de la oficina

A continuación se ilustra la distribución de la planta, teniendo en cuenta el área de oficinas, almacén, área de reuniones y servicios varios.

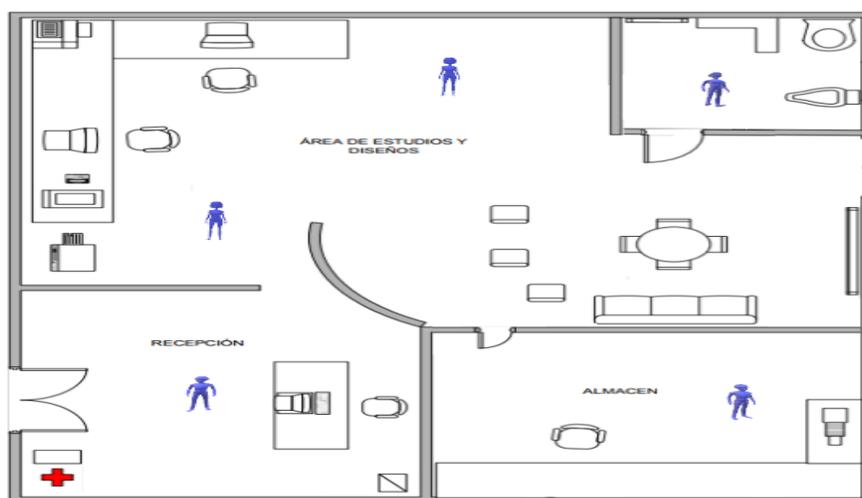


Figura 10 Layout - distribución de la oficina fuente: elaboración propia

#### 9.4 Relaciones laborales y funciones por cargo

La empresa inicialmente contara con un director ejecutivo con un asistente administrativo, un asesor comercial y en el área operativa se contara con 2 Técnicos electricistas, y un auxiliar.

| <b>Cargo</b>            | <b>Director Operativo</b>  |
|-------------------------|--|
| <b>Perfil del cargo</b> | Persona con amplios conocimientos en ingeniería eléctrica, conocimientos y experiencia en gestión de proyectos, habilidades en manejo de software de diseño eléctrico, hábil en el manejo de personal, comunicación efectiva, atención a los detalles  |
| <b>Personal a cargo</b> | 1 Asistente administrativa<br>2 Técnicos electricistas<br>1 Asesor Comercial<br>1 Auxiliar   |
| <b>Funciones</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseños sistemas de puesta a apantallamiento</li> <li>• Evaluación técnica de proyectos</li> <li>• Solicitar los recursos necesarios para la ejecución del Proyecto</li> <li>• Verificar el buen estado del material adquirido para instalación y garantizar que cumplen el reglamento RETIE</li> <li>• Implementación de acciones correctivas</li> <li>• Evaluación, aprobación y control del cronograma de actividades</li> </ul> |

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Relaciones funcionales</b> | <p><b>Técnico electricista:</b> El asistente administrativo deberá revisar y aprobar los gastos realizados por el personal operativo durante la ejecución de proyectos, coordinar las capacitaciones necesarias para el personal de manera que se garantice la seguridad y correcta ejecución del proyecto.</p> <p><b>Asistente administrativo:</b> El Director operativo deberá supervisar las actividades realizadas por el asistente administrativo en la parte técnica (solicitud de materiales, dotación, mantenimiento de equipos, etc.).</p> |
|-------------------------------|---|

|                         |   |
|-------------------------|---|
| <b>Cargo</b>            | <b>Asistente administrativo</b>   |
| <b>Perfil del cargo</b> | Persona con conocimientos y experiencia en labores administrativas, conocimiento en gestión y manejo de personal, procedimientos de afiliación de personal a sistema de salud y pensiones, persona dinámica, comunicación efectiva, buenas relaciones interpersonales, manejo de office e Internet.   |
| <b>Personal a cargo</b> | 2 técnicos electricistas  |
| <b>Funciones</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar los reportes de nómina con bonificaciones y descuentos para aprobación de la gerencia administrativa.</li> <li>• Garantizar el ingreso al sistema de salud, pensión y ARP del personal.</li> <li>• Elaborar, enviar, recibir y archivar la correspondencia</li> <li>• Manejar la caja menor y entregar semanalmente los desembolsos para aprobación del gerente administrativo</li> </ul> |
|                         | <p><b>Técnico electricista:</b> El asistente administrativo deberá revisar y aprobar los gastos realizados por el personal operativo durante la ejecución de proyectos, coordinar las capacitaciones necesarias</p>   |

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| <b>Relaciones funcionales</b> | <p>para el personal de manera que se garantice la seguridad y correcta ejecución del proyecto.</p> <p><b>Asistente administrativo:</b> El Director operativo deberá supervisar las actividades realizadas por el asistente administrativo en la parte técnica (solicitud de materiales, dotación, mantenimiento de equipos, etc.).</p> |
|-------------------------------|--|

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Cargo</b>                  | <b>Asesor Comercial</b>   |
| <b>Perfil del cargo</b>       | <p>Persona con conocimientos de la Reglamentación Eléctrica vigente en el País, conocimiento básico en sistemas de apantallamiento, persona dinámica, comunicación efectiva, buenas relaciones interpersonales, manejo de office e Internet, AutoCAD básico.</p>  |
| <b>Funciones</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar estudios de mercadeo para identificar posibles nichos de mercado donde hay mayor accesibilidad de introducir los servicios de la sociedad</li> <li>• Definir las estrategias de Servicio que permitan liderar frente a un mercado competitivo</li> <li>• Llevar a cabo las negociación y venta de los servicios</li> <li>• Velar por el cumplimiento de metas previamente definidas pos la empresa para alcanzar logros Brindar servicio postventa</li> </ul> |
| <b>Relaciones funcionales</b> | <p><b>Director Operativo:</b> el asesor comercial deberá presentar planes estratégicos de mercadeo para la comercialización del servicio.</p>   |

| <b>Cargo</b>                  | <b>Técnico electricista</b>   |
|-------------------------------|---|
| <b>Perfil del cargo</b>       | <p>Persona con conocimientos y experiencia en instalaciones eléctricas y sistemas de apantallamiento, manejo de equipos de medición y herramientas eléctricas, persona dinámica, comunicación efectiva, buenas relaciones interpersonales, 2 años de experiencia comprobable en puesta en marcha de sistemas de apantallamiento.</p>  |
| <b>Funciones</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejecutar las actividades encomendadas para el diseño y montaje de los sistemas de apantallamiento.</li> <li>• Seguir los procedimientos de seguridad y usar los elementos de protección personal.</li> <li>• Portar siempre su carné de identificación en un lugar visible y portar los carnés de ARP y EPS</li> <li>• Ejecutar y atender las recomendaciones y sugerencias del director ejecutivo.</li> <li>• Entregar los reportes de gastos de acuerdo a los formatos indicados dentro de los plazos establecidos.</li> </ul> |
| <b>Relaciones funcionales</b> | <p><b>Director operativo:</b> El técnico deberá estimar esquemas sencillos y presentarlos a aprobación al director. De igual manera está bajo su mando y responsabilidad, por lo cual deberá mantener equipo de comunicación permanente con él.</p> <p><b>Asistente administrativa:</b> El técnico se entenderá con la asistente administrativa para todos los asuntos administrativos (expedición de certificados, asuntos de seguridad social y reporte de gastos).</p>   |

| <b>Cargo</b>                  | <b>Auxiliar</b>   |
|-------------------------------|---|
| <b>Perfil del cargo</b>       | Persona con conocimientos y experiencia en instalación de sistemas de apantallamiento, normas de trabajos eléctricos, persona dinámica, comunicación efectiva, buenas relaciones interpersonales, al menos 1 año de experiencia comprobable en trabajos se sistemas de apantallamiento. |
| <b>Funciones</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adecuaciones de apantalladores</li> <li>• Excavación de tipo manual</li> <li>• Instalación de soldadura exotérmica.</li> </ul>   |
| <b>Relaciones funcionales</b> | <b>Técnico Electricista:</b> El auxiliar deberá apoyar en sus labores al técnico  |

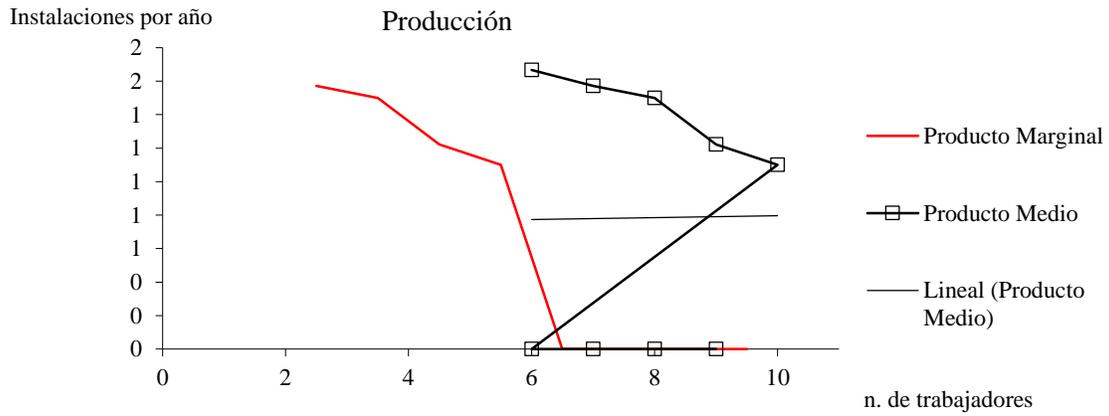
## 10. Desarrollo evaluación financiera del proyecto

### 10.1. Capacidad de producción

Tabla 9 Capacidad de producción

| Número de Trabajadores | Instalaciones realizadas cada AÑO | Producto Marginal | Producto Medio |
|------------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------|
| 6                      | 10                                |                   | 1,67           |
| 7                      | 11                                | 1,57              | 1,57           |
| 8                      | 12                                | 1,50              | 1,50           |
| 9                      | 11                                | 1,22              | 1,22           |
| 10                     | 11                                | 1,10              | 1,10           |

Fuente: Elaboración propia



Gráfica 2 Resultado grafica de capacidad de producción

Se determina que la cantidad de empleados óptima para la instalación de sistemas de apantallamiento son 6, y que la capacidad de instalación mensual es de 1 proyecto al mes y en total 12 implementaciones de sistemas de apantallamiento por año.

## 10.2 Gastos y Costos del proyecto

### 10.2.1 Gastos pre-operativos

Tabla 10 Gastos pre-operativos

| ITEM  | UNIDADES | VALOR UND           | VALOR TOTAL          |
|---|----------|---------------------|----------------------|
| Impresora multi función (fax, scanner, fotocopiadora) | 1        | \$ 625.000          | \$ 625.000           |
| Computador portátil                                   | 1        | \$ 1.800.000        | \$ 1.800.000         |
| Computador personal                                   | 2        | \$ 1.200.000        | \$ 2.400.000         |
| Estabilizador de tension                              | 2        | \$ 45.000           | \$ 90.000            |
| Memoria USB   | 2        | \$ 10.000           | \$ 20.000            |
| Teléfono  | 1        | \$ 30.000           | \$ 30.000            |
| Celular   | 2        | \$ 450.000          | \$ 900.000           |
| Cámara digital  | 1        | \$ 400.000          | \$ 400.000           |
| Extintor  | 1        | \$ 120.000          | \$ 120.000           |
| Botiquín primeros auxilios                            | 1        | \$ 50.000           | \$ 50.000            |
| Camilla primeros auxilios                             | 1        | \$ 150.000          | \$ 150.000           |
| Dobladora de tubos                                    | 1        | \$ 80.000           | \$ 80.000            |
| Martillo  | 2        | \$ 44.000           | \$ 88.000            |
| Pica  | 2        | \$ 90.000           | \$ 180.000           |
| Pala  | 2        | \$ 38.000           | \$ 76.000            |
| Almadana 10 libras con cabo                           | 1        | \$ 97.000           | \$ 97.000            |
| Alicate con mango aislante                            | 2        | \$ 35.000           | \$ 70.000            |
| Llave de peston                                       | 1        | \$ 40.000           | \$ 40.000            |
| Juego de llaves bristol                               | 1        | \$ 140.000          | \$ 140.000           |
| Escalera 28 Peldaños Extensión Fibra De Vidrio        | 1        | \$ 1.860.000        | \$ 1.860.000         |
| Segueta con marco                                     | 2        | \$ 24.000           | \$ 48.000            |
| Cortafrío   | 2        | \$ 22.000           | \$ 44.000            |
| Taladro eléctrico – con batería y juego de brocas     | 1        | \$ 930.000          | \$ 930.000           |
| Extensión industrial 30mts                            | 2        | \$ 80.000           | \$ 160.000           |
| Juego de destornilladores                             | 1        | \$ 68.000           | \$ 68.000            |
| Morral de lona para herramientas                      | 2        | \$ 145.000          | \$ 290.000           |
| Pinza Voltiamperimetrica                              | 1        | \$ 120.000          | \$ 120.000           |
| Telurómetro digital                                   | 1        | \$ 6.500.000        | \$ 6.500.000         |
| Casco de seguridad                                    | 4        | \$ 45.000           | \$ 180.000           |
| Guantes de proteccion (par)                           | 3        | \$ 30.000           | \$ 90.000            |
| botas dielectricas(par)                               | 4        | \$ 75.000,00        | \$ 300.000           |
| Uniforme o Overol                                     | 3        | \$ 80.000           | \$ 240.000           |
| Careta de proteccion                                  | 2        | \$ 70.000           | \$ 140.000           |
| Gafas de portecccion                                  | 3        | \$ 15.000           | \$ 45.000            |
| Pinza universal para moldes combo con moldes          | 1        | \$ 400.000          | \$ 400.000           |
| Disco retenedor                                       | 1        | \$ 45.000           | \$ 45.000            |
| Soplete o antorcha a gas                              | 1        | \$ 45.000           | \$ 45.000            |
| Chispero tipo pistola                                 | 1        | \$ 60.000           | \$ 60.000            |
| Grata en bronce para limpieza de las partes a soldar  | 1        | \$ 14.000           | \$ 14.000            |
| Cepillo suave o estopa para limpieza del molde        | 1        | \$ 15.000           | \$ 15.000            |
| Capuchón protector de varilla                         | 1        | \$ 25.000           | \$ 25.000            |
| Arnés y eslingas                                      | 2        | \$ 220.000          | \$ 440.000           |
| Mosquetones   | 3        | \$ 34.000           | \$ 102.000           |
| Lineas de vida para trabajo en alturas                | 2        | \$ 410.000          | \$ 820.000           |
| Cosedora semi industrial                              | 2        | \$ 34.500           | \$ 69.000            |
| Perforadora   | 1        | \$ 60.000           | \$ 60.000            |
| Papelería   | 1        | \$ 100.000          | \$ 100.000           |
| Escritorio recepción- con dos cajones laterales       | 1        | \$ 700.000          | \$ 700.000           |
| Silla tandem 3 puestos                                | 2        | \$ 310.000          | \$ 620.000           |
| Escritorio en L para dos PC                           | 1        | \$ 375.000          | \$ 375.000           |
| Archivador  | 2        | \$ 400.000          | \$ 800.000           |
| Mesa para reuniones                                   | 1        | \$ 500.000          | \$ 500.000           |
| Silla - mesa para reunión                             | 4        | \$ 83.000           | \$ 332.000           |
| Silla - ergonómica con rodachines                     | 3        | \$ 220.000          | \$ 660.000           |
| Camioneta doble cabina                                | 1        | \$ 50.000.000       | \$ 50.000.000        |
| Estante plástico de 5 niveles                         | 2        | \$ 158.000          | \$ 316.000           |
| Adecuacion de la oficina                              | 1        | \$ 1.200.000        | \$ 1.200.000         |
| Dotacion y EPP  | 1        | \$ 1.520.000        | \$ 1.520.000         |
|   |          | <b>VALOR TOTAL=</b> | <b>\$ 77.589.000</b> |

Fuente: Elaboración propia

### 10.2.2 Costos de constitución

Tabla 11. Costos de constitución

| ITEM                              | VALOR UND           | VALOR TOTAL         |
|-----------------------------------|---------------------|---------------------|
| Constitución de sociedad          | \$ 1.060.000        | \$ 1.060.000        |
| Impuesto de registro              | \$ 140.000          | \$ 140.000          |
| Formulario de registro mercantil  | \$ 5.200            | \$ 5.200            |
| inscripción de registro mercantil | \$ 12.800           | \$ 12.800           |
| Inscripción de los libros         | \$ 39.000           | \$ 39.000           |
| Deposito estados financieros      | \$ 19.300           | \$ 19.300           |
| Fotocopias y registros públicos   | \$ 200              | \$ 200              |
|                                   | <b>VALOR TOTAL=</b> | <b>\$ 1.276.500</b> |

Fuente: Elaboración propia

### 10.2.3 Costos fijos

Tabla 12. Costos fijos

| ITEM                             | CANTIDAD | VALOR UNITARIO | PARAFISCALES Y APORTES POR EMPLEADO | VALOR TOTAL           |
|----------------------------------|----------|----------------|-------------------------------------|-----------------------|
| Director operativo               | 1        | \$ 3.000.000   | \$ 1.555.660                        | \$ 4.555.660          |
| Tecnico electricista             | 2        | \$ 1.300.000   | \$ 771.947                          | \$ 4.143.894          |
| Asesor comercial                 | 1        | \$ 737.737     | \$ 480.375                          | \$ 1.218.112          |
| Asistente administrativo         | 1        | \$ 737.737     | \$ 480.375                          | \$ 1.218.112          |
| Auxiliar electricistas           | 1        | \$ 737.737     | \$ 480.375                          | \$ 1.218.112          |
| Contador, abogado                | 1        | \$ 1.300.000   | \$ 771.947                          | \$ 2.071.947          |
| Servicios generales              | 1        | \$ 737.737     | \$ 480.375                          | \$ 1.218.112          |
| Arriendo , serv pub, combustible | 1        | \$ 1.510.000   |                                     | \$ 1.510.000          |
| Plan celular                     | 2        | \$ 74.500      |                                     | \$ 149.000            |
|                                  |          |                | <b>VALOR TOTAL =</b>                | <b>\$ 207.635.388</b> |

Fuente: Elaboración propia

## 10.2.4 Costos Variables

Tabla 13 Costos variables

| ITEM   | CANTIDAD | UNIDAD | VALOR UNITARIO | VALOR TOTAL  |
|--|----------|--------|----------------|--------------|
| capacitacion tecnicos electricistas  |          |        | \$ 1.000.000   | \$ 1.000.000 |
| Papelería  |          |        | \$ 250.000     | \$ 250.000   |
| Conductor redondo de aluminio 8 mm aislado para bajantes   | 75       | ml     | \$ 3.500       | \$ 262.500   |
| Punta captora en aluminio, longitud 100 cm, diámetro 16 mm. Incluye base y conexión para conductor                   | 6        | UNIDAD | \$ 95.000      | \$ 570.000   |
| Conector bimetálico.   | 6        | UNIDAD | \$ 12.550      | \$ 75.300    |
| Tubo galvanizado IMC de 3/4" x 3mts c/u con aislante interno para bajante de pararrayos y accesorios de instalación. | 9        | UNIDAD | \$ 23.700      | \$ 213.300   |
| Señalización de precaución eléctrica.  | 6        | UNIDAD | \$ 26.000      | \$ 156.000   |
| tubo galvanizado IMC 1" x 3mts c/u para extensión de punta captora. Incluye accesorios de instalación.               | 12       | UNIDAD | \$ 35.000      | \$ 420.000   |
| Varilla de puesta a tierra 14.28mm x 2.4m en cobre.  | 6        | UNIDAD | \$ 140.000     | \$ 840.000   |
| Caja de inspección de 30x30cm para foso de puesta a tierra con tapa.   | 6        | UNIDAD | \$ 125.000     | \$ 750.000   |
|  |          |        | VALOR TOTAL =  | \$ 4.537.100 |

Fuente: Elaboración propia

## 10.3 Supuestos macroeconómicos

Los cálculos se realizan a precios constantes, a cifras del precio del año 2017.

### 10.3.1 Supuestos internos

### 10.3.2 Mercado donde se desarrolla el proyecto

El proyecto se ubica en el sector de servicios en el área de la ingeniería eléctrica. En este sector existen diferentes tipos de empresa en el país que prestan productos de implementación de sistemas de apantallamiento, montajes, gestión técnico comercial, entre otros. El sector específico del proyecto será el de la aplicación de modelo de sistemas de apantallamiento a campo abierto sin que esto limite el campo de acción de acuerdo a los servicios relacionados y las oportunidades del mercado.

Teniendo en cuenta lo anterior se estaría hablando de un mercado de competencia imperfecta del que existen de dos clases, pero para este caso será monopolística el cual es aquel donde existen muchas empresas que venden productos similares pero no idénticos

(Mankiw, 2004). Al hacer parte de una competencia imperfecta dado que se adolece de una protección incierta de los activos y patentes se debe pensar en fijar unos precios en la parte intermedia de la banda, en donde la banda de precios del grueso del mercado no solo revela la zona de los precios que ha de ser crucial para atraer un océano de demanda nueva. (W.chan Kim, 2004)

### 10.3.3 Participación en el mercado.

El crecimiento del mercado en el sector eléctrico pronosticado según análisis hechos por la UPME (unidad de planeación minero energética) el crecimiento de este sector a mediano plazo es de 4.5 % (2020), teniendo en cuenta esta variable se determina el porcentaje de ventas que tiene la empresa de acuerdo a la capacidad de producción y el crecimiento del mercado; por otro lado está la siguiente variable que es el porcentaje del mercado en el que la empresa se desenvuelve para así obtener lo siguiente :

Tabla 14 Porcentaje esperado de participación comparado con competidores en el mercado.

| #   | Que tan grandes son los competidores | Que tantos competidores hay | Que tan similares son los productos | Cual parece ser el porcentaje |
|---|--------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| 1   | Grandes                              | Algunos                     | Diferentes                          | 9%                            |
| 2   | Grandes                              | Algunos                     | Diferentes                          | 8%                            |
| 3   | Grandes                              | Algunos                     | Diferentes                          | 10%                           |
| 4   | Medianos                             | Algunos                     | Diferentes                          | 10%                           |
| 5   | Medianos                             | Algunos                     | Diferentes                          | 7%                            |
| 6   | Pequeños                             | Muchos                      | Diferentes                          | 5%                            |
| 7   | Pequeños                             | Algunos                     | Diferentes                          | 11%                           |
| 8   | Pequeños                             | Muchos                      | Diferentes                          | 10%                           |
| 9   | Pequeños                             | Muchos                      | Diferentes                          | 10%                           |
| 10  | Pequeños                             | Algunos                     | Diferentes                          | 20%                           |
| <b>Total porcentaje participación total</b>   |                                      |                             |                                     | 100%                          |
| <b>Total porcentaje pequeños competidores</b> |                                      |                             |                                     | 56%                           |

Fuente: Elaboración propia

Analizando los resultados se tiene que el mercado se establece en 56% con una participación importante de las pequeñas empresas con relación al sector, en donde las ventas proyectadas y la capacidad de producción van muy de la mano del crecimiento proyectado del mercado eléctrico.

Tabla 15 Participación en el mercado.

| Año                | 2017                  | 2018                | 2019                | 2020                | 2021                | 2022                |
|--------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| #servicios por año | AUMENTO DE PRODUCCION | 10                  | 11                  | 12                  | 12                  | 12                  |
|                    | % aumento             | 6,67%               | 7,33%               | 8,00%               | 8,00%               | 8,00%               |
| Ventas del mercado |                       | \$ 4.917.591.680,00 | \$ 5.278.215.069,87 | \$ 5.700.472.275,46 | \$ 6.156.510.057,49 | \$ 6.649.030.862,09 |
| Ventas empresa     |                       | \$ 244.149.781,29   | \$ 268.564.759,42   | \$ 292.979.737,55   | \$ 292.979.737,55   | \$ 292.979.737,55   |
| Participación      |                       | 4,99%               | 5,11%               | 5,16%               | 4,78%               | 4,43%               |

Fuente: Elaboración propia

### 10.3.4 Porcentaje de capacidad instalada

Se tiene una capacidad instalada para la implementación de 12 proyectos por año, sin embargo para iniciar solo se contaría con el 83.33% de la capacidad, lo que corresponde a 10 proyectos para el primer año, para el segundo año se contaría con capacidad del 91.66%, y para el tercero en adelante del 100% del total de la capacidad de producción

### 10.3.5 Precio

Para establecer el precio se tomó como base lo determinado por la oferta y la demanda, y el encontrado en el mercado, dando como resultado \$24.414.978

Teniendo en cuenta lo anterior, y al establecer costos fijos y variables, mediante la ecuación,

$$\text{Precio} = \left( \frac{\text{CFO} + \text{UO}}{Q} \right) + \text{CVU}$$

Donde:

CFO= Costos fijos operativos totales

UO= Utilidad operacional. Se establece que el margen de ganancia es del 15% de los CFO.

Q= Cantidad

CVU= Costo variable unitario

Reemplazando,

$$\text{Precio} = \left( \frac{\$207.421.337 + 31.113.200}{12} \right) + 4.537.100$$

$$\text{Precio} = \$24.414.978$$

### 10.4 Vida útil del proyecto

La vida útil del proyecto se establece en 5 años, promedio estimado

### 10.4.1 Punto de equilibrio

Se determina punto de equilibrio en dinero anual, y el equilibrio en cantidades.

$$QE = \frac{CFO}{MCU} \text{ y } MCU = Precio - CVU$$

Donde:

QE= Punto de equilibrio en cantidades

CFO= Costos fijos de operación

MCU= Margen de contribución unitario

CVU= Costo variable unitario

Entonces:

$$MCU = \$24.414.978 - \$4.537.100 = \$19.877.878$$

$$QE = \frac{207.421.337}{19.877.878} = 10.38$$

Para el equilibrio en dinero, se utiliza la formula,

$$\$E = \frac{CFO}{MC\%} \text{ y } MC\% = \frac{MCU}{Precio}$$

Donde:

\$E: Equilibrio en dinero

CFO: Costos fijos operativos

MCU= Margen de contribución Unitario

MC%= Margen de contribución porcentual

Entonces:

$$MC\% = \frac{19.877.878}{\$24.414.978} = 81\%$$

$$\text{y, } \$E = \frac{\$207421337}{0.81} = \$254.764.989$$

Como resultado se tiene que por año para punto de equilibrio se deben instalar 10 metodologías, a un precio de \$ 254.764.989

## 11. Financiamiento del proyecto

Se realizará una inversión de \$78.865.500 millones de pesos, de los cuales \$55.205.850 millones serán recursos propios, que corresponden al 70% de la inversión, y \$23.659.650 millones serán financiados por el sistema financiero colombiano. De los recursos externos requeridos, \$78.865.500 millones serán financiados por el Banco Bogotá con un plazo de

5 años, pagos anuales y una tasa de interés del 48,64% anual semestre vencido. (La información de los intereses son tomados de la Superintendencia Financiera).

### 11.1 Indicadores financieros

Tabla 16 Flujo de caja con recursos propios

| inversion inicial                       | costos constitucion |                   | capital de trabajo |                   | Gastos preoperativos |                    |
|---|---------------------|-------------------|--------------------|-------------------|----------------------|--------------------|
|   | 1.276.500           |                   | 211.958.437        |                   | 77.589.000           |                    |
| Flujo de caja                           | 2.017               | 2.018             | 2.019              | 2.020             | 2.021                | 2.022              |
| Ventas nacionales                       |                     | 4.917.591.680     | 5.278.215.070      | 5.700.472.275     | 6.156.510.057        | 6.649.030.862      |
| Participación                           |                     | 0                 | 0                  | 0                 | 0                    | 0                  |
| Ingresos por ventas                     |                     | 244.149.781       | 268.564.759        | 292.979.738       | 292.979.738          | 292.979.738        |
| Precio                                  |                     | 24.414.978        | 24.414.978         | 24.414.978        | 24.414.978           | 24.414.978         |
| cantidad                                |                     | 10                | 11                 | 12                | 12                   | 12                 |
| (-) Costos Fijos                        |                     | 207.421.337       | 207.421.337        | 207.421.337       | 207.421.337          | 207.421.337        |
| (-) Costos variables                    |                     | 4.537.100         | 4.537.100          | 4.537.100         | 4.537.100            | 4.537.100          |
| (-) pago interes por credito            |                     | 0                 | 0                  | 0                 | 0                    | 0                  |
| (-) depreciaciones                      |                     | 15.823.800        | 15.823.800         | 15.823.800        | 15.823.800           | 15.823.800         |
| (-) amortización intangible             |                     | 0                 | 0                  | 0                 | 0                    | 0                  |
| Utilidad antes de impuestos             |                     | 16.367.544        | 40.782.522         | 65.197.501        | 65.197.501           | 65.197.501         |
| (-) impuesto 34%                        |                     | 5.564.965         | 13.866.058         | 22.167.150        | 22.167.150           | 22.167.150         |
| <b>Utilidad neta</b>                    |                     | <b>10.802.579</b> | <b>26.916.465</b>  | <b>43.030.350</b> | <b>43.030.350</b>    | <b>43.030.350</b>  |
| (+) depreciación                        |                     | 15.823.800        | 15.823.800         | 15.823.800        | 15.823.800           | 15.823.800         |
| (+) Amortizaciones intangibles          |                     | 3.959.800         | 3.959.800          | 3.959.800         | 3.959.800            | 3.959.800          |
| Flujo de caja operacional               |                     | 30.586.179        | 46.700.065         | 62.813.950        | 62.813.950           | 62.813.950         |
| (-) inversión                           | -78.865.500         |                   |                    |                   |                      |                    |
| (+) Valor residual activos              |                     |                   |                    |                   |                      | 7.478.900          |
| (-) impuesto por venta de activos (10%) |                     |                   |                    |                   |                      | 747.890            |
| (-) Capital de trabajo                  | -211.958.437        |                   |                    |                   |                      |                    |
| (+) recuperación capital de trabajo     |                     |                   |                    |                   |                      | 211.958.437        |
| (+) Prestamos                           | 0                   | 0                 | 0                  | 0                 | 0                    | 0                  |
| <b>Flujo neto de caja</b>               | <b>-290.823.937</b> | <b>30.586.179</b> | <b>46.700.065</b>  | <b>62.813.950</b> | <b>62.813.950</b>    | <b>281.503.397</b> |

Fuente: Elaboración propia

TIO= 6.76% anual (Tasa de interés anual tomada como referencia de Bancolombia 2017 CDT.)

TIR= 13.77% VPN= \$ 81.747.270 CAUE (6.76%)= \$19.890.448

RELACIÓN COSTO BENEFICIO: Donde por cada peso invertido se obtendrán \$1.28

|              |                   |
|--------------|-------------------|
| VPN INGRESOS | \$ 372.571.207,65 |
| VPN EGRESOS  | -290.823.937      |
| VPN          | \$ 81.747.270,72  |
| RCB          | 1,281088522       |

Tabla 17 Estado de resultados con recursos propios

|                             | Año 1             | Año 2             | Año 3             | Año 4             | Año 5             |
|-----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Ventas                      | \$ 244.149.781,29 | \$ 268.564.759,42 | \$ 292.979.737,55 | \$ 292.979.737,55 | \$ 292.979.737,55 |
| Costo de ventas             | \$ 211.958.437    | \$ 211.958.437    | \$ 211.958.437    | \$ 211.958.437    | \$ 211.958.437    |
| Utilidad Bruta              | \$ 32.191.344,29  | \$ 56.606.322,42  | \$ 81.021.300,55  | \$ 81.021.300,55  | \$ 81.021.300,55  |
| Amortización intangibles    | \$ -              | \$ -              | \$ -              | \$ -              | \$ -              |
| Depreciación                | \$ 15.823.800,00  | \$ 15.823.800,00  | \$ 15.823.800,00  | \$ 15.823.800,00  | \$ 15.823.800,00  |
| Utilidad Antes de impuestos | \$ 16.367.544,29  | \$ 40.782.522,42  | \$ 65.197.500,55  | \$ 65.197.500,55  | \$ 65.197.500,55  |
| Impuestos 34%               | \$ 5.564.965,06   | \$ 13.866.057,62  | \$ 22.167.150,19  | \$ 22.167.150,19  | \$ 22.167.150,19  |
| Utilidad neta               | \$ 10.802.579,23  | \$ 26.916.464,80  | \$ 43.030.350,36  | \$ 43.030.350,36  | \$ 43.030.350,36  |

Fuente: Elaboración propia

Trema=4%

Tabla 18 Flujo de caja con financiación

| inversion inicial                        | costos inversión |                     | capital de trabajo  |                     | Gastos pre-operativos |                     |
|--|------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
|  | 1.276.500        |                     | 211.958.437         |                     | 77.589.000            |                     |
| Flujo de caja                            | 2017             | 2018                | 2019                | 2020                | 2021                  | 2022                |
| Ventas nacionales                        |                  | \$ 4.917.591.680,00 | \$ 5.278.215.069,87 | \$ 5.700.472.275,46 | \$ 6.156.510.057,49   | \$ 6.649.030.862,09 |
| Participación                            |                  | 6,67%               | 7,33%               | 8,00%               | 8,00%                 | 8,00%               |
| Ingresos por ventas                      |                  | \$ 244.149.781,29   | \$ 268.564.759,42   | \$ 292.979.737,55   | \$ 292.979.737,55     | \$ 292.979.737,55   |
| Precio                                   |                  | \$ 24.414.978,13    | \$ 24.414.978,13    | \$ 24.414.978,13    | \$ 24.414.978,13      | \$ 24.414.978,13    |
| cantidad                                 |                  | \$ 10,00            | \$ 11,00            | \$ 12,00            | \$ 12,00              | \$ 12,00            |
| (-) Costos Fijos                         |                  | \$ 207.421.337,00   | \$ 207.421.337,00   | \$ 207.421.337,00   | \$ 207.421.337,00     | \$ 207.421.337,00   |
| (-) Costos variables                     |                  | \$ 4.537.100,00     | \$ 4.537.100,00     | \$ 4.537.100,00     | \$ 4.537.100,00       | \$ 4.537.100,00     |
| (-) pago intereses credito BOGOTÁ        |                  | 12.907.433          | 12.006.836          | 10.614.920          | 8.463.651             | 5.138.765           |
| (-) depreciaciones                       |                  | \$ 15.823.800,00    | \$ 15.823.800,00    | \$ 15.823.800,00    | \$ 15.823.800,00      | \$ 15.823.800,00    |
| (-) amortización de intangibles          |                  | \$ -                | \$ -                | \$ -                | \$ -                  | \$ -                |
| Utilidad antes de impuestos              |                  | \$ 3.460.111,19     | \$ 28.775.686,87    | \$ 54.582.580,14    | \$ 56.733.849,36      | \$ 60.058.735,41    |
| (-) impuesto 34%                         |                  | \$ 1.176.437,81     | \$ 9.783.733,53     | \$ 18.558.077,25    | \$ 19.289.508,78      | \$ 20.419.970,04    |
| Utilidad después de impuestos            |                  | \$ 2.283.673,39     | \$ 18.991.953,33    | \$ 36.024.502,89    | \$ 37.444.340,58      | \$ 39.638.765,37    |
| (+) depreciación                         |                  | \$ 15.823.800,00    | \$ 15.823.800,00    | \$ 15.823.800,00    | \$ 15.823.800,00      | \$ 15.823.800,00    |
| (+) Amortizaciones intangibles           |                  | \$ -                | \$ -                | \$ -                | \$ -                  | \$ -                |
| Flujo de caja operacional                |                  | \$ 18.107.473,39    | \$ 34.815.753,33    | \$ 51.848.302,89    | \$ 53.268.140,58      | \$ 55.462.565,37    |
| (-) inversión                            | -78.865.500      |                     |                     |                     |                       |                     |
| (+) Valor residual activos               |                  |                     |                     |                     |                       | \$ 1.935.500,00     |
| (-) impuesto por venta de activos (10%)  |                  |                     |                     |                     |                       | \$ 193.550,00       |
| (-)Capital de trabajo                    | -211.958.437     |                     |                     |                     |                       |                     |
| (+) recuperación capital de trabajo      |                  |                     |                     |                     |                       | 211.958.437         |
| (+) Prestamo Banco de Bogotá             | 23.659.650       | 0                   | 0                   | 0                   | 0                     | 0                   |
| (-) Amortizaciones prestamo Banco Bogotá |                  | \$ 1.650.817,98     | \$ 2.551.415,52     | \$ 3.943.330,67     | \$ 6.094.599,89       | \$ 9.419.485,94     |
| Flujo neto de caja                       | -267.164.287     | 16.456.655          | 32.264.338          | 47.904.972          | 47.173.541            | 259.743.466         |

Fuente: Elaboración propia

TIO= 6,76% anual (Tasa de interés anual tomada como referencia de Bancolombia 2017 CDT.)

TIR= 10.40% VPN= \$ 39.524.815 CAUE (6,76%)= \$9.577.870

|              |                   |
|--------------|-------------------|
| VPN INGRESOS | \$ 306.689.102,73 |
| VPN EGRESOS  | -267.164.287      |
| VPN          | \$ 39.524.815,90  |
| RCB          | 1,147941989       |

RELACIÓN COSTO BENEFICIO: Donde por cada peso invertido se obtendrán \$1.14

Tabla 19 Flujo incremental

|         |                    |                  |                  |                  |                  |                  |
|---------|--------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Flujo 1 | -290.823.937       | 30.586.179       | 46.700.065       | 62.813.950       | 62.813.950       | 281.503.397      |
| Flujo 2 | -267.164.287       | 16.456.655       | 32.264.338       | 47.904.972       | 47.173.541       | 259.743.466      |
| Total   | \$ (23.659.650,00) | \$ 14.129.523,82 | \$ 14.435.726,99 | \$ 14.908.978,14 | \$ 15.640.409,67 | \$ 21.759.930,93 |

Fuente: Elaboración propia

TIR=57%

TREMA= 4.42%

La TIR del incremento en la inversión (57%) es mayor que la TREMA (4,42%), razón por la cual es mejor la opción de proyecto el flujo 1, sin financiamiento.

Dado que el VPN del incremento de la inversión es positivo, significa que la mejor alternativa es la 1, por lo que se demuestra la mejor inversión sin financiamiento.

Costo de recursos ajenos (Kd), propios y WACC.

Para desarrollar este costo se utiliza la información que se encuentra en la financiación del proyecto.

Entonces,

Tabla 20 Costo de recursos ajenos

| Inversión       | 78.865.500               |               | RECURSOS PROPIOS | FINANCIADO   |             |        |
|-----------------|--------------------------|---------------|------------------|--------------|-------------|--------|
|                 | Interes semestre vencido | interes anual | 70%              | 30%          |             |        |
| Banco de Bogotá | 48,64%                   | 55%           | 55.205.850       | 23.659.650   |             |        |
|                 |                          |               |                  |              |             |        |
| KD              | SALDO                    | CUOTA         | INTERES          | AMORTIZACION | SALDO FINAL | KD     |
| 0               | 23.659.650               |               |                  |              | 23.659.650  |        |
| 1               | 22.008.832               | 14.558.251    | 12.907.433       | 1.650.818    | 22.008.832  | 54,55% |
| 2               | 19.457.416               | 14.558.251    | 12.006.836       | 2.551.416    | 19.457.416  | 54,55% |
| 3               | 15.514.086               | 14.558.251    | 10.614.920       | 3.943.331    | 15.514.086  | 54,55% |
| 4               | 9.419.486                | 14.558.251    | 8.463.651        | 6.094.600    | 9.419.486   | 54,55% |
| 5               | 0                        | 14.558.251    | 5.138.765        | 9.419.486    | 0           | 54,55% |

Fuente: Elaboración propia

Donde se observa que el costo de los recursos ajenos, se encuentran el 54,55% el primer año, hasta el quinto año.

Tabla 21 Estado de resultados con financiamiento

|                             | Año 1             | Año 2             | Año 3             | Año 4             | Año 5             |
|-----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Ventas                      | \$ 244.149.781,29 | \$ 268.564.759,42 | \$ 292.979.737,55 | \$ 292.979.737,55 | \$ 292.979.737,55 |
| Costo de ventas             | \$ 211.958.437    | \$ 211.958.437    | \$ 211.958.437    | \$ 211.958.437    | \$ 211.958.437    |
| Utilidad Bruta              | \$ 32.191.344,29  | \$ 56.606.322,42  | \$ 81.021.300,55  | \$ 81.021.300,55  | \$ 81.021.300,55  |
| Gastos financieros          | \$ 12.907.433     | \$ 12.006.836     | \$ 10.614.920     | \$ 8.463.651      | \$ 5.138.765      |
| Amortización intangibles    | \$ -              | \$ -              | \$ -              | \$ -              | \$ -              |
| Depreciación                | \$ 15.823.800,00  | \$ 15.823.800,00  | \$ 15.823.800,00  | \$ 15.823.800,00  | \$ 15.823.800,00  |
| Utilidad Antes de impuestos | \$ 3.460.111,19   | \$ 28.775.686,87  | \$ 54.582.580,14  | \$ 56.733.849,36  | \$ 60.058.735,41  |
| Impuestos 34%               | \$ 1.176.437,81   | \$ 9.783.733,53   | \$ 18.558.077,25  | \$ 19.289.508,78  | \$ 20.419.970,04  |
| Utilidad neta               | \$ 2.283.673,39   | \$ 18.991.953,33  | \$ 36.024.502,89  | \$ 37.444.340,58  | \$ 39.638.765,37  |

Fuente: Elaboración propia

Trema = 0.94%

Para el cálculo de los recursos propios ( $K_e$ ) y WACC se tiene en cuenta:

Para el cálculo de los recursos propios  $K_e$  se realiza mediante el modelo de Sharpe, bajo el modelo CAPM (Modelo de valoración de activos financieros), y el modelo Gordon, el cual permite estimar la tasa de retorno para un cierto activo.

Entonces,

$$E(r_i) = r_f + \beta_{im}(E(r_m) - r_f)$$

$$\beta_{im} = \frac{\text{Covarianza}(r_i, r_m)}{\text{Varianza}(r_m)}$$

$E(r_i)$  = Es la tasa de rendimiento esperada de capital sobre el activo i.

$\beta_{im}$  = es el Beta (cantidad de riesgo con respecto al portafolio del mercado).

$(E(r_m) - r_f)$  = es el exceso de rentabilidad del portafolio del mercado.

$(r_m)$  = Rendimiento del mercado

$(r_f)$  = Rendimiento de un activo libre de riesgo.

Para hacer el análisis se tomó en cuenta información del ministerio de minas y energía, se encuentra el valor histórico de las acciones de los últimos 5 años, tomando como referencia dichos datos del sector eléctrico y su comportamiento en el mercado.

Para hallar el WACC,

$$WACC = \left( \frac{\text{Total Pasivo}}{\text{Total activo} * \text{Tasa de interes Kd}} \right) * (1 - T) + \left( \frac{\text{Total Patrimonio}}{\text{Total activo} * Ke} \right)$$

Donde,

WACC= Costo ponderado promedio de capital.

Ke= Costo de fondos propios

Kd= Costo de la recursos ajenos

T= Tasa de impuestos sobre las utilidades

Tabla 22 Calculo de los recursos

|   |                |                |                |                |                |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Tasa de interés kd  | 54,55%         | 54,55%         | 54,55%         | 54,55%         | 54,55%         |
| Tasa de impuestos sobre las utilidades  | 34%            | 34%            | 34%            | 34%            | 34%            |
| Las variables que conforman el costo de loa recursos propios para los 5 años de vida del proyecto son:              |                |                |                |                |                |
|   | Año 1          | Año 2          | Año 3          | Año 4          | Año 5          |
| Tasa libre de riesgo  | 14,80%         | 13,99%         | 13,56%         | 12,51%         | 20,47%         |
| Rentabilidad del mercado  | 6,93%          | 6,51%          | -2,12%         | 6,00%          | 17,67%         |
| β de la empresa o empresas similares  | 0,54           | 0,72           | 0,41           | 0,37           | 0,36           |
| El pasivo, el patrimonio (recursos propios) y los activos proyectados para cada uno de los años son los siguientes: |                |                |                |                |                |
|   | Año 1          | Año 2          | Año 3          | Año 4          | Año 5          |
| Total Pasivo  | 24.836.087,81  | 24.836.087,81  | 42.217.727,25  | 42.217.727,25  | 42.217.727,25  |
| Total Patrimonio  | 269.447.960,39 | 269.447.960,39 | 303.188.789,89 | 303.188.789,89 | 303.188.789,89 |
| Total Activo  | 294.284.048,19 | 294.284.048,19 | 345.406.517,14 | 345.406.517,14 | 345.406.517,14 |
| Costo de recursos propios Ke  | 10,58%         | 8,60%          | 7,18%          | 10,11%         | 19,47%         |
| WACC  | 12,73%         | 10,91%         | 10,70%         | 13,27%         | 21,49%         |

Fuente: Elaboración propia

## 11.2 Análisis social – Costo/Beneficio

El proyecto toma un interés de tipo social es por esto que puede acceder a beneficios de tipo social debido a que estaría involucrado en las condiciones de vida de la población generando las condiciones necesarias para que cualquier habitante, sin importar su condición, se posibilite su desarrollo personal y social al evitar que las personas mueran o

resulten heridos a causa de un rayo mientras transitan o practican algún deporte o realizan actividades al aire libre.

Es por esto que se hace la valoración costo beneficio del proyecto, haciendo la aplicación para el parque metropolitano el Tunal en donde se hace el análisis costos beneficio.

### 11.2.1 Gastos y Costos del proyecto –aplicando tasa social de descuento

### 11.2.2 Evaluación social –precios sociales – CEPAL

En este caso se aplicara la siguiente tabla en donde se muestra el costo real de un producto para la sociedad dado por indicadores de la comisión económica para América Latina en donde se ve involucrado el desarrollo económico y social de una región

Tabla 23 Factor de ajuste- Evaluación social

| <b>RAZONES DE LOS PRECIOS DE CUENTA -<br/>EVALUACION SOCIAL BENEFICIO/COSTO</b> |                             |
|---|-----------------------------|
| <b>CATEGORIA</b>  | <b>FACTOR DE<br/>AJUSTE</b> |
| Mano de obra calificada   | 1,00                        |
| Mano de obra administrativa   | 0,49                        |
| Mano de obra no calificada  | 0,60                        |
| Equipos de transporte   | 0,79                        |
| Equipos de oficina  | 0,79                        |
| Comunicaciones  | 0,76                        |
| Servicios y seguros   | 0,71                        |
| Equipos de transporte   | 0,79                        |
| Maquinaria y equipo   | 0,77                        |
| Materiales e insumos<br>Nacionales  | 0,79                        |
| Otros costos  | 0,80                        |

Fuente: Elaboración propia

### 11.2.3 Gastos pre-operativos - aplicando factor de ajuste social

Tabla 24 Gastos pre-operativos - aplicando factor de ajuste social

| ITEM   | UND | VALOR UND    | Precio               | precio           | Precio social       |
|--|-----|--------------|----------------------|------------------|---------------------|
|  |     |              | mercado              | cuenta           |                     |
|  |     |              | VALOR TOTAL          | FACTOR DE AJUSTE | VALOR TOTAL         |
| Impresora multi función (fax, scanner,fotocopiadora) | 1   | \$ 625.000   | \$ 625.000           | 0,77             | \$ 481.250          |
| Computador portátil                                  | 1   | \$ 1.800.000 | \$ 1.800.000         | 0,77             | \$ 1.386.000        |
| Computador personal                                  | 2   | \$ 1.200.000 | \$ 2.400.000         | 0,77             | \$ 1.848.000        |
| Estabilizador de tension                             | 2   | \$ 45.000    | \$ 90.000            | 0,77             | \$ 69.300           |
| Memoria USB  | 2   | \$ 10.000    | \$ 20.000            | 0,77             | \$ 15.400           |
| Teléfono   | 1   | \$ 30.000    | \$ 30.000            | 0,77             | \$ 23.100           |
| Celular  | 2   | \$ 450.000   | \$ 900.000           | 0,77             | \$ 693.000          |
| Cámara digital                                       | 1   | \$ 400.000   | \$ 400.000           | 0,77             | \$ 308.000          |
| Extintor   | 1   | \$ 120.000   | \$ 120.000           | 0,77             | \$ 92.400           |
| Botiquín primeros auxilios                           | 1   | \$ 50.000    | \$ 50.000            | 0,77             | \$ 38.500           |
| Camilla primeros auxilios                            | 1   | \$ 150.000   | \$ 150.000           | 0,77             | \$ 115.500          |
| Dobladora de tubos                                   | 1   | \$ 80.000    | \$ 80.000            | 0,77             | \$ 61.600           |
| Martillo   | 2   | \$ 44.000    | \$ 88.000            | 0,77             | \$ 67.760           |
| Pica   | 2   | \$ 90.000    | \$ 180.000           | 0,77             | \$ 138.600          |
| Pala   | 2   | \$ 38.000    | \$ 76.000            | 0,77             | \$ 58.520           |
| Almadana 10 libras con cabo                          | 1   | \$ 97.000    | \$ 97.000            | 0,77             | \$ 74.690           |
| Alicate con mango aislante                           | 2   | \$ 35.000    | \$ 70.000            | 0,77             | \$ 53.900           |
| Llave de peston                                      | 1   | \$ 40.000    | \$ 40.000            | 0,77             | \$ 30.800           |
| Juego de llaves bristol                              | 1   | \$ 140.000   | \$ 140.000           | 0,77             | \$ 107.800          |
| Escalera 28 Peldaños Extensión Fibra De Vidrio       | 1   | \$ 1.860.000 | \$ 1.860.000         | 0,77             | \$ 1.432.200        |
| Segueta con marco                                    | 2   | \$ 24.000    | \$ 48.000            | 0,77             | \$ 36.960           |
| Cortafrio  | 2   | \$ 22.000    | \$ 44.000            | 0,77             | \$ 33.880           |
| Taladro eléctrico – con batería y juego de brocas    | 1   | \$ 930.000   | \$ 930.000           | 0,77             | \$ 716.100          |
| Extensión industrial 30mts                           | 2   | \$ 80.000    | \$ 160.000           | 0,77             | \$ 123.200          |
| Juego de destornilladores                            | 1   | \$ 68.000    | \$ 68.000            | 0,77             | \$ 52.360           |
| Morral de lona para herramientas                     | 2   | \$ 145.000   | \$ 290.000           | 0,77             | \$ 223.300          |
| Pinza Voltiamperimetrica                             | 1   | \$ 120.000   | \$ 120.000           | 0,77             | \$ 92.400           |
| Telurómetro digital                                  | 1   | \$ 6.500.000 | \$ 6.500.000         | 0,77             | \$ 5.005.000        |
| Casco de seguridad                                   | 4   | \$ 45.000    | \$ 180.000           | 0,77             | \$ 138.600          |
| Guantes de proteccion (par)                          | 3   | \$ 30.000    | \$ 90.000            | 0,77             | \$ 69.300           |
| botas dielectricas(par)                              | 4   | \$ 75.000,00 | \$ 300.000           | 0,77             | \$ 231.000          |
| Uniforme o Overol                                    | 3   | \$ 80.000    | \$ 240.000           | 0,77             | \$ 184.800          |
| Caretta de proteccion                                | 2   | \$ 70.000    | \$ 140.000           | 0,77             | \$ 107.800          |
| Gafas de portecccion                                 | 3   | \$ 15.000    | \$ 45.000            | 0,77             | \$ 34.650           |
| Pinza universal para moldes combo con moldes         | 1   | \$ 400.000   | \$ 400.000           | 0,77             | \$ 308.000          |
| Disco retenedor                                      | 1   | \$ 45.000    | \$ 45.000            | 0,77             | \$ 34.650           |
| Soplete o antorcha a gas                             | 1   | \$ 45.000    | \$ 45.000            | 0,77             | \$ 34.650           |
| Chispero tipo pistola                                | 1   | \$ 60.000    | \$ 60.000            | 0,77             | \$ 46.200           |
| Grata en bronce para limpieza de las partes a soldar | 1   | \$ 14.000    | \$ 14.000            | 0,77             | \$ 10.780           |
| Cepillo suave o estopa para limpieza del molde       | 1   | \$ 15.000    | \$ 15.000            | 0,77             | \$ 11.550           |
| Capuchón protector de varilla                        | 1   | \$ 25.000    | \$ 25.000            | 0,77             | \$ 19.250           |
| Arnés y eslingas                                     | 2   | \$ 220.000   | \$ 440.000           | 0,77             | \$ 338.800          |
| Mosquetones  | 3   | \$ 34.000    | \$ 102.000           | 0,77             | \$ 78.540           |
| Lineas de vida para trabajo en alturas               | 2   | \$ 410.000   | \$ 820.000           | 0,77             | \$ 631.400          |
| Cosedora semi industrial                             | 2   | \$ 34.500    | \$ 69.000            | 0,77             | \$ 53.130           |
| Perforadora  | 1   | \$ 60.000    | \$ 60.000            | 0,77             | \$ 46.200           |
| Papelería  | 1   | \$ 100.000   | \$ 100.000           | 0,77             | \$ 77.000           |
| Escritorio recepción- con dos cajones laterales      | 1   | \$ 700.000   | \$ 700.000           | 0,77             | \$ 539.000          |
| Silla tandem 3 puestos                               | 2   | \$ 310.000   | \$ 620.000           | 0,77             | \$ 477.400          |
| Escritorio en L para dos PC                          | 1   | \$ 375.000   | \$ 375.000           | 0,77             | \$ 288.750          |
| Archivador   | 2   | \$ 400.000   | \$ 800.000           | 0,77             | \$ 616.000          |
| Mesa para reuniones                                  | 1   | \$ 500.000   | \$ 500.000           | 0,77             | \$ 385.000          |
| Silla - mesa para reunión                            | 4   | \$ 83.000    | \$ 332.000           | 0,77             | \$ 255.640          |
| Silla - ergonómica con rodachines                    | 3   | \$ 220.000   | \$ 660.000           | 0,77             | \$ 508.200          |
| Camioneta doble cabina                               | 1   | \$50.000.000 | \$50.000.000         | 0,79             | \$39.500.000        |
| Estante plástico de 5 niveles                        | 2   | \$ 158.000   | \$ 316.000           | 0,77             | \$ 243.320          |
| Adecuacion de la oficina                             | 1   | \$ 1.200.000 | \$ 1.200.000         | 0,80             | \$ 960.000          |
| Dotacion y EPP                                       | 1   | \$ 1.520.000 | \$ 1.520.000         | 0,77             | \$ 1.170.400        |
|  |     |              | <b>VALOR TOTAL =</b> |                  | <b>\$60.779.530</b> |

Fuente: Elaboración propia

### 11.2.4 Costos de constitución- aplicando factor de ajuste social

Tabla 25 Costos de constitución- aplicando factor de ajuste social

| ITEM                              | VALOR UND    | Precio mercado | Razon precio cuenta | Precio social      |
|-----------------------------------|--------------|----------------|---------------------|--------------------|
|                                   |              | VALOR TOTAL    | FACTOR DE AJUSTE    | VALOR TOTAL        |
| Constitución de sociedad          | \$ 1.060.000 | \$ 1.060.000   | 0,80                | \$ 848.000         |
| Impuesto de registro              | \$ 140.000   | \$ 140.000     | 0,80                | \$ 112.000         |
| Formulario de registro mercantil  | \$ 5.200     | \$ 5.200       | 0,80                | \$ 4.160           |
| inscripción de registro mercantil | \$ 12.800    | \$ 12.800      | 0,80                | \$ 10.240          |
| Inscripción de los libros         | \$ 39.000    | \$ 39.000      | 0,80                | \$ 31.200          |
| Deposito estados financieros      | \$ 19.300    | \$ 19.300      | 0,80                | \$ 15.440          |
| Fotocopias y registros públicos   | \$ 200       | \$ 200         | 0,80                | \$ 160             |
|                                   |              |                | <b>VALOR TOTAL=</b> | <b>\$1.021.200</b> |

Fuente: Elaboración propia

### 11.2.5 Costos fijos- aplicando factor de ajuste social

Tabla 26 Costos fijos-aplicando factor de ajuste social

| ITEM                             | CANTIDAD | VALOR UNITARIO | PARAFISCALES Y APORTES POR EMPLEADO | Precio mercado       | precio cuenta    | Precio social         |
|----------------------------------|----------|----------------|-------------------------------------|----------------------|------------------|-----------------------|
|                                  |          |                |                                     | VALOR TOTAL          | FACTOR DE AJUSTE | VALOR TOTAL           |
| Director operativo               | 1        | \$ 3.000.000   | \$ 1.555.660                        | \$ 4.555.660         | 1,00             | \$ 4.555.660          |
| Tecnico electricista             | 2        | \$ 1.300.000   | \$ 771.947                          | \$ 4.143.894         | 0,60             | \$ 2.486.336          |
| Asesor comercial                 | 1        | \$ 737.737     | \$ 480.375                          | \$ 1.218.112         | 0,49             | \$ 596.875            |
| Asistente administrativo         | 1        | \$ 737.737     | \$ 480.375                          | \$ 1.218.112         | 0,49             | \$ 596.875            |
| Auxiliar electricistas           | 1        | \$ 737.737     | \$ 480.375                          | \$ 1.218.112         | 0,60             | \$ 730.867            |
| Contador, abogado                | 1        | \$ 1.300.000   | \$ 771.947                          | \$ 2.071.947         | 1,00             | \$ 2.071.947          |
| Servicios generales              | 1        | \$ 737.737     | \$ 480.375                          | \$ 1.218.112         | 0,60             | \$ 730.867            |
| Arriendo , serv pub, combustible | 1        | \$ 1.510.000   |                                     | \$ 1.510.000         | 0,71             | \$ 1.072.100          |
| Plan celular                     | 2        | \$ 74.500      |                                     | \$ 149.000           | 0,76             | \$ 113.240            |
|                                  |          |                |                                     | <b>VALOR TOTAL =</b> |                  | <b>\$ 155.457.211</b> |

Fuente: Elaboración propia

### 11.2.5 Costos variables - aplicando factor de ajuste social

Tabla 27 Costos variables - aplicando factor de ajuste social

|  |          |        |                | Precio mercado       | Razon precio cuenta | Precio social      |
|--|----------|--------|----------------|----------------------|---------------------|--------------------|
| ITEM   | CANTIDAD | UNIDAD | VALOR UNITARIO | VALOR TOTAL          | FACTOR DE AJUSTE    | VALOR TOTAL        |
| capacitacion tecnicos electricistas  |          |        | \$ 1.000.000   | \$ 1.000.000         | 0,80                | \$800.000          |
| Papelería  |          |        | \$ 250.000     | \$ 250.000           | 0,79                | \$197.500          |
| Conductor redondo de aluminio 8 mm aislado para bajantes   | 75       | ml     | \$ 3.500       | \$ 262.500           | 0,79                | \$207.375          |
| Punta captora en aluminio, longitud 100 cm, diámetro 16 mm. Incluye base y conexión para conductor                   | 6        | UNIDAD | \$ 95.000      | \$ 570.000           | 0,79                | \$450.300          |
| Conector bimetálico.   | 6        | UNIDAD | \$ 12.550      | \$ 75.300            | 0,79                | \$59.487           |
| Tubo galvanizado IMC de 3/4" x 3mts c/u con aislante interno para bajante de pararrayos y accesorios de instalación. | 9        | UNIDAD | \$ 23.700      | \$ 213.300           | 0,79                | \$168.507          |
| Señalización de precaución eléctrica.  | 6        | UNIDAD | \$ 26.000      | \$ 156.000           | 0,79                | \$123.240          |
| tubo galvanizado IMC 1" x 3mts c/u para extensión de punta captora. Incluye accesorios de instalación.               | 12       | UNIDAD | \$ 35.000      | \$ 420.000           | 0,79                | \$331.800          |
| Varilla de puesta a tierra 14.28mm x 2.4m en cobre.  | 6        | UNIDAD | \$ 140.000     | \$ 840.000           | 0,79                | \$663.600          |
| Caja de inspección de 30x30cm para foso de puesta a tierra con tapa.   | 6        | UNIDAD | \$ 125.000     | \$ 750.000           | 0,79                | \$592.500          |
|  |          |        |                | <b>VALOR TOTAL =</b> |                     | <b>\$3.594.309</b> |

Fuente: Elaboración propia

### 11.3 Análisis costo-beneficio del ahorro en salud pública por actividad física para usuarios del parque metropolitano tunal de Bogotá

Tabla 28 Datos generales parque metropolitano el Tunal

|                                |                        |
|--------------------------------|------------------------|
| Número de asistentes al parque | 2.400.000              |
| Area del parque                | 560.000 m <sup>2</sup> |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29 Datos generales parque metropolitano- implementación de apantallamiento

|   |                     |
|---|---------------------|
| Número de asistentes en el area de apantallamiento al año | 30.600              |
| Area de apantallamiento                                   | 7.140m <sup>2</sup> |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30 Datos generales parque metropolitano- porcentaje de incidencia

|   |                      | % DE MAYOR<br>INCIDENCIA | Número de<br>asistentes con<br>mayor incidencia |
|---|----------------------|--------------------------|---|
| Número de asistentes en el<br>area de apantallamiento al<br>año | 30.600               | 65%                      | 19.890  |
| Area de apantallamiento   | 7.140 m <sup>2</sup> |                          |   |

Fuente: Elaboración propia

Para este análisis se realiza una operación de manejo de moneda, que consiste en una conversión de pesos a dólares a una tasa de cambio de 3.030, un ejemplo de esto es la conversión de los costos variables del proyecto aplicando el valor de ajuste social que corresponde a un monto de \$ 3.594.309 cuya tasa de cambio equivalente en dólares será US\$ USD 1186,12, y así con cada uno de los costos del proyecto.

Los costos en este análisis estarán en dólares, ya que el costo beneficio directo por salud para el proyecto en estadísticas mundiales esta dado en dólares, pero aun así se ara su equivalente en pesos Colombianos.

Costo total = Costo Variable + Costo Fijo + Costo de la inversión

Costo total = 1186,12 USD + 51300,88 USD + 20394,24 USD

Costo total = 72881,4 USD

Costo por Usuario =  $\frac{\text{Costo total}}{\text{numero de asistentente con mayor incidencia}}$

Costo por Usuario =  $\frac{72881,24\text{USD}}{19890} = 3,66 \text{ USD}$

Costo por Kilometro =  $\frac{\text{Costo total}}{\text{area de apantallamiento}} = 10,20 \text{ USD}$

Tabla 31 Costos Operacionales desarrollo del proyecto

|                           |              |
|---------------------------|--------------|
| Costos Variables (USD)    | 1186,12 USD  |
| Costos Fijos (USD)        | 51300,88 USD |
| Costo de la inversion (US | 20394,24 USD |
| Costo Total (USD)         | 72881,24 USD |
| Costo por Usuario (USD)   | 3,66 USD     |
| Costo por Km (USD)        | 10,20 USD    |

Fuente: Elaboración propia

Para el análisis beneficio costo se utiliza la ecuación

$$\text{Costo / Beneficio} = \frac{\text{Número de usuarios} * \text{Beneficio directo en salud}}{\text{Costo total implementación del sistema de apantallamiento}}$$

Donde

Tabla 32 Costos / Beneficio

|  |              |
|--|--------------|
| Costo total del apantallamiento 7140m <sup>2</sup> | 72881,24 USD |
| Beneficio Directo por Salud                        | 71.07 USD    |

Fuente: Elaboración propia

Aplicación de la ecuación

$$\text{Costo / Beneficio} = \frac{19890 * 71.07}{72881,24} = 19,4 \text{ USD}$$

### 11.3.1 Resultados análisis Costo / Beneficio

Beneficio Total= 72881,24USD \* 19.4USD =1.413.896 USD

Tabla 33 Resultados costo beneficio

|                               | <b>Pesos</b>     | <b>USD</b> |
|-------------------------------|------------------|------------|
| Costo Total                   | \$ 218.678.680   | 72881,24   |
| Beneficio Total               | \$ 4.242.366.238 | 1413896    |
| Beneficio Total - Costo Total | \$ 4.023.687.558 | 1341014,76 |

Fuente: Elaboración propia

Por cada peso invertido en la implementación del sistema de apantallamiento en el parque metropolitano Tunal de Bogotá:

- 19.4 dólares equivalente a \$58.209,31 pesos son ahorrados en costos médicos directos
- El beneficio neto derivado es de \$ 4.023.687.558 al año.

La relación costo-beneficio promedio para Bogotá es < USD15 por persona por año, en este caso el beneficio-costo que se obtuvo es de 19,4 USD, lo cual indica que es viable la realización del proyecto ya que los costos para el proyecto serán menores que el beneficio en salud que este aportara.

### 11.3.2 Análisis de beneficios tasa interés social

Siguiendo con el análisis desde el punto de vista social ahora se mirara, si sigue siendo inviable trabajar con recursos ajenos, conclusión a la que se había llegado anteriormente dado que el costo del interés era de 48.64% y ahora si se mira desde el punto de vista social es inferior.

Para esto Hay que tener en cuenta que se hará a través de la Financiera de Desarrollo Territorial S.A FINDETER es una entidad financiera de redescuento. Se entiende por redescuento toda operación en virtud de la cual FINDETER entrega recursos a un establecimiento de crédito o a entidades debidamente autorizadas por la ley para intermediar, con el objeto de que éstas financien operaciones de crédito a cambio de la cesión de garantías suficientes. Es ahí donde para la realización del proyecto se utilizara una tasa social de interés del 12% en este caso quienes realizaran la financiación con esta tasa de interés serán los intermediarios, establecimientos de crédito como bancos comerciales, corporaciones financieras, compañías de financiamiento comercial, ya que el gobierno a través del DNP apoya a las entidades en las gestiones de financiamiento externo o interno relacionadas con los planes, o programas y proyectos de desarrollo económico, social, institucional y ambiental.

### 11.3.3 Indicadores financieros- interés social

Tabla 34 Flujo de caja con financiación-interés social

| inversion inicial                        | costos constitución |                     | capital de trabajo  |                     | Gastos pre-operativos |                     |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
|  | 1.021.200           |                     | 159.051.520         |                     | 60.779.530            |                     |
|  | 2017                | 2018                | 2019                | 2020                | 2021                  | 2022                |
| Flujo de caja                            |                     |                     |                     |                     |                       |                     |
| Ventas nacionales                        |                     | \$ 4.917.591.680,00 | \$ 5.278.215.069,87 | \$ 5.700.472.275,46 | \$ 6.156.510.057,49   | \$ 6.649.030.862,09 |
| Participación                            |                     | 6,67%               | 7,33%               | 8,00%               | 8,00%                 | 8,00%               |
| Ingresos por ventas                      |                     | \$ 184.922.917,21   | \$ 203.415.208,93   | \$ 221.907.500,65   | \$ 221.907.500,65     | \$ 221.907.500,65   |
| Precio                                   |                     | \$ 18.492.291,72    | \$ 18.492.291,72    | \$ 18.492.291,72    | \$ 18.492.291,72      | \$ 18.492.291,72    |
| cantidad                                 |                     | \$ 10,00            | \$ 11,00            | \$ 12,00            | \$ 12,00              | \$ 12,00            |
| (-) Costos Fijos                         |                     | \$ 155.457.211,00   | \$ 155.457.211,00   | \$ 155.457.211,00   | \$ 155.457.211,00     | \$ 155.457.211,00   |
| (-) Costos variables                     |                     | \$ 3.594.309,00     | \$ 3.594.309,00     | \$ 3.594.309,00     | \$ 3.594.309,00       | \$ 3.594.309,00     |
| (-) pago intereses credito BOGOTÁ        |                     | 2.291.571           | 1.933.426           | 1.531.014           | 1.078.864             | 570.829             |
| (-) depreciaciones                       |                     | \$ 15.823.800,00    | \$ 15.823.800,00    | \$ 15.823.800,00    | \$ 15.823.800,00      | \$ 15.823.800,00    |
| (-) amortización de intangibles          |                     | \$ -                | \$ -                | \$ -                | \$ -                  | \$ -                |
| Utilidad antes de impuestos              |                     | \$ 7.756.026,14     | \$ 26.606.462,91    | \$ 45.501.166,40    | \$ 45.953.316,27      | \$ 46.461.351,86    |
| (-) impuesto 34%                         |                     | \$ 2.637.048,89     | \$ 9.046.197,39     | \$ 15.470.396,58    | \$ 15.624.127,53      | \$ 15.796.859,63    |
| Utilidad después de impuestos            |                     | \$ 5.118.977,25     | \$ 17.560.265,52    | \$ 30.030.769,82    | \$ 30.329.188,74      | \$ 30.664.492,23    |
| (+) depreciacion                         |                     | \$ 15.823.800,00    | \$ 15.823.800,00    | \$ 15.823.800,00    | \$ 15.823.800,00      | \$ 15.823.800,00    |
| (+) Amortizaciones intangibles           |                     | \$ -                | \$ -                | \$ -                | \$ -                  | \$ -                |
| Flujo de caja operacional                |                     | \$ 20.942.777,25    | \$ 33.384.065,52    | \$ 45.854.569,82    | \$ 46.152.988,74      | \$ 46.488.292,23    |
| (-) inversión                            | -61.800.730         |                     |                     |                     |                       |                     |
| (+) Valor residual activos               |                     |                     |                     |                     |                       | \$ 1.935.500,00     |
| (-) impuesto por venta de activos (10%)  |                     |                     |                     |                     |                       | \$ 193.550,00       |
| (-)Capital de trabajo                    | -159.051.520        |                     |                     |                     |                       |                     |
| (+) recuperación capital de trabajo      |                     |                     |                     |                     |                       | 159.051.520         |
| (+) Prestamo Banco de Bogotá             | 18.540.219          | 0                   | 0                   | 0                   | 0                     | 0                   |
| (-) Amortizaciones prestamo Banco Bogotá |                     | \$ 2.897.613,63     | \$ 3.255.758,68     | \$ 3.658.170,45     | \$ 4.110.320,32       | \$ 4.618.355,91     |
| Flujo neto de caja                       | -202.312.031        | 18.045.164          | 30.128.307          | 42.196.399          | 42.042.668            | 202.663.406         |

Fuente: Elaboración propia

TIO= 6,76% anual (Tasa de interés anual tomada como referencia de Bancolombia 2017 CDT.)

TIR= 13.32% VPN= \$ 54.193.078,53 CAUE (6,76%)= \$13.132.364,85

|              |                   |
|--------------|-------------------|
| VPN INGRESOS | \$ 256.505.109,53 |
| VPN EGRESOS  | -202.312.031      |
| VPN          | \$ 54.193.078,73  |
| RCB          | 1,267868789       |

Tabla 35 Flujo incremental

|         |                  |               |               |               |               |                |
|---------|------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| Flujo 1 | \$ (290.823.937) | \$ 30.586.179 | \$ 46.700.065 | \$ 62.813.950 | \$ 62.813.950 | \$ 281.503.397 |
| Flujo 2 | \$ (202.312.031) | \$ 18.045.164 | \$ 30.128.307 | \$ 42.196.399 | \$ 42.042.668 | \$ 202.663.406 |
| Total   | \$ (88.511.906)  | \$ 12.541.016 | \$ 16.571.758 | \$ 20.617.551 | \$ 20.771.282 | \$ 78.839.991  |

Fuente: Elaboración propia

TIR=15%

La TIR del incremento en la inversión 15%, en este caso la TIR positivamente no es tan alta lo que indica que desde el punto de vista social se puede estar pensando no tan obligado en trabajar con recursos propios sino más bien trabajar con recursos ajenos.

Costo de recursos ajenos (Kd), propios y WACC.

Para desarrollar este costo se utiliza la información que se encuentra en la financiación del proyecto.

Entonces,

Tabla 36 Costo de recursos ajenos-tasa de interés social

| Inversión       | 61.800.730               |               | RECURSOS PROPIOS | FINANCIADO   |             |        |
|-----------------|--------------------------|---------------|------------------|--------------|-------------|--------|
|                 | Interes semestre vencido | interes anual | 70%              | 30%          |             |        |
| Banco de Bogotá | 12,00%                   | 12%           | 43.260.511       | 18.540.219   |             |        |
| KD              | SALDO                    | CUOTA         | INTERES          | AMORTIZACION | SALDO FINAL | KD     |
| 0               | 18.540.219               |               |                  |              | 18.540.219  |        |
| 1               | 15.642.605               | 5.189.185     | 2.291.571        | 2.897.614    | 15.642.605  | 12,36% |
| 2               | 12.386.847               | 5.189.185     | 1.933.426        | 3.255.759    | 12.386.847  | 12,36% |
| 3               | 8.728.676                | 5.189.185     | 1.531.014        | 3.658.170    | 8.728.676   | 12,36% |
| 4               | 4.618.356                | 5.189.185     | 1.078.864        | 4.110.320    | 4.618.356   | 12,36% |
| 5               | 0                        | 5.189.185     | 570.829          | 4.618.356    | 0           | 12,36% |

Fuente: Elaboración propia

Donde se observa que el costo de los recursos ajenos, se encuentran el 12.36% el primer año, hasta el quinto año.

Para el cálculo de los recursos propios se tiene en cuenta

Tabla 37 Estado de resultados con financiamiento- tasa de interés social

|                             | Año 1             | Año 2             | Año 3             | Año 4             | Año 5             |
|-----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Ventas                      | \$ 184.922.917,21 | \$ 203.415.208,93 | \$ 221.907.500,65 | \$ 221.907.500,65 | \$ 221.907.500,65 |
| Costo de ventas             | \$ 159.051.520    | \$ 159.051.520    | \$ 159.051.520    | \$ 159.051.520    | \$ 159.051.520    |
| Utilidad Bruta              | \$ 25.871.397,21  | \$ 44.363.688,93  | \$ 62.855.980,65  | \$ 62.855.980,65  | \$ 62.855.980,65  |
| Gastos financieros          | \$ 2.291.571      | \$ 1.933.426      | \$ 1.531.014      | \$ 1.078.864      | \$ 570.829        |
| Amortización intangibles    | \$ -              | \$ -              | \$ -              | \$ -              | \$ -              |
| Depreciación                | \$ 15.823.800,00  | \$ 15.823.800,00  | \$ 15.823.800,00  | \$ 15.823.800,00  | \$ 15.823.800,00  |
| Utilidad Antes de impuestos | \$ 7.756.026,14   | \$ 26.606.462,91  | \$ 45.501.166,40  | \$ 45.953.316,27  | \$ 46.461.351,86  |
| Impuestos 34%               | \$ 2.637.048,89   | \$ 9.046.197,39   | \$ 15.470.396,58  | \$ 15.624.127,53  | \$ 15.796.859,63  |
| Utilidad neta               | \$ 5.118.977,25   | \$ 17.560.265,52  | \$ 30.030.769,82  | \$ 30.329.188,74  | \$ 30.664.492,23  |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38 Calculo de los recursos-tasa de interés social

|   | Año 1          | Año 2          | Año 3          | Año 4          | Año 5          |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Tasa de interés kd  | 12,36%         | 12,36%         | 12,36%         | 12,36%         | 12,36%         |
| Tasa de impuestos sobre las utilidades  | 34%            | 34%            | 34%            | 34%            | 34%            |
| Las variables que conforman el costo de loa recursos propios para los 5 años de vida del proyecto son:              |                |                |                |                |                |
|   | Año 1          | Año 2          | Año 3          | Año 4          | Año 5          |
| Tasa libre de riesgo  | 14,80%         | 13,99%         | 13,56%         | 12,51%         | 20,47%         |
| Rentabilidad del mercado  | 6,93%          | 6,51%          | -2,12%         | 6,00%          | 17,67%         |
| β de la empresa o empresas similares  | 0,54           | 0,72           | 0,41           | 0,37           | 0,36           |
| El pasivo, el patrimonio (recursos propios) y los activos proyectados para cada uno de los años son los siguientes: |                |                |                |                |                |
|   | Año 1          | Año 2          | Año 3          | Año 4          | Año 5          |
| Total Pasivo  | 21.177.267,89  | 21.177.267,89  | 34.010.615,58  | 34.010.615,58  | 34.010.615,58  |
| Total Patrimonio  | 207.431.008,25 | 207.431.008,25 | 232.342.800,82 | 232.342.800,82 | 232.342.800,82 |
| Total Activo  | 228.608.276,14 | 228.608.276,14 | 266.353.416,40 | 266.353.416,40 | 266.353.416,40 |
| Costo de recursos propios Ke  | 10,58%         | 8,60%          | 7,18%          | 10,11%         | 19,47%         |
| WACC  | 10,36%         | 8,56%          | 7,30%          | 9,86%          | 18,02%         |

Fuente: Elaboración propia

El precio que corresponde a la implementación de cada uno de los proyectos con un ambito social tendria un costo de

$$\text{Precio} = \left( \frac{\$155.457.211 + 23.318.581}{12} \right) + 35.94.309$$

$$\text{Precio} = \$18.492.291$$

## 12. Análisis de escenarios

Para llevar a cabo el análisis se observan 3 escenarios (optimista, base y pesimista). Donde se analizan 3 volúmenes de venta, con costos constantes.

Tabla 39 Escenarios

| Escenarios | Volumen de ventas | Costos de venta |
|------------|-------------------|-----------------|
| Optimista  | 12                | \$ 292.979.738  |
| Base       | 11                | \$ 268.564.759  |
| Pesimista  | 10                | \$ 244.149.781  |

Fuente: Elaboración propia

## 12.1 Análisis de los escenarios precio mercado 2017

### 12.1.1 Escenario base

Se toma como base en información intermedia con mayor probabilidad que suceda, donde por media aritmética entre escenario optimista y pesimista, se hace el cálculo de este escenario.

Tabla 40 Flujo de caja escenario base

|                   |                 | Año 1         | Año 2         | Año 3         | Año 4         | Año 5          |
|-------------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| Cantidad          |                 | 9             | 10            | 11            | 11            | 11             |
| FNN sin financiar | -\$ 290.823.937 | \$ 14.472.294 | \$ 30.586.179 | \$ 46.700.065 | \$ 46.700.065 | \$ 265.389.512 |
| TIR               | 8%              |               |               |               |               |                |
| VPN 3%            | \$ 65.214.143   |               |               |               |               |                |
| VPN 5%            | \$ 37.402.924   |               |               |               |               |                |
| FFN Financiado    | -\$ 267.164.287 | \$ 342.770    | \$ 16.150.452 | \$ 31.791.087 | \$ 31.059.655 | \$ 243.629.581 |
| TIR               | 4%              |               |               |               |               |                |
| VPN 3%            | \$ 15.238.315   |               |               |               |               |                |
| VPN 5%            | -\$ 8.283.561   |               |               |               |               |                |

Fuente: Elaboración propia

Se tiene como base los datos de la tabla 16 y 18 flujo de caja con y sin financiamiento, donde se cambia la cantidad de metodologías a instalar, tomando como referencia un punto medio entre el punto de equilibrio el cual indica que se deben instalar 10 metodologías, y la capacidad máxima de producción que serían 12 metodologías.

### 12.1.2 Escenario optimista

Con este escenario se verían los máximos beneficios que se pueden llegar a alcanzar en el desarrollo del proyecto.

Tabla 41 flujo de caja escenario optimista

|                   |                 | Año 1         | Año 2         | Año 3         | Año 4         | Año 5          |
|-------------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| Cantidad          |                 | 10            | 11            | 12            | 12            | 12             |
| FNN sin financiar | -\$ 290.823.937 | \$ 30.586.179 | \$ 46.700.065 | \$ 62.813.950 | \$ 62.813.950 | \$ 281.503.397 |
| TIR               | 14%             |               |               |               |               |                |
| VPN 3%            | \$ 139.011.020  |               |               |               |               |                |
| VPN 5%            | \$ 107.167.615  |               |               |               |               |                |
| FFN Financiado    | -\$ 267.164.287 | \$ 16.456.655 | \$ 32.264.338 | \$ 47.904.972 | \$ 47.173.541 | \$ 259.743.466 |
| TIR               | 10%             |               |               |               |               |                |
| VPN 3%            | \$ 89.035.193   |               |               |               |               |                |
| VPN 5%            | \$ 61.481.131   |               |               |               |               |                |

Fuente: Elaboración propia

Se tiene como base los datos de la tabla 16 y 18 flujo de caja con y sin financiamiento, donde se cambia la cantidad de metodologías a instalar, tomando como referencia la capacidad instalada para la implementación de 12 proyectos por año, con una producción del 100%.

### 12.1.3 Escenario pesimista

Se tiene en cuenta el mínimo de producción, (punto de equilibrio), para que la empresa no pierda.

Tabla 42 flujo de caja escenario pesimista

|                   |                 | Año 1         | Año 2         | Año 3         | Año 4         | Año 5          |
|-------------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| Cantidad          |                 | 9             | 9             | 10            | 10            | 10             |
| FNN sin financiar | -\$ 290.823.937 | \$ 14.472.294 | \$ 14.472.294 | \$ 30.586.179 | \$ 30.586.179 | \$ 249.275.626 |
| TIR               | 4%              |               |               |               |               |                |
| VPN 3%            | \$ 7.061.814    |               |               |               |               |                |
| VPN 5%            | -\$ 17.015.210  |               |               |               |               |                |
| FFN Financiado    | -\$ 267.164.287 | \$ 342.770    | \$ 36.567     | \$ 15.677.201 | \$ 14.945.770 | \$ 227.515.695 |
| TIR               | -1%             |               |               |               |               |                |
| VPN 3%            | -\$ 42.914.013  |               |               |               |               |                |
| VPN 5%            | -\$ 62.701.695  |               |               |               |               |                |

Fuente: Elaboración propia

Se tiene como base los datos de la tabla 16 y 18 flujo de caja con y sin financiamiento, donde se cambia la cantidad de metodologías a acompañar, tomando como referencia cantidades pesimistas.

De acuerdo a TIR y VPN encontrados en cada uno de los escenarios anteriores, se observa que el proyecto presenta expectativas no muy altas pero si positivas, mirándose desde un escenario base y optimista. El escenario pesimista en cierto momento puede generar pérdidas y más aún si se trabajara con recursos ajenos

## 12.2 Análisis de los escenarios precio social

Para el análisis de estos escenarios se trabajara solo con recursos ajenos, de igual manera que para el análisis precio mercado realizado anteriormente se observan los mismos 3 escenarios (optimista, base y pesimista). Analizando los 3 volúmenes de venta expuestos anteriormente.

Tabla 43 Escenarios –precio social

| Escenarios | Volumen de ventas | Costos de venta |
|------------|-------------------|-----------------|
| Optimista  | 12                | \$ 221.907.492  |
| Base       | 11                | \$ 203.415.201  |
| Pesimista  | 10                | \$ 184.922.910  |

### 12.2.1 Escenario base –beneficio social

Se toma como base en información intermedia con mayor probabilidad que suceda, donde por media aritmética entre escenario optimista y pesimista, se hace el cálculo de este escenario.

Tabla 44 Flujo de caja escenario base-beneficio social

|                |                 | Año 1        | Año 2         | Año 3         | Año 4         | Año 5          |
|----------------|-----------------|--------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| Cantidad       |                 | 9            | 10            | 11            | 11            | 11             |
| FFN Financiado | -\$ 202.312.031 | \$ 5.840.251 | \$ 17.923.394 | \$ 29.991.487 | \$ 29.837.756 | \$ 190.458.494 |
| TIR            | 7%              |              |               |               |               |                |
| VPN 3%         | \$ 38.500.722   |              |               |               |               |                |
| VPN 5%         | \$ 19.191.743   |              |               |               |               |                |

Fuente: Elaboración propia

Se tiene como base los datos de la tabla 34 flujo de caja con financiación-interés social, donde se cambia la cantidad de metodologías a instalar, tomando como referencia un punto medio entre el punto de equilibrio el cual indica que se deben instalar 10 metodologías, y la capacidad máxima de producción que serían 12 metodologías.

### 12.2.2 Escenario optimista- beneficio social

Con este escenario se verían los máximos beneficios que se pueden llegar a alcanzar en el desarrollo del proyecto, utilizando recursos ajenos a una tasa de interés social.

Tabla 45 Flujo de caja escenario optimista-beneficio social

|                |                 | Año 1         | Año 2         | Año 3         | Año 4         | Año 5          |
|----------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| Cantidad       |                 | 10            | 11            | 12            | 12            | 12             |
| FFN Financiado | -\$ 202.312.031 | \$ 18.045.164 | \$ 30.128.307 | \$ 42.196.399 | \$ 42.042.668 | \$ 202.663.406 |
| TIR            | 13%             |               |               |               |               |                |
| VPN 3%         | \$ 94.395.648   |               |               |               |               |                |
| VPN 5%         | \$ 72.032.627   |               |               |               |               |                |

Fuente: Elaboración propia

Se tiene como base los datos de la tabla 34 flujo de caja con financiación-interés social, donde se cambia la cantidad de metodologías a instalar, tomando como referencia la capacidad instalada para la implementación de 12 proyectos por año, con una producción del 100%.

### 12.2.3 Escenario pesimista-beneficio social

Se tiene en cuenta el mínimo de producción, (punto de equilibrio), para que la empresa no pierda.

Tabla 46 Flujo de caja escenario pesimista-beneficio social

|                |                 | Año 1        | Año 2        | Año 3         | Año 4         | Año 5          |
|----------------|-----------------|--------------|--------------|---------------|---------------|----------------|
| Cantidad       |                 | 9            | 9            | 10            | 10            | 10             |
| FFN Financiado | -\$ 202.312.031 | \$ 5.840.251 | \$ 5.718.482 | \$ 17.786.574 | \$ 17.632.843 | \$ 178.253.581 |
| TIR            | 2%              |              |              |               |               |                |
| VPN 3%         | -\$ 5.544.774   |              |              |               |               |                |
| VPN 5%         | -\$ 22.025.415  |              |              |               |               |                |

Fuente: Elaboración propia

Se tiene como base los datos de la tabla 34 flujo de caja con financiación-interés social, donde se cambia la cantidad de metodologías a acompañar, tomando como referencia cantidades pesimistas.

De acuerdo a TIR y VPN encontrados en cada uno de los escenarios con un beneficio social, se observa que el proyecto presenta expectativas mucho mejores que el escenario anterior dado en precios de mercado, con el beneficio social se puede trabajar con recursos ajenos en donde las tasas internas de retorno TIR no son tan bajas, para el caso del escenario pesimista aunque se trabajen con recursos ajenos no se tiene una TIR con valores negativos como si llego a suceder en el escenario pesimista de precios de mercado donde la TIR fue negativa con recursos ajenos, aunque no quiere decir que por esto el valor presente neto no VNP no deje de ser negativo, si es negativa pero con impactos no tan fuertes para el proyecto en caso de que llegase a suceder.

### 13. Conclusiones

- No es viable desarrollar el proyecto con financiamiento ya que la tasa interna de retorno no sería la indicada para que el proyecto tenga un buen desempeño, sin mirar el proyecto con un enfoque social.
- Para un buen desempeño del proyecto, como resultado se tiene que por año para punto de equilibrio se deben instalar 10 metodologías, a un precio de \$ 254.764.989 utilizando 6 empleados como mano de obra óptima para un buen desempeño del proyecto
- El proyecto sin financiamiento tiene una tasa interna de retorno de 13.77% la cual no es muy alta pero si se compara con un con la tasa de oportunidad brindada por un banco es mucho mejor siendo este de \$19.890.448.(caso proyecto)
- Se obtiene que por cada peso de la inversión se tendrá un retorno de la inversión de \$1.28, para el caso de trabajar con recursos propios. En el caso de los recursos ajenos será del %1.14
- Ratificando la viabilidad del proyecto, bajo este enfoque, se debe tener en cuenta la comparación de la relación B/C hallada en comparación con 1, así tenemos lo siguiente:

$B/C > 1$  indica que los beneficios superan los costes, por consiguiente el proyecto debe ser considerado.

$B/C=1$  Aquí no hay ganancias, pues los beneficios son iguales a los costes.

$B/C < 1$ , muestra que los costes son mayores que los beneficios, no se debe considerar.

Como el resultado es mayor que 1, significa que los ingresos netos son superiores a los egresos netos. En otras palabras, los beneficios (ingresos) son mayores a los sacrificios (egresos) y, en consecuencia, el proyecto generará riqueza a una comunidad. Si el proyecto genera riqueza con seguridad traerá consigo un beneficio social, sin importar la rentabilidad solo teniendo en cuenta el impacto de la inversión a nivel social.

- Si se utilizara una tasa social de interés del 12% a cambio de la que se tenía en un principio sin ver el proyecto con un enfoque social en donde el interés es del 48.64% y la TIR de 13.77 % comparada con la TIR social que corresponde a 13.32% cuya diferencia es de apenas el 0.45% lo cual indica que la rentabilidad que ofrece la inversión crece este monto, sería viable trabajar con un préstamo de interés social; la relación costo beneficio para los recursos propios es de \$1.28 comparado con la relación costo beneficio desde el ámbito social que es \$1.26 daría más razones para pensar en poder trabajar con recursos ajenos.

#### 14. Lista de Referencias

- (SAT), E. d. (2015). *Carlos Alberto Cruz Mosquera*. Bogota: Programa de Adquisición y Análisis de Señales PAAS- Universidad Nacional de Colombia.
- ARCHIVO NACIONAL DE DATOS, D. (2009). *COLOMBIA - Estadísticas de Edificación Licencias de Construcción - ELIC - 2009 - 2010 - 2011*. CAMACOL.
- Capital, E. C. (2014). *"POR MEDIO DEL CUAL SE CREA EL PROGRAMA DE PREVENCIÓN POR ALTO RIESGO DE RAYOS EN BOGOTA"*. Bogota .
- CEI/IEC, 4.-1. (1994-09). *Effets of current on human beings and livestock*.
- CERTIFICACION, I. C. (2008). *Principios Generales. NTC 4552*. Bogotá. D.C.
- CERTIFICACION, I. C. (2008). *Protección contra descargas eléctricas atmosféricas (rayos): Principios Generales. NTC 4552-3*. Bogotá D.C.
- CERTIFICACION, I. C. (2008). *Protección Contra Descargas Eléctricas Atmosféricas (rayos) NTC 4552-1*. Bogotá D.C.
- Code, N. E. (1913). *NEC*.
- Corporation, L. B. (20 de MARZO de 2013). *MUNDO*. Obtenido de [http://www.bbc.co.uk/mundo/temas/america\\_latina](http://www.bbc.co.uk/mundo/temas/america_latina)
- Diego, A. G., & Sánchez, R. V. (2001). *Protección contra el efecto de las tormentas eléctricas de estructuras y edificios: conceptos básicos, evolución y aplicación en México*. Mexico.
- DISTRIBUCION, Á. D. (2006). *medida de resistividad eléctrica del suelo. normas técnicas* .
- ELECTRIC, S. (s.f.). *PROTECCION EXTERNA*. Recuperado el 28 de JULIO de 2013, de <http://www.puestasatierra.com/content/category/4-proteccion-externa>
- ELECTROPOL. (2016). *PUNTA CAPTADORA*.
- EOSA, P. (24 de NOVIEMBRE de 2009). *Pararrayos y Sistemas de Tierra*. Recuperado el 19 de 9 de 2013
- G., M. A., & A., J. H. (2006). Protección externa de edificaciones contra descargas atmosféricas. *Scientia et Technica Año XII*, 165-168.
- Gabarda, L. P. (1994). *Corriente eléctrica: efectos al atravesar el organismo humano*. ESPAÑA : Centro nacional de nuevas tecnologías.
- GALLEGO, A. M. (2013). *estado del arte de las metodologías para la coordinación de aislamientos de subestaciones a partir de sobretensiones de tipo atmosférico*. medellin: universidad pontificia bolivariana.
- Ingescó. (2013). *Ingescó*. Recuperado el 15 de 9 de 2013, de <http://www.ingesco.com/es/empresa/iQuienes-somos>

- INGESCO, C. ©. (2013). *INGESCO*. Recuperado el 21 de SEPTIEMBRE de 2013, de INGESCO: <http://www.ingesco.com/>
- Ingetesa Ingeniería y Estudios Técnicos S.A. (s.f.). *Ingetesa*. Recuperado el 14 de Mayo de 2017, de <http://www.ingetesa.com>
- Jaimes, P. D. (2013). *Viviendo con rayos-Manos a la obra*. Bogotá D.C.: Electropol LTDA.
- Junior, P. (29 de ABRIL de 2014). *EL COMERCIO MUNDO*. Recuperado el 20 de NOVIEMBRE de 2014, de <http://elcomercio.pe/mundo/latinoamerica/cuales-son-paises-latinos-donde-hay-mas-muertes-rayos-noticia-1726058>
- Keraunos. (2012). Colombia.
- LLC, T. (26 de 02 de 2014). *Factores que intervienen en el riesgo eléctrico*. Obtenido de <http://seguridad-iesgoya.wikispaces.com/Factores+que+intervienen+en+el+riesgo+el%C3%A9ctrico>
- Mankiw, G. (2004). *Principios de Economía*. Mc Graw Hill.
- Mexicana, A. 2. (2005). *NOM-001-SEDE*. Mexico.
- Osorio, C. A., González-Calderón, G., & Peláez, G. I. (2012). *Software para protección externa*. Medellín. Obtenido de atic2012-2.
- Pando, R. (2006). *Aspectos Básicos de las Descargas Atmosféricas* .
- Parámetros, D. f. (06 de 08 de 2016). *Descarga de retorno - TDX*. Obtenido de [http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6281/capitulo\\_3;jsessionid=C996BFA C2E5382FA622DBAC6185DE28E?sequence=6](http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6281/capitulo_3;jsessionid=C996BFA C2E5382FA622DBAC6185DE28E?sequence=6)
- PERU. (14 de OCTUBRE de 2013). *SISTEMA DE PUESTA A TIERRA*. Obtenido de PROCOBRE: <http://www.analfatecnicos.net/archivos/08.PuestaATierra.pdf>
- RETIE. (2013). *Reglamento técnico de instalaciones eléctricas*.
- ROMÁN, Ó. D. (4 de agosto de 2008). Comportamiento de la impedancia de aterrizamiento de una víctima humana impactada por un rayo.
- Sánchez, J. (2012). *Determinación de la relación entre descargas atmosféricas y perturbaciones de corta duración (sags y sobretensiones)*. Bogota: Universidad Nacional de Colombia.
- SAS, T. T. (2017). *Bogota . gov*. Obtenido de <http://www.esetunjuelito.gov.co>
- Shadowxfox. (2017). *commons.wikimedia*. Obtenido de <https://commons.wikimedia.org>
- T, P. S. (s.f.). *PLUS SUMINISTROS Y TECNOLOGIA SA DE CV*. Recuperado el 15 de MAYO de 2012, de [http://plussuministros.com.mx/gem\\_cadweld.php](http://plussuministros.com.mx/gem_cadweld.php)
- Technologies, A. P. (Edición 5, 2005-10). *Descargadores de sobretensiones de alto voltaje*.
- Torres Sánchez, H. (2002). *El Rayo: mitos, leyendas, ciencia y tecnología* . Bogotá D.C.: UNIBIBLOS.
- TORRES SÁNCHEZ, H. (s.f.). *proteccion contra rayos. Segunda edicion* . Bogotá D.C.: ICONTEC , 2010.

- UNE 20-572-92 PARTE1, A. g. (1984). *Efecto de la corriente eléctrica al pasar por el cuerpo humano*.
- Universidad Tecnológica Nacional. (2009). *Protección Contra Descargas Atmosféricas*.
- W.chan Kim, R. M. (2004). *La estrategia del océano azul*. Harvard Business Review.
- WikiHow. (s.f.). Obtenido de <http://es.wikihow.com/prevenir-descargas-el%C3%A9ctricas>